UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

MKWI 2014

Multikonferenz Wirtschaftsinformatik

26. – 28. Februar 2014 in Paderborn

Tagungsband

Dennis Kundisch, Leena Suhl und Lars Beckmann (Herausgeber)

Tagungsband Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2014 (MKWI 2014)

ISBN 978-3-00-045311-3

Copyright 2014, Universität Paderborn, Deutschland

Vorwort der Tagungsleitung

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind weder aus dem betrieblichen noch dem privaten Alltag wegzudenken. Sie sind in vielen Unternehmen zu einem Erfolgsfaktor geworden und sind für Unternehmenskooperationen sowie die Vernetzung zwischen Organisationen notwendig. Darüber hinaus hat die IKT-gestützte Vernetzung bspw. zwischen Dienstleistungsunternehmen und Konsumenten, Behörden und Bürgern sowie zwischen den Konsumenten untereinander rasant zugenommen. Gleichzeitig gehen mit dieser sehr positiven Entwicklung der Bedeutung von IKT in allen Lebensbereichen auch Sicherheitsbedenken einher. Die aus der Entwicklung und Nutzung von IKT hervorgehenden wissenschaftlichen Fragestellungen und Herausforderungen werden von Forscherinnen und Forschern in der Wirtschaftsinformatik bearbeitet und beantwortet.

Die Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) ist seit mehr als einem Jahrzehnt einer der traditionellen Treffpunkte der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik. Sie richtet sich gleichermaßen an Wissenschaftler, Praktiker und Studierende. In 2014 findet die MKWI vom 26. bis 28. Februar in Paderborn, einem Standort mit einer langen Tradition in der Wirtschaftsinformatik, statt. Bereits Anfang der 1970er Jahre wurden an der „Universität der Informationsgesellschaft“ die ersten Wirtschaftsinformatik-Lehrstühle eingerichtet und der Studiengang Wirtschaftsinformatik feiert in 2014 seinen 25-jährigen Geburtstag. Die Universität knüpft dabei mit ihrem modernen Profil an die lange Universitätstradition der Stadt Paderborn an. 1614 wurde durch den Fürstbischof Dietrich von Fürstenberg in Paderborn die erste westfälische Universität – mit einer theologischen und einer philosophischen Fakultät – gegründet und nach der Säkularisation im Staat Preußen als kirchliche Hochschule fortgeführt. Austragungsort der MKWI ist das weltgrößte Computermuseum „Heinz Nixdorf MuseumsForum (HNF)“ mit seinem angeschlossenen Konferenzzentrum – ideal und standesgemäß für ein Treffen der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik-Community.

In 32 verschiedenen Teilkonferenzen, zahlreichen Workshops und Tutorials, einer Postersession sowie Plenumsveranstaltungen haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus der Forschung und der Praxis die Möglichkeit, ihre Fragestellungen und Ergebnisse in den Fachgruppen zu diskutieren sowie neuste Erkenntnisse auszutauschen. Neben etablierten und sich stabil weiterentwickelnden Themenfeldern, wie z. B. Enterprise Modeling and Enterprise IS, Business Intelligence, E-Learning oder Informationssystemen in verschiedenen Wirtschaftszweigen und Branchen, greifen Teilkonferenzen auch neue und aktuelle Anforderungen und Fragestellungen der Praxis auf. Beispielhaft können als Themenfelder Geschäftsmodelle und Digitalisierung, Cyber-Physische Systeme oder NeuroIS genannt werden.

Der vorliegende Tagungsband gibt damit einen guten Überblick über die in der Wirtschaftsinformatik zurzeit behandelten Themenfelder und erlaubt gleichzeitig einen punktuell tiefen Einblick in den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Diskussion der einzelnen Themen. Erstmals bei der MKWI konnten Einreichungen den unterschiedlichen Kategorien „Full Paper“ (13 Seiten) und „Research in Progress“ (8 Seiten) zugeordnet werden. Zudem hatten die Autoren erstmals ein Wahlrecht, ob ein akzeptierter Beitrag vollständig oder nur dessen Abstract abgedruckt werden soll. Diese Maßnahmen führten dazu, dass die Teilnehmer der Konferenz auch noch im Entstehen befindliche Forschungsbeiträge vorstellen und diskutieren konnten.

Insgesamt wurden für die MKWI 2014 387 Beiträge eingereicht, davon 321 Beiträge als „Full Paper“ und 66 Beiträge als „Research in Progress“. Besonders hohe Einreichungszahlen waren in den Teilkonferenzen „CSCW and Social Computing“ (31 Einreichungen), Business Intelligence (25) und „E-Health – Prozessmanagement, Business Intelligence und Innovative Anwendungen im Gesundheitswesen“ (25) zu verzeichnen. Aus den Einreichungen wurden 183 Beiträge für einen Vortrag akzeptiert und 24 für die Postersession (wovon 21 auch auf der MKWI präsentiert werden und in diesem Tagungsband abgedruckt sind) angenommen. Dies entspricht einer Gesamtannahmequote von 53%. 12% der Autoren machten dabei Gebrauch von ihrem Wahlrecht, nur den Abstract im Tagungsband abdrucken zu lassen. Diese Beiträge sind im Titel mit „(Abstract Only)“ gekennzeichnet.

Die Teilkonferenzleitungen haben mit Hilfe ihrer Programmkomitees aufwändige, mindestens zweifach anonyme Begutachtungsprozesse durchgeführt. Für die Organisation der Teilkonferenzen, ihre inhaltliche Verantwortung und die gute kooperative Zusammenarbeit – die auch in dem Einhalten der knapp gesetzten Fristen zum Ausdruck kommt – dankt die Tagungsleitung der MKWI den Teilkonferenzleitungen herzlich. Ebenso gebührt der Dank den Mitgliedern der Programmkomitees, die teilweise sehr umfangreich in die Begutachtung von Beiträgen eingebunden waren.

Unser Dank gilt ebenso den zahlreichen Sponsoren (Goldsponsoren: ATOS, SAP, Senacor, Silbersponsor: Benteler, Bronzesponsoren: Unity, Volksbank Paderborn-Höxter-Detmold, Orconomy, myconsult, Connext, Lynx und adesso; Mediensponsoren: Springer, Neue Westfälische), Förderern (Heinz Nixdorf Stiftung, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Universität Paderborn, Präsidium der Universität Paderborn, Universitätsgesellschaft Paderborn, SFB 901 On-The-Fly Computing) sowie Netzwerkpartnern (BMBF Wissenschaftsjahr „Digitale Gesellschaft“, IKT.NRW, IHK Ostwestfalen zu Bielefeld, Wirtschaftsförderung Paderborn, Paderborn IT inside, Paderborn überzeugt, InnoZent OWL, Software Innovation Campus Paderborn, OstWestfalenLippe GmbH) der Tagung. Ohne die substanzielle finanzielle und ideelle Unterstützung wäre die Durchführung eines solch großen Events nicht möglich gewesen.

Schließlich möchten wir uns sehr herzlich beim erweiterten Organisationskomitee, den zahlreichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie den vielen studentischen Hilfskräften, die bei der Erstellung dieses Bandes und der Organisation der MKWI mitwirken und mitgewirkt haben, für die tatkräftige Unterstützung bedanken. Namentlich möchten wir dabei insbesondere Lars Beckmann, Monika Niehaus und Sabrina Geismann erwähnen.

Paderborn, im Februar 2014

Leena Suhl Dennis Kundisch

Organisation der MKWI 2014

Tagungsleitung

Prof. Dr. Dennis Kundisch

Prof. Dr. Leena Suhl

Tagungsorganisation

Lars Beckmann

Sabrina Geismann

Monika Niehaus

Erweitertes Organisationskomitee

Prof. Dr. Wilhelm Dangelmaier

Prof. Dr. Gregor Engels

Prof. Dr. Joachim Fischer

Prof. Dr. Bernd Frick

Jun.-Prof. Dr. Michaela Geierhos

Jun.-Prof. Dr. Artus Krohn-Grimberghe

Prof. em. Dr. Ludwig Nastansky

Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

Prof. Dr. Martin Schneider

Jun.-Prof. Dr. Kevin Tierney

Teilkonferenzleitungen

Ahlemann, Frederik
Aier, Stephan
Appelrath, Hans-Jürgen
Baars, Henning
Becker, Jörg
Beverungen, Daniel
Bick, Markus
Böhmann, Tilo
Böhr, Frank
Breitner, Michael H.
Bullinger-Hoffmann, Angelika C.
Deelmann, Thomas
Drews, Paul
Ehmke, Jan Fabian
Esswein, Werner
Eymann, Torsten
Fill, Hans-Georg
Frick, Norbert
Froese, Fabian J.
Fromm, Hans-Jörg
Gabriel, Roland
Gersch, Martin
Gitzel, Ralf
Goeken, Mathias
Gómez, Jorge Marx
Gronau, Norbert
Hellingrath, Bernd
Hess, Thomas
Huemer, Christian
Janiesch, Christian
Johannsen, Florian
Karagiannis, Dimitris
Kirste, Thomas
Kliewer, Natalia
Knackstedt, Ralf
Krämer, Nicole
Krämer, Jan
Krcmar, Helmut
Kurbel, Karl
Lamparter, Steffen
Lechner, Ulrike
Lehner, Franz
Lehnhoff, Sebastian
Leimeister, Jan Marco
Leist, Susanne
Lucke, Ulrike
Lux, Thomas
Matzner, Martin
Müller, Günter
Nickel, Stefan
Nissen, Volker
Nüttgens, Markus
Oberweis, Andreas
Overhage, Sven
Pickl, Stefan
Räckers, Michael
Rannenberg, Kai
Reiser, Andreas
Richter, Alexander
Riedl, René
Rinderle-Ma, Stefanie
Runkler, Thomas A.
Sackmann, Stefan
Schenk, Bernd
Schlieter, Hannes
Schoop, Mareike
Schoop, Eric
Schubert, Petra
Schumann, Matthias
Sedlmayr, Martin
Seifert, Stefan
Setzer, Thomas
Smolnik, Stefan
Stanoevska-Slabeva, Katarina
Thiesse, Frédéric
Thomas, Oliver
Turowski, Klaus
Urbach, Nils
van Dinther, Clemens
vom Brocke, Jan
von Mettenheim, Hans-Jörg
Weber, Peter
Weinhardt, Christof
Winkelmann, Axel
Winter, Alfred
Winter, Robert
Wittges, Holger
Wolf, Petra

Programmkomitee-Mitglieder aller Teilkonferenzen

Abramowicz, Witold
Accorsi, Rafael
Adam, Marc T. P.
Ahrend, Norbert
Aier, Stephan
Albani, Antonia
Albers, Andreas
Algermissen, Lars
Alt, Rainer
Amende, Nadine
Ammenwerth, Elske
Apostolopoulos, Nicolas
Arndt, Hans-Knud
Aschoff, Robinson
Aurich, Jan
Baars, Henning
Back, Andrea
Bakker, Edwin
Baumgrass, Anne
Baumöl, Ulrike
Beck, Roman
Becker, Jörg
Behrens, Hermann
Benlian, Alexander
Bernhold, Torben
Beverungen, Daniel
Beyerer, Jürgen
Bick, Markus
Bierwirth, Christian
Böhm, Stephan
Böhmann, Tilo
Borchert, Bernd
Borndörfer, Ralf
Bredel, Klaus
Breidung, Michael
Breitner, Michael H.
Breunig, Martin
Broy, Manfred
Budweg, Steffen
Buhl, Hans Ulrich
Bullinger-Hoffmann, Angelika C.
Buxmann, Peter
Caton, Simon
Chamoni, Peter
Cleophas, Catherine
Dadam, Peter
Dangelmaier, Wilhelm
Dannecker, Achim
de Graf, Beatrice
Dedehayir, Ozgur
Deelmann, Thomas
Delfmann, Patrick
Denkena, Berend
Dinter, Barbara
Dittmar, Carsten
Drechsler, Andreas
Drepper, Johannes
Drews, Paul
Drösler, Saskia E.
Dugas, Martin
Ebner, Martin
Eckhardt, Andreas
Ehmke, Jan Fabian
Engels, Gregor
Erek, Koray
Esswein, Werner
Eulgem, Stefan
Eymann, Torsten
Fahle, Torsten
Felden, Carsten
Fenz, Stefan
Fettke, Peter
Fier, Andreas
Fill, Hans-Georg
Finger, Ralf
Fink, Kerstin
Fischer, Herbert
Fischer, Stephan
Flath, Chris
Flatscher, Rony G.
Fleisch, Elgar
Fließ, Sabine
Frank, Michael
Frank, Ulrich
French, Simon
Fridgen, Gilbert
Fromm, Hansjörg
Fuchs-Kittowski, Frank
Funk, Burkhardt
Gabriel, Roland
Gersch, Martin
Gettinger, Johannes
Giesen, Nils
Gimpel, Henner
Glötzel, Markus

Gluchowski, Peter
Goeken, Mathias
Goldschmidt, Andreas J. W.
Gomber, Peter
Gómez, Jorge Marx
Gonzáles, José
Gronau, Norbert
Gross, Tom
Guhr, Nadine
Güldenberg, Stefan
Habryn, Francois
Hagenhoff, Svenja
Hartl, Richard
Haux, Reinhold
Heidemann, Julia
Heine, Moreen
Heinrich, Bernd
Hellingrath, Bernd
Herrmann, Thomas
Herzwurm, Georg
Hess, Thomas
Hilbert, Andreas
Hilgers, Dennis
Hinkelmann, Knut
Hinz, Oliver
Hofmann, Georg Rainer
Hofmann-Apitius, Martin
Holten, Roland
Hoyer, Volker
Hu, Bo
Isenmann, Ralf
Janiesch, Christian
Janssen, Martin
Javor, Andrija
Jeners, Nils
Johannsen, Florian
Jung, Reinhard
Junker, Horst
Jürjens, Jan
Karagiannis, Dimitris
Katzy, Bernhard
Kemper, Hans-Georg
Kemper, Alfons
Kenning, Peter
Kerschbaum, Florian
Kiechle, Günter
Kirn, Stefan
Kittel, Kai
Klein, Stefan
Klier, Matthias
Klischewski, Ralf
Knackstedt, Ralf
Koberstein, Achim
Koch, Michael
Kolbe, Lutz
König-Ries, Birgitta
Korevaar, Peter
Korte, Sabine
Koschmider, Agnes
Krämer, Jan
Kranz, Johann
Krasnova, Hanna
Krcmar, Helmut
Krebs, Irene
Kügler, Maurice
Kundisch, Dennis
Kurbel, Karl
Laartz, Jürgen
Lang, Corinna V.
Laurischkat, Katja
Lechner, Ulrike
Legner, Christine
Lehmann, Peter
Lehner, Franz
Leimeister, Jan Marco
Leist, Susanne
Lenz, Richard
Leopold-Wildburger, Ulrike
Leymann, Frank
Loebbecke, Claudia
Loos, Peter
Lovasz-Bukvova, Helena
Lucke, Ulrike
Lukosch, Stephan
Mädche, Alexander
Madlener, Reinhard
Mahmoud, Tariq
Maier, Ronald
Malaka, Rainer
Marquardt, Kurt
Martensen, Malte
Martin, Jochen
Mattfeld, Dirk Christian
Matthes, Florian
Mayr, Heinrich C.
Meier, Horst
Mendling, Jan
Mertens, Peter
Mertins, Kai
Meyer, Holger J.
Miralles, Francesc
Möhl, Peter

Möller, Andreas
Mönch, Lars
Moormann, Jürgen
Moreno, Beatrice
Möslein, Kathrin
Müller, Benjamin
Müller, Egon
Müller, Martin
Müller, Patrick
Müller, Roland
Müller-Birn, Claudia
Müller-Christ, Georg
Müller-Mielitz, Stefan
Müller-Putz, Gernot R.
Myrach, Thomas
Neumann, Dirk
Neumann, Gustaf
Niehaves, Björn
Niemeyer, Peter
Nissen, Volker
Nochta, Zoltan
North, Klaus
Nüttgens, Markus
Oberweis, Andreas
Olbrich, Sebastian
Osmers, Manuel
Österle, Hubert
Paech, Barbara
Parycek, Peter
Pawlowski, Jan M.
Peinl, René
Penzel, Hans-Gert
Petrakis, Ioannis
Pickl, Stefan
Pinkwart, Niels
Pipek, Volkmar
Pöppelbuß, Jens
Pousttchi, Key
Prilla, Michael
Prinz, Wolfgang
Proper, Henderik
Rannenberg, Kai
Raphael, Holger
Rapp, Barbara
Rauner, Marion
Rebstock, Michael
Rehäuser, Jakob
Reichert, Manfred
Reimer, Ulrich
Remus, Ulrich
Renken, Uta
Richter, Sebastian
Richter, Alexander
Riedl, René
Rieger, Bodo
Riemenschneider, Frank
Riemer, Kai
Rinderle-Ma, Stefanie
Ritz, Thomas
Röglinger, Maximilian
Rohs, Michael
Rose, Thomas
Rosemann, Michael
Rosenberg, Florian
Rosenberg, Ann
Rosenkranz, Christoph
Roßbach, Peter
Roth, Jörg
Sackmann, Stefan
Sandau, Alexander
Sandkuhl, Kurt
Schenk, Birgit
Schermann, Michael
Schlauderer, Sebastian
Schmidt, Lutz
Schöber, Volker
Schoder, Detlef
Scholl, H. Jochen
Schoop, Eric
Schubert, Petra
Schuckließ, Bertolt
Schulz, Sönke E.
Schuppan, Tino
Schwabe, Gerhard
Seifert, Stefan
Seufert, Andreas
Shimshon, Gideon
Siebenhüner, Bernd
Siepermann, Markus
Siewert, Jens
Sinz, Elmar
Smolnik, Stefan
Söllner, Matthias
Solsbach, Andreas
Sommer, Carsten
Sonnenschein, Michael
Spann, Martin
Specht, Günther
Staake, Thorsten
Stahringer, Susanne
Stamer, Daniel
Stary, Christian

Steinhüser, Melanie
Stelzer, Christian
Stevens, Gunnar
Stieglitz, Stefan
Stocker, Alexander
Strahringer, Susanne
Strecker, Stefan
Strembeck, Mark
Strohmeier, Stefan
Sudeikat, Jan
Sunyaev, Ali
Süpke, Daniel
Tai, Stefan
Taratoukhine, Victor
Taudes, Alfred
Terzidis, Orestis
Teschner, Florian
Teuteberg, Frank
Thiel-Clemen, Thomas
Thomas, Oliver
Tochtermann, Klaus
Trier, Matthias
Tröschel, Martin
Turin, Simone
Türker, Can
Turowski, Klaus
Unland, Rainer
van Vliet, Sebastian
Veit, Daniel
Vetschera, Rudolf
vom Brocke, Jan
von Mettenheim, Hans-Jörg
von Hauff, Michael
von Lucke, Jörn
Voss, Stefan
Wagner vom Berg, Benjamin
Walser, Konrad
Weber, Barbara
Weidlich, Anke
Weidner, Stefan
Weinhardt, Christof
Weinmann, Markus
Weiß, Peter
Weitzel, Tim
Wenke, Birgit
Weronek, Karsten
Werthner, Hannes
Wiesmann, Dorothea
Wiewiorra, Lukas
Wimmer, Maria
Wind, Martin
Winkelmann, Axel
Winter, Alfred
Wombacher, Andreas
Wortmann, Felix
Wulf, Volker
Zäh, Michael
Zanker, Markus
Zarnekow, Rüdiger
Zarvic, Novica
Zdun, Uwe
Zimmermann, Hans-Dieter
Zimmermann, Steffen
Zühlke-Robinet, Klaus
Zweck, Axel

Vorwort der Tagungsleitung **2**

Organisation der MKWI 2014 ..... **4**

Teilkonferenzleitungen **5**

Programmkomitee-Mitglieder aller Teilkonferenzen **6**

Teilkonferenz: Adoption, Nutzung und Erfolg von Artefakten in der WI **21**

The Influence of Prior On-Premise Use on the Confirmation and Perception of Infrastructure-specific System Quality – An Empirical Study 22

Ein Wissenschaftstheoretisches Framework für die Erforschung von IT-Innovationen (Abstract Only) 34

Organizational Adoption of Social Networking Services – A Literature Review 35

Extending Process Virtualization Theory: Development of a Research Model and Pre-test 51

Dealing with Privacy and Security Risks – App Consumers in Mobile Ecosystems 64

Verhaltensbasiertes Energiesparen am Arbeitsplatz: Ergebnisse einer vergleichenden Studie 75

Teilkonferenz: Bedeutung von IT-Innovationen für die IV-Unternehmensberatung und ihre Kunden **88**

Rekrutierungskriterien von IT-Unternehmensberatungen und deren Relevanz für die Ausbildung an Hochschulen 89

Do Management and IT Consulting Firms Provide Different Types of Innovations for Their Clients? An Activity Analysis 103

Methodenmanagement in der Unternehmensberatung – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung in einem internationalen IT-Beratungsunternehmen 116

Teilkonferenz: Business Intelligence **130**

Identifikation und Beschreibung von Qualitätsmerkmalen für Produktstammdaten 131

On The Impacts of Data Modeling on Representational Information Quality (Abstract Only) 145

Themen und Trends der Wirtschaftsinformatik – Eine Analyse unter Einsatz von Big-Data-Technologie 146

Business Intelligence & Analytics for Processes – A Visibility Requirements Evaluation 154

Industrie 4.0 und Data-Mining-Projekte - interdisziplinäre Zusammenarbeit von Ingenieuren und Datenanalysten im Produktionsprozess 167

Big Guys and Big Data: Mining Shareholder Interaction Networks of Transnational Media Companies with Weighted Quasi-Bicliques 181

A business intelligence system for capturing B2B relationships by combining mining of operational data and questionnaire-based assessments 194

Generativity of Business Intelligence Platforms: A Research Agenda Guided by Lessons from Shadow IT 207

An Exploration of Factors Influencing the Continuous Use of Business Intelligence Systems 221

Extraktion von Weblog-Inhalten im Social BI 236

Towards a Price Forecast Model for the German Electricity Market Based on Structured and Unstructured Data 249

Status Quo und Forschungspotentiale von Business Intelligence im Kontext des Smart Meterings 262

Predicting Repayment Success in IT-Mediated Peer-to-Peer Lending: The Value of Soft Information (Abstract Only) 275

Teilkonferenz: Crisis Management – Information Systems, Humanitarian Logistics and IT-based Decision Support 276

An Exploratory Study of Crisis Response Configurations from a Sociomateriality Perspective (Abstract Only) 277

Modellbasierende Früherkennung politischer Krisen: Prototyp einer serviceorientierten Plattform 278

Resilience in Transport Logistics 294

Towards Automated Adaptation of Disaster Response Processes - An Approach to Insert Transport Activities 307

Ein konzeptionelles Stabsmodell für die Entwicklung von Stabsrahmenübungen 321

Towards an Infrastructure and Logistic Resource Meta-Model for Humanitarian Logistics (Abstract Only) 335

Service Oriented Approaches for Crisis and Disaster Management 336

Teilkonferenz: Cyber-Physische Systeme: Geschäftsmodelle, Dienste, IT-Architekturen 349

First Steps towards an Event-Driven Reference Architecture in Manufacturing 350

Towards a Common Reference Architecture for the Multidisciplinary Subject of Cyber-Physical Systems 363

Teilkonferenz: Digitale Industrie 376

Betriebswirtschaftliche Nutzeffekte der In-Memory-Technologie für das Cash-Management 377

A Structured Software Selection Approach for the Digital Factory 390

Function Based Engineering - A Standardization Framework for the Plant Engineering Domain 404

Additive Manufacturing – Herausforderungen für die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik 417

Integration von Web 2.0-Technologien in ERP-as-a-Service am Beispiel von SAP Business ByDesign 429

Kundengetriebene Interaktionen in Software-Customizing Projekten: Erkenntnisse einer multi-methodischen Fallstudie 443

Entwicklung eines Modells für die unternehmensübergreifende IT-Integration in Produktionsverbünden der Druckbranche ... 455

Teilkonferenz: e-Commerce und e-Business ... 463

Ergebnisse einer experimentellen Studie zur Wirkung von Rabatt-Angeboten auf das Konsumentenverhalten von E-Mail-Newsletter-Empfängern eines Online-Cashback-Anbieters ... 464

Agile Market Models – Design and Evaluation of efficient Structures for a mass-customizable Market Platform (Abstract Only) ... 477

Ergebnisse und Redundanz in der Diskussion um eWOM: Eine kritische Literaturauswertung ... 478

Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Bestimmung möglicher Kooperationspartner in der Suchmaschinenoptimierung ... 490

Classification Framework for Analyzing Business Models of E-Marketplaces ... 503

Die Wirkung von QR-Codes auf die Einstellungsbildung und die Verhaltensabsichten von Konsumenten – Eine experimentelle Studie (Abstract Only) ... 518

Auswirkungen des E-Commerce auf die Wertschöpfungsstrukturen im B2C-Einzelhandel: Erkenntnisse aus der Schweiz ... 519

Towards an Awareness Gap on Cybercrime – an Empirical Analysis of the Perceived Threat Level and Implemented IT Security Measures in Companies ... 533

The Bandwagon Effect in Digital Environments: An Experimental Study on Kickstarter.com ... 546

Teilkonferenz: E-Government / IS in der öffentlichen Verwaltung ... 557

Process-oriented Standard Software – An Impulse for Sustainable Business Process Management at Higher Education Institutions? ... 558

Barriers and strategies of process knowledge sharing in public sector organizations ... 571

Is Facebook Ready for Open Government? A Quantitative Analysis amongst its Users ... 584

Teilkonferenz: E-Health – Prozessmanagement, Business Intelligence und Innovative Anwendungen im Gesundheitswesen ... 597

Entwicklung einer Methodik für die serviceorientierte Realisierung von Workflows im Kontext von Ambient Assisted Living ... 598

SmartCoping: Ein System zur mobilen Erkennung und Prävention von Stress ... 611

Einsatz von mobiler erweiterter Realität in AAL-Lösungen ... 619

e-Health for Homecare – Multinationales Requirements Engineering mittels Pull-Strategie in der Laienpflege ... 631

Improving patients' adherence by enabling pharmacist- patient communication beyond face-to-face encounters: An analysis of genres of Pharmacist-Patient Health Information Systems ... 644

Optimierung der Steuerung logistischer Versorgungsprozesse am Beispiel von Textilien im Krankenhaus ... 652

Improving Comprehensibility of Medical Information - Proof-of-Concept for Patient Information Leaflets ... 665

Plattformkonzept zur Orchestrierung komplexer Dienstleistungen im kommunalen Quartier – Prozesse, Abläufe und Standards in der ambulanten Pflege und komplementäre Dienstleistungen im Rahmen eines Modellprojektes ... 678

Empirische Analyse der Potenziale von Social Networks zur Personalbeschaffung im Krankenhaus ... 686

A Systems Theory Approach for Information Systems Planning in Hospitals ... 699

Towards a Design Theory for IS Services Enabling Incentive-based Health Promotion in Organizations ... 712

Exploring Determinants of Effective Use: The Role of Misfits between a Hospital and its Information System ... 721

Konzeption ausgewählter Spracherweiterungen zur Ressourcenmodellierung in Modellen klinischer Behandlungspfade – Am Beispiel der Koronarangiographie ... 735

Simulation stationsübergreifender Patientenflüsse zur Evaluation flexibler Bettenbelegungsszenarien aufgrund der Jahresdatenanalyse eines Universitätsklinikums ... 749

Agent-based process coordination among hospital units ... 763

Teilkonferenz: E-Learning und Lern-Service-Engineering ... 775

Utilising Learning Methods in Electronic Negotiation Training ... 776

Using Synchronized HTML5 Videos to Produce High-quality, Low-cost Web Lectures ... 790

A Respecification of the DeLone and McLean Model to Measure the Success of an Electronic Mediated Learning System ... 805

A Social and Personalized Learning Platform for Vocational Social Media Education ... 820

Herausforderungen und Best Practices der E-Learning Einführung im Unternehmen ... 833

Technology Support for Informal Learning in Mobile Work Situations ... 846

Suggestion-based Correction Support for MOOCs ... 855

Teilkonferenz: Energieinformatik, Erneuerbare Energien und Neue Mobilität ... 868

Entscheidungsunterstützungssystem zur Projektbewertung von Onshore Windenergieprojekten in Schwellenländern ... 869

The Value of IS for Increasing the Acceptance of Electric Vehicles - The Case of Range Anxiety ... 882

Dienstleistungsinnovationen für die Elektromobilität ... 895

An Ecosystem Overview and Taxonomy of Electric Vehicle Specific Services ... 908

Aufgabengebiete und Entwicklungspotenziale von Energiemanagementsystemen ... 921

Simulating consumer choice of innovative business models for electric mobility (Abstract Only) ... 934

Selbstregulierende Verbraucher im Smart Grid: Design einer Infrastruktur mit Hilfe eines Multi-Agenten-Systems ... 935

Replacing the Full Load Hours Key Figure for the Risk Assessment of Wind Energy Projects ... 949

Carsharing: A Literature Review and a Perspective for Information Systems Research ... 962

Teilkonferenz: Enterprise Modeling and Enterprise IS ... 980

Gestaltungsdimensionen der Individualisierung von Unternehmenssoftware ... 981

Using Gap Analysis to Support Feedback Loops for Enterprise Architecture Management ... 994

Detailgrad und Verständlichkeit von Unternehmens-modellen – verständlichere Modelle dank höherer Komplexität? ... 1007

Zur Evolution der Ereignisgesteuerten Prozesskette ... 1020

Eine Methode zur induktiven Entwicklung von Referenzmodellen ... 1034

Architectural Support of Enterprise Transformations: Insights from Corporate Practice ... 1048

Experimentelle Evaluation automatisierter Verfahren zur Bestimmung der Ähnlichkeit von Knoten in Geschäftsprozessmodellen ... 1061

Betriebliche Prozesse und Projekte im Spannungsfeld zwischen Standardisierung und Agilität ... 1075

Developing an Ontology for Enterprise Crowdsourcing ... 1088

Teilkonferenz: Geschäftsmodelle und Digitalisierung ... 1101

Integrierte Preisvergleiche in Suchmaschinen und deren Auswirkung auf das Geschäftsmodell klassischer Preissuchmaschinen ... 1102

Towards Adaptive Business Models for Intelligent Information Logistics in Transportation (Abstract Only) ... 1110

Literaturübersicht: Geschäftsmodellkomponenten in der Computer- und Videospieleindustrie ... 1111

Analysis of Big Data enabled Business Models using a Value Chain Perspective ... 1125

Geschäftsmodelle für E-Learning Unternehmen: Konzeptionelle Herleitung eines Rahmenwerks ... 1138

Successfully funded! - Welche Geschäftsmodelle machen crowdfinanzierte Cloud-Startups erfolgreich? ... 1151

Teilkonferenz: Geschäftsprozessmanagement und Flexibilität in Workflow Management Systemen (WFMS) ... 1159

Geschäftsprozessintegration – eine Literaturanalyse ... 1160

Service Desk Requirements for Cloud Service Providers ... 1173

Interactive Process Discovery and Improvement in People-Driven Business Processes ... 1185

PRIMA II – An Analysis of Resource Availability in Disaster Response Processes ... 1199

Teilkonferenz: IKT-gestützte Unternehmenskommunikation 1212

Entwicklungsstand und Entwicklungspotenziale in der Verwendung von Facebook zur Organisationskommunikation: Eine empirische Analyse von Facebook-Präsenzen sozialwirtschaftlicher Organisationen in Wien 1213

Reduktion der Informationsüberflutung durch Informationsbedarfsmuster in der E-Mail-Kommunikation 1226

Vor- und Nachteile von Bring Your Own Device (BYOD) aus Mitarbeitersicht: Eine qualitative Analyse von Interviews 1234

Teilkonferenz: IKT-gestütztes betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement 1247

Decision Support Systems for Environmental Sustainability Technology Transformations – The Case of an Electric Vehicle Adoption Decision 1248

Do EMIS have the capabilities to support sustainability reporting in practice? Initial results from a latitudinal study with German companies 1261

Instrumente zur nachhaltigen Unternehmensgestaltung mit Informationssystemen – Überblick, Klassifikation und Vergleich 1274

Entwicklung praxisrelevanter IKT-Artefakte für ein betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement mittels Konsortialforschung – Implikationen des Verbundprojekts IT-for-Green 1287

Nutzung von betrieblichen Umweltinformationssystemen in der Fleisch verarbeitenden Industrie – eine empirische Erhebung 1305

Bestimmung des Energieverbrauchs von Geschäftsprozessen auf mobilen Workstations: Konzept, Implementierung und Ergebnisse einer Laborfallstudie 1318

Modell eines Sustainability CRM (SusCRM) für Mobilität 1332

Konzeption eines Green Storage Dashboards 1346

Greenwashing in Online Marketing – Investigating Trust-Building Factors Influencing Greenwashing Detection 1359

Nachhaltigkeitsberichterstattung als Service eines BUIS - Anforderungen an ein Schema zur Nachhaltigkeits-berichterstattung im Projekt IT-for-Green 1367

Towards Model-based Energy Management 1375

Quantifizierung der energetischen Einsparpotenziale durch Nutzung von thermischen Kaltwasserspeichern in Rechenzentren anhand eines Beispiels (Abstract Only) 1390

Teilkonferenz: Informationssysteme in der Finanzwirtschaft 1391

Analyzing Risk Interaction Effects among IT Projects based on Modern Portfolio Theory 1392

How to price a Digital Currency? Empirical Insights on the Influence of Media Coverage on the Bitcoin Bubble 1404

Toward Supporting Analytical Tasks in Financial Footnotes Analysis- a State of the Art 1417

Application Services Outsourcing in the Banking Industry – Current Strategies and Challenges 1436

Teilkonferenz: Informationssysteme in Transport und Verkehr 1449

Ein Dekompositionsansatz für die Repositionierung in Bike-Sharing-Systemen 1450

Schichtplanung von Zugbegleitpersonal unter Berücksichtigung von Prüfquoten 1458

A Decision Support System for Crew Rostering in Public Transit (Abstract Only) 1471

Column Generation for the Liner Shipping Fleet Repositioning Problem (Abstract Only) 1472

Bereitstellung von fahrertypabhängigen Kantengewichten zur personalisierten Routenberechnung 1473

Simulationsbasierte Logistikkoordination in der Betriebsführung von Offshore-Windparks 1486

Ein Fahrzeugeinsatzplanungsproblem mit mehreren Produkten und Belieferungsreihenfolgen (Abstract Only) 1499

Car Sharing in Zürich – Optimization and Evaluation of Station Location and Size 1500

Heuristic Routing Software for Planning of Combined Road Transport with Swap Bodies: A Practical Case 1513

Teilkonferenz: IT-Unterstützung des Personalmanagements 1525

Mobile Applications in Human Resource Management – A Task-Technology-Fit Perspective .. 1526

Gestaltung eines Dashboards zur Qualifikationsbedarfsanalyse in Jobportalen 1539

COMET: From HR Management Concepts to HR Data Warehouse Implementation 1553

Teilkonferenz: Konzeptionelle Modellierung 1565

Rechnerunterstützte Abbildung textueller Regelwerke des Prüfungswesens einer Hochschule ... 1566

Entwicklung einer BPMN-Extension für ressourcen-intensive Prozesse im Maschinenbau 1574

EPC Generator: A concept to generate Event-driven Process Chains based on an original process model 1587

Evaluating the Evaluation of Process Matching Techniques 1600

A Genetic Algorithm for the Inductive Derivation of Reference Models Using Minimal Graph-Edit Distance Applied to Real-World Business Process Data 1613

Erweiterung des Aachener PPS-Modells um Aspekte von Handelsunternehmen zur einheitlichen Beschreibung von Verbrauchsgüter-Supply-Chains 1627

Teilkonferenz: CSCW & Social Computing 1635

Lowering Knowledge Boundaries through Collaboration Technology: A Problem Identification 1636

Designing Target-Oriented Incentive Systems for Online Production Communities 1645

I like! Eine quasi-experimentelle Untersuchung von organisationaler Identifikation und Unternehmensreputation als Einflussfaktoren auf das Nutzerverhalten in sozialen Medien 1658

Conceptualizing the Idea Selection Problem: Building on Insights from a large-scale Innovation Contest 1667

Barrieren der Erfolgsmessung von Enterprise Social Software 1681

Using Twitter as a Source for Travel Warnings: the Role of Information Source and Target Audience 1694

Anforderungsanalyse von Enterprise Social Networking Anwendungen – Eine Action Design Research Studie 1707

Kennzahlen kooperativer Arbeitsbereiche 1721

User Collaboration for Idea Elaboration 1732

On the State of the Art in Simulation of Collective Intelligence – A Literature Review 1746

Ein integrierter Mikroblogging-Ansatz zur Unterstützung verteilter Softwareentwicklungsprojekte 1761

Mehrwerte von Intranet Social Software – Status quo in der Wissenschaft 1775

Mitfahrpraktiken älterer Menschen verstehen und gestalten: Ergebnisse einer ethnographischen Studie 1786

Teilkonferenz: Kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen 1799

Produktivitätswahrnehmung von Anbietern und Kunden bei professionellen Dienstleistungen: Unterschiede und Gemeinsamkeiten am Beispiel von Software Customizing 1800

Erstellung eines Metamodells zur Entwicklung einer Kollaborationsplattform für die kundeninduzierte Orches-trierung komplexer Dienstleistungen in der Druckbranche 1808

Towards Customer-centric Mass Customization – Contribution of a Customer Model 1821

Teilkonferenz: 9. Konferenz Mobilität und mobile Informationssysteme 1834

Methode zur Umsetzung einer Bring Your Own Device Strategie im Unternehmen 1835

Important Product Features of Mobile Decision Support Systems for In-Store Purchase Decisions: A User-Perspective Taking into Account Different Purchase Situations 1847

Old Dogs and New Tricks – Exploring the Benefits and Drawbacks of IT Consumerization in the Context of Aging Workforces 1860

Mobile sensors on electric bicycles – a qualitative study on benefits and requirements from user perspective 1873

Teilkonferenz: Modellierung und Management sicherer Geschäftsprozesse 1887

Understanding IT risk management design in large organizations (Abstract Only) 1888

Ein Vorgehensmodell zur Durchführung einer prozessorientierten Sicherheitsanalyse 1889

Effizienzsteigerung von Compliance-Kontrollen in semi-automatisierten Prozessen – Prototypische Realisierung am Beispiel der Benutzer-Rezertifizierung 1897

IT and Data Governance: Towards an Integrated Approach 1911

Modeling and Analyzing Information Security in Secure Logistics Business Processes 1924

cLog: Complex Event Log Synthesis Tool 1937

Teilkonferenz: NeuroIS: User Experience, Emotionen, Stress und Neuroadaptive Informationssysteme 1951

Flow Design Method: Four Steps towards Optimal User Experience 1952

NeuroKMS: Integrating Neuroscience into Knowledge Management for Assuring Data Quality 1965

Teilkonferenz: Next Generation ERP: Integrierte Informationsverarbeitung in der Wertschöpfungskette 1978

Softwareauswahl in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) - Gegenüberstellung und Bewertung von Vorgehensmodellen zur Auswahl betrieblicher Anwendungssoftware 1979

Teilkonferenz: Prescriptive Analytics in IS 1992

A probabilistic model for learning multi-user preferences with applications to electricity tariff choice 1993

Adapting Server-Resource Assignments in Data Centers Based on Time-Interval Clustering (Abstract Only) 2005

Proaktives Assistenzsystem für die strategische IT-Service-Infrastrukturplanung 2006

Teilkonferenz: Service Engineering & Management 2019

Evaluation der Multiple Domain Matrix Methode zur Modularisierung von Dienstleistungen am Beispiel eines Versorgungsnetzwerks für psychische Erkrankungen 2020

Informationsbedarfe und -bereitstellung in technischen Serviceprozessen: Eine Bestandsaufnahme unterstützender IT-Systeme am Point of Service 2034

IT-basierte Dienstleistungen für die Elektromobilität – Konzeptioneller Rahmen und Literaturanalyse 2047

Teilkonferenz: Student Track 2067

Nutzen von In-Memory Computing am Beispiel von SAP HANA 2068

Die Entwicklung eines ganzheitlichen Ansatzes für die automatisierte Bereitstellung und Konfiguration von Services in Cloud-Umgebungen (Abstract Only) 2081

Conceptualisation of Contextual Factors for Business Process Performance (Abstract Only) 2082

Impact of Solvency II on the Enterprise Architecture of Insurances: A Qualitative Study in Germany 2083

Entwicklung eines Softwareprototyps zur Bestimmung und Auswertung des Energieverbrauchs rechnergestützter Aktivitäten in Unternehmen 2096

Social Media Marketing im Personalmanagement – eine Vergleichsstudie zur Nutzung durch Unternehmen und Studenten (Abstract Only) 2109

Globales Life-Cycle-Trackingsystem für elektronische Konsumgüter 2110

Konzeption eines Collaborative Filtering Algorithmus für E-Learning-Szenarien 2123

JobRoute: A Cloud-based Workforce Management System (Abstract Only) 2136

Bitcoin - Eine strukturierte Analyse 2137

Disconnected Query Evaluation and Proactive Caching in Distributed Mobile Recommender Systems 2150

Federated Enterprise Architecture Model Management: Collaborative Model Merging for Repositories with Loosely Coupled Schema and Data 2163

Toward a Method for Developing a Service Portfolio for a Supply Chain Center of Excellence 2175

Geschäftsmodellinnovation in der Medienbranche: Auswirkungen des Internets auf die Geschäftsmodelle etablierter Tageszeitungen 2187

Ökologische Neuausrichtung zweier Prozesse des IT-Service-Managements im Rahmen einer Fallstudie (Abstract Only) 2198

How leading retail companies and their customers can benefit from mobile solutions using SAP technology (Abstract Only) 2199

Cost of FREE – der tatsächliche Preis einer App (Abstract Only) 2200

The Relationship between Customer Reviews and Online Sales 2201

Teilkonferenz: Telekommunikations- und Internetwirtschaft 2211

Kooperative Bereitstellung von Next Generation Access Netzen – Hinweise aus dem deutschen Breitbandmarkt (Abstract Only) 2212

Competition at Last? An Economic Analysis of Current Mobile Data Roaming Regulations in Europe (Abstract Only) 2213

Strategic control of digital platforms in the ICT industry – the derivation and validation of an analysis framework 2214

Datenverluste und Störfälle im Cloud Computing: Eine quantitative Analyse von Service Level Agreements, Störereignissen und Reaktionen der Nutzer 2227

Teilkonferenz: Very Large Business Applications 2241

Vergleich analytischer Vorhersageansätze für die Verfügbarkeit von IT-Diensten 2243

Entwurf von hierarchisch-strukturierten kanonischen Datenmodellen für VLBA 2257

Grundlegende Überlegungen zur Konzeption einer multiperspektivischen Methode der Messung des IT-Wertbeitrags 2271

Teilkonferenz: Wissensmanagement 2284

Gestaltungsdimensionen des Wissensmanagements im Enterprise 2.0 – Eine inhaltsanalytische Betrachtung der Fallstudiensammlung www.e20cases.org 2285

Absorptive capacity and the complementarity of control mechanisms in open source software development: A knowledge-based-view 2298

Zum Stand der systematischen Einbettung von Open Innovation in der deutschen Softwarebranche 2307

Enhancing Knowledge Management Systems with Social Network Functionalities by Integrating a Social Wall 2321

Planung und Erfolgskontrolle von Wissensmanagementmaßnahmen 2334

Protecting Organisational Knowledge: A Structured Literature Review (Abstract Only) 2347

Barriers to Open Innovation and Knowledge Management: A Comparative Analysis of Western and Japanese Literature 2348

Teilkonferenz: Adoption, Nutzung und Erfolg von Artefakten in der WI

Fragestellungen der Wirkung und Wirtschaftlichkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) werden in der Wirtschaftsinformatik seit vielen Jahren intensiv diskutiert. Vor dem Hintergrund, dass weiterhin eine große Zahl an IKT-Misserfolgen zu beobachten ist, bleibt die Messung des Erfolgs von IKT auf Basis individueller Nutzung und organisationaler Adoption eine wichtige Herausforderung sowohl für Praktiker als auch in der wissenschaftlichen Forschung. Die Forschungsaktivitäten in diesem Bereich werden zunehmend dahingehend erweitert, dass nicht nur IKT sondern auch andere Artefakte wie Organisationsstrukturen, Prozesse und Methoden untersucht werden. Hier kann eine Brücke zur konstruktionsorientierten Wirtschaftsinformatikforschung geschlagen werden, bei der die erfolgsorientierte Evaluierung von Artefakten von großer Bedeutung ist.

Diese Teilkonferenz hat Forscher und Praktiker dazu eingeladen, ihre Forschung zu Aspekten der Adoption, der Nutzung und des Erfolgs von Artefakten wie IKT, Organisationsstrukturen, Prozessen und Methoden zu präsentieren. Dabei sollen – der methodischen Vielfalt der Wirtschaftsinformatik gerecht werdend – sowohl konzeptionelle sowie qualitativ- und quantitativ-empirische Studien vorgestellt werden.

Mit Freude hat das Programmkomitee zur Kenntnis genommen, dass die Teilkonferenz, die zum zweiten Mal ausgerichtet wird, mit insgesamt 16 Einreichungen erneut auf großes Interesse gestoßen ist. Nach Begutachtung von in der Regel jeweils drei Fachkollegen konnten insgesamt sechs Beiträge angenommen werden, was einer Annahmequote von 37,5% entspricht.

Dezember 2013

Nils Urbach, Frederik Ahlemann, Stefan Smolnik

(Teilkonferenzleitung)

The Influence of Prior On-Premise Use on the Confirmation and Perception of Infrastructure-specific System Quality – An Empirical Study

Sebastian Walther

Universität Bayreuth, Institut für Wirtschaftsinformatik, 95444 Bayreuth,
E-Mail: s.walther@uni-bayreuth.de

Torsten Eymann

Universität Bayreuth, Institut für Wirtschaftsinformatik, 95444 Bayreuth,
E-Mail: torsten.eymann@uni-bayreuth.de

Boris Otto

Technische Universität Dortmund, Audi-Lehrstuhl Supply Net Order Management, 44227 Dortmund,
E-Mail: boris.otto@tu-dortmund.de

Christoph Buck

Universität Bayreuth, Institut für Wirtschaftsinformatik, 95444 Bayreuth,
E-Mail: christoph.buck@uni-bayreuth.de

Gaurang Phadke

Universität Bayreuth, Institut für Wirtschaftsinformatik, 95444 Bayreuth,
E-Mail: gaurang.phadke@uni-bayreuth.de

Abstract

The paper examines the role of prior on-premise enterprise systems use on the confirmation and perception of the infrastructure-specific system quality of cloud enterprise systems. The research model is built on expectation-confirmation theory conceptualizing and interlinking the different elements of system quality which differ strongly between on-premise and cloud solutions. To answer the research question, an empirical study using survey-methodology was conducted. The data was analysed using SmartPLS. Results show that most of the confirmation can be explained through SaaS-specific system quality. In addition, we identified a significant relationship between past experience with on-premise and confirmation.

1 Introduction

The emergence of cloud computing has dramatically changed the application of enterprise systems (ES) within organisations [1]. According to [2] cloud computing is an "application delivered as services over the internet and the hardware and systems software in the data centres that provide those services". Historically ES have been utilised by large enterprises to provide an integrated package of applications with the goal of providing a competitive advantage to the adopting organisations [3] with very few small and medium enterprises being able to afford them [1]. However cloud computing has revolutionised ES, and brought about a new phenomenon, cloud ES. Cloud ES utilises software as a service (SaaS), which allows for the traditional ERP system to be present on the cloud, making it an affordable, easy to implement and flexible software solution [4]. According to research by Gartner Group in 2009, SaaS sales had reached $7.9 billion dollars, with approximately two thirds of the sales attributed to cloud ES. It is projected that by 2015 SaaS sales will increase to $21 billion [5]. Parallel to these impressive economic number, academic literature on SaaS has seen a rapidly growing body since 2007 [6].

Our research question was triggered by exploratory interviews we conducted with managers of a leading German cloud ES provider in 2011, where the interviewees were just able to explain the benefits of cloud solutions when comparing them to existing on-premise ES. This observation led to the research question explored in this paper: to which degree do cognitions about our past experience with an on-premise information system influence the confirmation process and the perception of the cloud offering[1]? While it might seem intuitively clear that prior use of IS will influence our perceptions of actual IS use, we try to conceptualize this fact by introducing the term functional substitute. In our research, functional substitutes are information systems, which fulfil the same task (within a company), however, have a different underlying IT infrastructures. Therefore, to answer the research question, it was necessary to clearly distinguish between system quality facets which differ strongly between on-premise and cloud solutions.

The topic is both, theoretically and practically relevant. From a theoretical viewpoint, a vast body of literature has explored the antecedents of confirmation, most of them in the context of the predominant frameworks in IS: the expectation-confirmation theory (ECT) [7] and the expectation-confirmation model (ECM) [8]. ECT has also been applied and validated in several marketing-specific contexts to predict repurchase intentions of products or services [9, 10]. In contrast, only little work has been done studying the confirmation and continuance in the context of SaaS [11, 12, 13, 14, 15]. In addition, no research has been conducted concerning the constructs past experience with on-premise, as well as infrastructure-specific system quality (Note that UTAUT refers to experience in the sense of "learning"). From a practical viewpoint, our research helps to provide guidance on how to approach new customers. For instance, one can argue that contrasting the new solution to the old solution might or might not be beneficial for confirmatory purposes while the service is being consumed. The main contribution of the paper is to introduce a construct "prior on-premise use", which can be extended in further IS literature do study "general prior system use" and its impact on actual perceptions.

The paper is built as follows. First, the theoretical background is given to outline the theoretical considerations, which are then applied in chapter 3. Chapter 4 outlines the methodology including the description of the data gathering procedure, as well as the data analysis method. Finally, the results are presented and discussed.

[1] The reason why we can explicitly draw on on-premise experience is that system users previously used on-premise system. However, the construct could also be more general, e.g. previous system use (general).

2 Theoretical Framing

2.1 Expectation-Confirmation Theory

According to ECT, the process of repurchase manifestation is as follows [7]. Consumers have (pre-purchase) expectations before a service or product is consumed. These expectations are shaped by distinct factors like word of mouth, company image, and past quality [16]. Temporarily shifted, there is an initial consumption, where the perception of the actual performance is shaped. This performance is then rated against the original expectations (confirmation). Based on their extent of confirmation, customers form an attitude (and satisfaction) which then influences behavioural intentions (see figure 1). The expectation-confirmation model (ECM) [8] is an integration of ECT and TAM which focuses on post-acceptance variables (but is not limited to it). It modifies the framework in two dimensions. First, pre-purchase expectations are excluded. This is the case as satisfaction and confirmation capture all influences of pre-acceptance variables. Furthermore confirmation is directly defined by and therefore incorporating pre-purchase expectations. Second, perceived usefulness is included to represent post-purchase expectations. This is consistent with ECT's expectation construct, which is defined as belief or sum of beliefs. Perceived usefulness has been demonstrated to consistently influence user continuance intention throughout the process of IS usage. Recent research on expectancy-confirmation theory has investigated a large variety of factors, like trust, self-efficacy [17] perceived privacy risk [18], emotions and habits [19] or perceived ease of use [20], as variables being influenced by confirmation or influencing the repurchase intention directly. Only few studies could be identified capturing prior experience [21], pre-usage beliefs and attitudes [22] or pre-purchase expectations [18] as antecedents of (dis-) confirmation. Therefore our paper makes a theoretical contribution on the "left side" of ECT, where past experience with on-premise represents a cognition leading to pre-purchase expectations, which in turn influence confirmation.

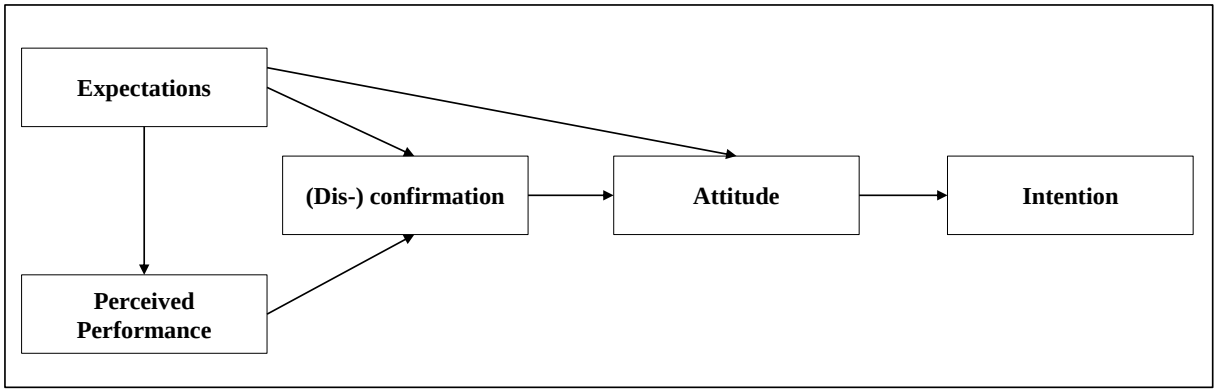


Figure 1: Expectation-Confirmation Theory

2.2 IS Success Model

The IS success model [23] and its revision [24] are the mostly used frameworks to represent IS success in the IS community [25]. The hypotheses of both models have been empirically tested in various domains, such as e-Commerce, ASP, portals, etc. Despite the several debates and criticism, the IS success has proofed to exhaustively represent and capture distinct success dimensions in the context of SaaS and ES [26, 27]. The six interdependent core components are information, system and service quality, system use, user satisfaction and net benefits (see figure 1). In this study, we focus on the system characteristics, which differ strongly between SaaS and on-premise – namely specific (but not

all) dimensions of system quality. For an in-depth discussion concerning the IS success model see [28].

3 Hypotheses Development

As our study focuses on the pre-purchase side of the confirmation process, we use ECT as framing. The core mechanism by which past experience with on-premise can influence confirmation can be found in [16], which found empirical evidence that past quality can influence (pre-purchase)-expectations, which then directly influence the confirmation process. This is reasonable from a theoretical perspective, as confirmation has been defined as a function of pre-purchase expectation minus actual performance. As the study is of exploratory character, we do not measure pre-purchase expectations, but focus on the influence of past experience with on-premise on confirmation. Additionally, to capture the actual performance of the system, we measure actual SaaS-specific system quality as "perceived performance" of the system.

Past experience with on-premise is defined as the perception of the executive in which extent the prior on-premise solution had desirable system characteristics [28] in the dimensions which differ strongly between on-premise and on-demand due to their different underlying infrastructure, whereas confirmation is defined as the user's perception of the congruence between expectation and its actual performance[10]. The cognitive mechanism which captures the relationship between past experience with on-premise and confirmation can be found in ECT, where past experience with a substitute can modify pre-purchase expectations, which in turn influences the degree of confirmation. More specifically, a better past-experience with a functional substitute will raise pre-purchase expectations. Higher pre-purchase expectations are then harder to confirm, therefore resulting in a negative impact. This leads to the first proposition:

P1. Executives' perceived past experience with on-premise is negatively associated with their extent of confirmation.

Actual SaaS-specific system quality is defined as the extent to which the system has desirable system characteristics [28] in the dimensions which differ strongly between on-premise and on-demand due to their different underlying infrastructure. It is highly important to note, that this does not include all system quality dimensions as known from the IS success model, in other words, it should not be confounded with system quality as per IS success model. Additionally, it has to be noted that we did not label the construct as SaaS service quality for two reasons. First, it might be confounded with the service quality in the IS success model, which has a distinct meaning (helpdesk). Second, to establish comparability between the constructs past experience and actual performance, we decided to use a more general term like system quality, which includes the SaaS service quality dimensions known from [11] (except for rapport) and can also be applied in the context of on-premise without confusion. As confirmation is the extent to which (pre-purchase) expectations are verified by actual performance, a higher actual performance (SaaS-specific system quality) should lead to a smaller gap between expectations and performance, resulting in a higher confirmation. This leads to the second proposition:

P2. Executives' perceived actual SaaS-specific system quality is positively associated with their extent of confirmation.

Finally, empirical evidence has demonstrated that cognitions like confirmation and perceived usefulness can be associated similarly to ease of use and perceived usefulness [29]. Theoretical support is found in contrast effect theory, which is a well-known psychological phenomenon,

however, has not been applied in IS. Examples of the contrast effect can be found including physiological and visual effects [30]. However, contrast effects can also influence judgement and decision making [31]. Applied in this context, the human mind would automatically compare the previous experience with the actual experience. Therefore, if the previous experience was good, the new experience will seem to be less good and vice versa, leading to following proposition:

P3. Executives' perceived actual SaaS-specific system quality is negatively associated with past experience with an on-premise system.

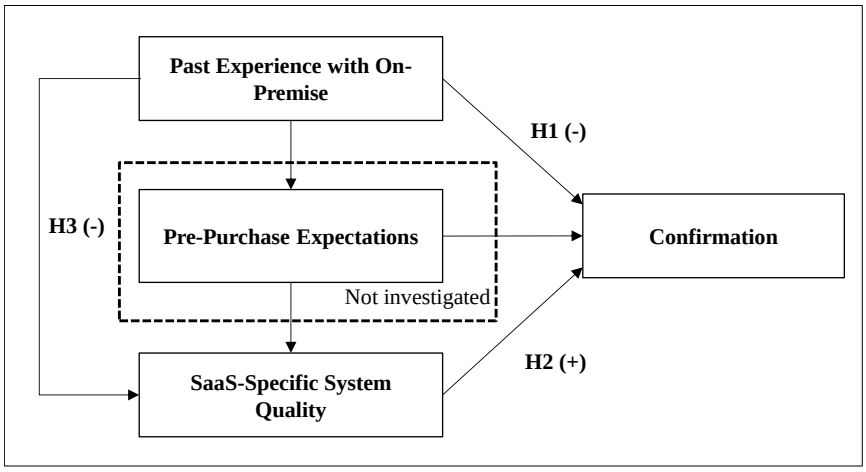


Figure 2: Research Model

4 Methodology

4.1 Data Gathering

The development of the measurement instrument was a core task of the research project. As previously explained, we ought to capture system quality dimension, which would differ depending on the mode of deployment (on-premise vs. on-demand) due to the underlying technical infrastructure. To build on existing literature, we looked at the SaaS service quality dimensions proposed by [11] and reduced the dimensions which we thought are not specific for cloud offerings. For instance, the usability of an interface, which is i.e. based on the graphical user interface, is a characteristic of a system which can be implemented in both, on-premise, as well as on-demand solutions. Therefore we excluded these dimensions, which we thought are not specific of the particular infrastructure. Finally, we came up with 4 dimensions, which are all attributable to system quality, however, do not represent the whole scope of classical "system quality" (e.g. minus ease of use): reliability and stability, flexibility, timeliness and security, all dimensions which are somehow dependent on the technical distribution (e.g., internet vs. LAN), as well as seamless scalability (flexibility) due to the pay-per-use approach payment model. To collect the data we used a survey methodology, where confirmation was drawn from a previously validated scale [8], whereas SaaS-specific system quality and past experience with on-premise were developed according to [32] with the item operationalization adapted from [33]. Items were measured on a 7-point Likert scale in the range between "strongly disagree" and "strongly agree". The possibility not to answer to specific questions was given. After creating the survey, it was executed twice: one pilot and one to quantitatively test the research model. The pilot was conducted to test wording, questionnaire design and business compatibility. The sample of the pre-test consisted of 4 doctoral students, 4 senior academics and 11 stakeholders of operational cloud ES providers. The

comments were then used to finalize the survey. To distribute the survey we used a multi-channel strategy (including direct contacting of IT decision makers via E-Mail and business networks like LinkedIn), including both offline and online versions of the survey (e.g., interactive PDFs, online survey, printed). After dropping 23 invalid questionnaires, we used 115 valid surveys to quantitatively evaluate our research model, which consisted of senior IT decision makers. Due to the distribution method we cannot make reliable estimation of response rate. However, as we were working with a stratified sample, non-response bias is less likely to occur. Table 2 shows the sample characteristics.

Position in Company	#	Employees	#	System Age	#
Top Management	52	1-99	35	1-6 months	26
IT Executive	34	100-249	14	7-12 months	29
Line of Business Manager	17	250-499	29	13-18 months	36
Senior IS Personnel	10	500-999	16	18+ months	24
Others	2	1000+	21		

Table 1: Sample Characteristics

4.2 Data Analysis

Data was analysed using SmartPLS [34] for two reasons. First, PLS is better suited for exploratory research [35], such as incremental studies to build new structural paths which are based on existing well-tested models [36], which is clearly the case in our research approach. Second, PLS works well for small and medium sample sizes [37, 38], where parameter estimates are stable at relatively low sample sizes. However, minimum sample sizes according to the "rule of ten" are overly met [39]. For further theory testing in a non-exploratory setup with higher sample sizes we recommend a co-variance based approach like LISREL.

5 Results

The results were evaluated and reported according to [39] in a 2-step approach proposed by [37].

5.1 Measurement Model

The assessment of the reflective measurement instrument (confirmation) consisted of the estimation of internal consistency and assuring discriminant and convergent validity. The instrument showed sufficient reliability, with all factor loadings being above 0.69 which is clearly above the recommended threshold level of 0.5 [38]. In addition, the instrument showed sufficient internal consistency with composite reliability being above 0.8 [40]. Average variance extracted (AVE) was above 0.5 [41], showing necessary levels of convergent validity. Discriminant validity was given, as the square root of each's AVE was higher than the corresponding latent variable correlations.

To assess the measurement model of the formative constructs we used the quantitative evaluation proposed by [42], including the test for multicollinearity issues, as well as the test for significance. To test multicollinearity, we tested the variation inflation factor (VIF). All VIFs were below the recommended value of 5 [39]. In the second step we assessed the significance of the items. Only P1

and SQ2 showed significant paths. In addition, we observed "a co-occurrence of negative and positive indicator weights" [43]. To deal with both – sign changes and insignificant indicators – we applied the procedure proposed [42] to evaluate whether indicators should be dropped. Per this procedure, insignificant paths (concerning weights) which show outer loadings above 0.5 should be kept, as their relative contribution (weights) might be low, however, their absolute contribution (loadings) still is high. Insignificant (concerning weights) indicators which showed insignificant outer loadings <0.5 should be dropped. In the case of significant outer loadings <0.5 it should be individually evaluated whether the indicators should be kept. Therefore PE2 and PE3 with insignificant outer loadings <0.5 were dropped. SQ1, SQ3 and SQ4 showed outer loadings below 0.5, however, the outer loadings were significant at the p=0.1 level. Therefore, in this stage of research, they were kept.

Items with Loadings and Weights						
ID	***Item***	***Quality Criteria***				
Formative Measures		***VIF***	***Outer Weights***	***t-value***		
Past System Quality of On-Premise (Adapted from Wixom and Todd 2005*)						
PE1	Our previous information system provided information in a timely fashion.	**1.976**	**0.957**	**2.095**		
PE2	Our previous information system operated reliably.	**2.384**	**-0.29**	**0.605**		
PE3	Our previous information system could be flexibily adjusted to new demands or conditions.	**1.782**	**-0.048**	**0.11**		
PE4	Our previous information system was secure.*	**1.472**	**0.391**	**0.907**		
Actual SaaS-Specific System Quality (Adapted from Wixom and Todd 2005)						
SQ1	Our cloud enterprise system operates reliably and stable.	**1.355**	**-0.213**	**1.127**		
SQ2	Our cloud enterprise system can be flexibly adjusted to new demands or conditions.	**1.292**	**0.969**	**7.411**		
SQ3	Our cloud enterprise system provides information in a timely fashion (response time).	**1.292**	**0.234**	**1.228**		
SQ4	Our cloud enterprise system is secure.*	**1.126**	**0.017**	**0.079**		
*Newly created.						
Reflective Measures		***Outer Loadings***	***t-value***	***Composite Reliability***	***AVE***	
Confirmation (Adapted from Bhattacharjee 2001)				**0.87**	**0.7**	
CO1	My experience with using our cloud enterprise system was better than what I expected.	**0.898**	**28.989**			
CO2	The quality of the cloud service provided by our cloud enterprise system was better that what I expected.	**0.904**	**24.174**			
CO3	Overall, most of my expectations from introducing my cloud enterprise system were confirmed (reverse coded).	**0.691**	**4.973**			

Table 2: Quality Criteria of Measurement Model

Latent Construct	1	2	3
1. Past System Quality of On-Premise	**formative**		
2. Actual SaaS System Quality	0.09	**formative**	
3. Confirmation	0.34	0.64	**0.96**

Note: The diagonal (bold) shows the construct's square root of AVE

Table 3: Discriminant Validity

5.2 Structural Model

After eliminating PE2 and PE3, we tested the research model for significance using the bootstrapping algorithm (115 cases, 5000 samples as proposed by [39]). The results show that both, past experience with on-premise, as well as actual SaaS-specific system quality influence confirmation. More specifically, past experience with on-premise and SaaS-specific system quality explain 49.1% of the variance in confirmation. While the strong influence of actual SaaS-specific system quality is not surprising, as it conceptualizes perceived performance, the clearly significant influence of past-experience with on-premise shows that our cognitions are also influenced by the experiences we made with prior on-premise use, especially in the facets, which differ strongly between on-demand and on-premise. H3 was not supported. Even though we had a clear imagination, why H3 could be significant, the cognitive mechanism we expected was not backed up empirically.

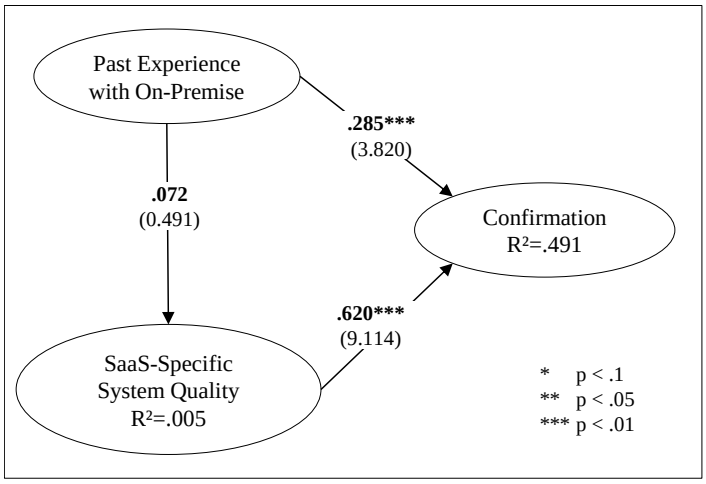


Figure 3: Results Path Analysis

6 Discussion

Our quantitative exploration yielded interesting results. With our research we ought to provide new impulses to IS continuation research, especially concerning the "left side", in other words, the influence factors of confirmation. The results show that a decent portion of confirmation could be explained through past experience with on-premise. However, in contrary to the prediction, the relationship showed a positive correlation. Intuition proposes that if your previous product was really good, you probably have high expectations on the new product, making it more difficult to confirm these expectations. To dissolve this unexpected result, we recommend to apply a longitudinal research design, eventually on an experimental basis, where pre-purchase expectations are measured a priori,

and where past experience with on-premise is iterated (length, intensity, tasks) therefore exposing different subjects to distinct impulses. The contradicting results can be due to temporal errors in measurement (e.g., the perception of past experience with on-premise might be assimilated to other cognitions), and must not be of theoretical nature. In contrary, the impact of actual SaaS-specific system quality on confirmation was expected, as the confirmation of system quality is (theoretically) a direct function of perceived performance, which, in our case, is represented by the perception of the system quality. H3 was not supported, even though we expected that the subjects will contrast their actual perception against the similar experience of the prior information system.

The study has several limitations, which have to be highlighted. First of all, due to the cross-sectional research design, we did not measure pre-purchase expectations, as they change throughout consumption as proposed by [8] and are therefore highly biased. As a result, we do not reflect the complete cognitive mechanism, but look at the indirect relationships. Specifying and measuring the complete cognitive mechanism might therefore give more detailed insights, especially to understand how exactly past experience with on-premise influences the confirmation process, and whether it is strongly bound to pre-purchase expectations. Second, we use a measurement model, where IT decision makers report about organizational properties. In contrast, the theoretical model is an individual behavioural mechanism. We argue that it is correct in the context of cloud computing, where decisions are usually made by individuals, analogously to general IT-outsourcing [44]. Finally, the definition of our constructs might be confusing, as system quality is usually understood according to the IS success model. However, we wanted our model to be as specific and meaningful as possible, strongly discriminating between on-premise and on-demand. Specifically we tried to limit the problem of "cloud washing", where facets of information systems are attributed to cloud computing, however, are not really cloud specific (e.g., as previously discussed, an on-premise solution can also have the same interfaces as on-demand solutions, however, the distribution via internet, virtualization technologies etc. lead to differences which we try to measure with our constructs). Further research will have to find a clearer and technically more backed up construct to measure the technological differences between these deployment models.

Our literature research showed that prior system use (in contrary to pre-purchase expectations) has not been investigated in IS literature so far. This is even more true for the specific context of prior on-premise use. Accordingly, future research could focus on finding in what on-premise and on-demand really differ, including constructs like net benefits (where there can be found differences in items such as "shifting risk from the company to the cloud provider" [49]).

References

[1] Raihana, G. (2012). Cloud ERP: A Solution Model. International Journal of Computer Science and Information Technology & Security, 2(1), 76–79.

[2] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., Lee, G., et al. (2009). Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing.

[3] Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000). What is ERP? Information Systems Frontiers, 2(2), 141–162.

[4] Salleh, S., Teoh, S., & Chan, C. (2012). Cloud Enterprise Systems: A Review of Literature and Adoption. PACIS 2012 Proceedings.

[5] Gartner. (2012). Forecast: Software as a Service, All Regions, 2010-2015, 1H12 Update.

[6] Walther, S., Plank, A., Eymann, T., Singh, N., & Phadke, G. (2012). Success Factors and Value Propositions of Software as a Service Providers--A Literature Review and Classification. AMCIS 2012 Proceedings.

[7] Oliver, R. L. (1980). A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions. Journal of Marketing Research, 17(4), 460–469.

[8] Bhattacherjee, A., Perols, J., & Sanford, C. (2008). Information Technology Continuance: A Theoretical Extension and Empirical Test. Journal of Computer Information Systems, 49(1), 17–26.

[9] Patterson, P. G., Johnson, L. W., & Spreng, R. A. (1997). Modeling the Determinants of Customer Satisfaction for Business-to-Business Professional Services. Journal of the Academy of Marketing Science, 25(1), 4–17.

[10] Spreng, R. A., MacKenzie, S. B., & Olshavsky, R. W. (1996). A Reexamination of the Determinants of Consumer Satisfaction. The Journal of Marketing, 60(3), 15–32.

[11] Benlian, A., Koufaris, M., & Hess, T. (2011). Service Quality in Software-as-a-Service: Developing the SaaS-Qual Measure and Examining Its Role in Usage Continuance. Journal of Management Information Systems, 28(3), 85–126.

[12] Walther, S., & Eymann, T. (2012). The Role of Confirmation on IS Continuance Intention in the Context of On-Demand Enterprise Systems in the Post-Acceptance Phase. AMCIS 2012 Proceedings.

[13] Walther, S., Sarker, S., Sedera, D., Otto, B., & Wunderlich, P. (2013). Exploring Subscription Renewal Intention of Operational Cloud Enterprise Systems - A Stakeholder Perspective. Proceedings of the 19th Americas' Conference on Information Systems. Chicago.

[14] Walther, S., Sarker, S., Sedera, D., & Eymann, T. (2013). Exploring Subscription Renewal Intention of Operational Cloud Enterprise Systems - A Socio-Technical Approach. Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems. Utrecht.

[15] Wang, Y.-H. (2011). The Role of SaaS Privacy and Security Compliance for Continued SaaS Use. NCM 2011 Proceedings (pp. 303–306).

[16] Anderson, E. W., Fornell, C., & Lehmann, D. R. (1994). Customer Satisfaction, Market Share, and Profitability: Findings from Sweden. Journal of Marketing, 58(3), pp. 53–66.

[17] Bhattacherjee, A., Perols, J., & Sanford, C. (2008). Information Technology Continuance: A Theoretical Extension and Empirical Test. Journal of Computer Information Systems, 49(1), 17–26.

[18] Park, I., Cho, J., & Rao, H. R. (2012). The Effect of Pre- and Post-Service Performance on Consumer Evaluation of Online Retailers. Decision Support Systems, 52(2), 415–426.

[19] Lehrer, C., Constantiou, I. D., & Hess, T. (2011). Examining the Determinants of Mobile Location-based Services' Continuance. In D. F. Galletta & T.-P. Liang (Eds.), ICIS 2011 Proceedings. Association for Information Systems.

[20] Wen, C., Prybutok, V., & Chenyan, X. (2011). An Integrated Model for Customer Online Repurchase Intention. Journal of Computer Information Systems.

[21] Yin, G., Cheng, X., & Zhu, L. (2011). Understanding Continuance Usage of Social Networking Services: A Theoretical Model and Empirical Study of the Chinese Context. ICIS 2011 Proceedings (p. –1–1).

[22] Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., Chan, F. K. Y., Hu, P. J.-H., & Brown, S. A. (2011). Extending the Two-Stage Information Systems Continuance Model: Incorporating UTAUT Predictors and the Role of Context. Information Systems Journal, 21(6), 527–555.

[23] DeLone, W., & McLean, E. (1992). Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable. Information Systems Research, 3(1).

[24] Delone, W., & McLean, E. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. Journal of Management Information Systems, 19(4), 9–30.

[25] Urbach, N., Smolnik, S., & Riempp, G. (2009). The State of Research on Information Systems Success – A Review of Existing Multidimensional Approaches. Business & Information Systems Engineering, 1(4), 315 – 325.

[26] Gable, G. G., Sedera, D., & Chan, T. (2008). Re-Conceptualizing Information System Success : The IS-Impact Measurement Model. Journal of the Association for Information Systems, 9(7), 377–408.

[27] Walther, S., Sedera, D., Sarker, S., & Eymann, T. (2013). Evaluating Operational Cloud Enterprise Systems Success: An Organizational Perspective. Proceedings of the 21st European Confence on Information Systems. Utrecht.

[28] Petter, S., DeLone, W., & McLean, E. (2008). Measuring Information Systems Success: Models, Dimensions, Measures, and Interrelationships. European Journal of Information Systems, 17, 236–263.

[29] Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly, 13(3), 319.

[30] Alman, D. H. (1989). Colour—Why the World Isn't Grey. Color Research & Application (Vol. 14, p. 44). Harvard University Press.

[31] Plous, S. (1993). The Psychology of Judgment and Decision Making. New York: McGraw Hill.

[32] Moore, G. C., & Benbasat, I. (1991). Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation. Information Systems Research, 2(3), 192–222.

[33] Wixom, B. H., & Todd, P. A. (2005). A Theoretical Integration of User Satisfaction and Technology Acceptance. Information Systems Research, 16(1), 85–102.

[34] Ringle, C., Wende, S., & Will, A. (2005). SmartPLS 2.0 M3.

[35] Gefen, D., Rigdon, E. E., & Straub, D. W. (2011). An Update and Extension to SEM Guidelines for Administrative and Social Science Research. MIS Quarterly, 35(2), iii–xiv.

[36] Chin, W. W. (2010). How to Write Up and Report PLS Analyses. In V. Esposito Vinzi, W. W. Chin, J. Henseler, & H. Wang (Eds.), Handbook of Partial Least Squares (pp. 655–690). Springer Berlin Heidelberg.

[37] Chin, W. W., Marcolin, B. L., & Newsted, P. R. (2003). A Partial Least Squares Latent Variable Modeling Approach for Measuring Interaction Effects: Results from a Monte Carlo Simulation

Study and an Electronic - Mail Emotion/Adoption Study. Information Systems Research, 14(2), 189–217.

[38] Hulland, J. (1999). Use of Partial Least Squares (PLS) in Strategic Management Research: a Review of Four Recent Studies. Strategic Management Journal, 20(2), 195–204.

[39] Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. The Journal of Marketing Theory and Practice, 19(2), 139–152.

[40] Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). Psychometric Theory. New York: McGraw-Hill.

[41] Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39.

[42] Hair, J., Hult, T., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2013). A Primer on Partial Least Squares Strucutral Equation Modeling PLS-SEM. Thousand Oaks: Sage.

[43] Cenfetelli, R., & Bassellier, G. (2009). Interpretation of Formative Measurement in Information Systems Research. MIS Quarterly, 33(4), 689 – 708.

[44] Dibbern, J. (2004). Sourcing of Application Software Services. Empirical Evidence of Cultural, Industry and Functional Differences. Heidelberg: Physica.

[45] Wieneke, A., Walther, S., Eichin, R. and Eymann, T. (2013), "Erfolgsfaktoren von On-Demand-Enterprise-Systemen aus der Sicht des Anbieters - Eine explorative Studie", Proceedings of the 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Leipzig.

Ein Wissenschaftstheoretisches Framework für die Erforschung von IT-Innovationen (Abstract Only)

Jan Huntgeburth

Universität Augsburg, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Information Systems & Management, 86159 Augsburg, E-Mail: jan.huntgeburth@wiwi.uni-augsburg.de

Abstract

Jeder Informationssysteme (IS) Forscher wendet implizit (durch Erfahrung) Methoden der Entdeckung – sogenannte Heuristiken – an, um neue Erkenntnisse über die Adoption, die Nutzung und den Erfolg von IT-Artefakten zu gewinnen. Der vorliegende Beitrag untersucht am Beispiel der Cloud-Forschung, welche Heuristiken eingesetzt werden um neue Erkenntnisse zu gewinnen und evaluiert, welche Potentiale diese aus wissenschaftstheoretischer Sicht bieten, um wissenschaftlichen Fortschritt zu generieren. Das erarbeitete Framework kann zukünftiger Forschung als Werkzeug dienen, (1) die Veränderungen durch innovative IT-Artefakte noch besser herauszuarbeiten, (2) eigene Forschungsarbeiten kritisch zu hinterfragen, sowie (3) neue Sichtweisen auf ein Phänomen zu entwickeln.

Organizational Adoption of Social Networking Services – A Literature Review

Björn Kruse, Ulrike Baumöl

FernUniversität in Hagen, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Informationsmanagement, 58084 Hagen, E-Mail: {bjoern.kruse, ulrike.baumoel}@fernuni-hagen.de

Abstract

In the past few years Social Networking Services (SNS) have received attention from researchers and practitioners alike. This paper aims to shed light on a better understanding of the current adoption processes organizations undergo when utilizing SNS in their everyday routine and how technologically triggered change processes occur as a result. Based on a literature review we outline present definitions and provide an overview of the diverse body of knowledge on organizational adoption of SNS. We categorize the manifestation of adoption on different organizational dimensions (Strategy, Process, IT, and Culture), outline its organizational impact and identify potential areas for further research.

1 Introduction

After the first wave of Web 2.0 applications became widely adopted by organizations, hence being named Enterprise 2.0 [30], a new wave of applications is approaching. Back then, the focus was mainly on internal organizational use, for example knowledge management [44], information portals [27], workflow applications, blogging [22], or intra-organizational collaboration platforms [30]. With the dawn of social networking services (SNS) the focus started to shift towards integration processes of customers, potential customers, i.e. consumers, or, more generally, the user. From an organizational perspective, this seems to fundamentally change the manner of online communication [11]. SNS have revolutionized the ways organizations relate to the marketplace and society, creating a new world of possibilities and challenges for all aspects of the enterprise from marketing and operations to finance and human resource management [2]. As a result the organizational adoption of social media is on top of the agenda of many business executives and researchers alike. As of March 2012 the social network Facebook claims to have over 1.1 billion users, which is a growth of roughly 33 percent compared to the year before [33]. Given the fact that social networks are becoming mainstream in a private setting, organizations are still trying to find ways to get involved and establish proper presences for themselves [50]. Being present in SNS promises tremendous opportunities, but at the same time might have several drawbacks. What exactly needs to be done concerning strategy, responsibility and appropriate involvement still remains practically and theoretically unclear from an organizational standpoint [57]. Despite extensive treatment by the popular press, social science research has been slow to integrate social media extensively into its theorization [54]. Besides the cited facts it remains an unsolved issue how the usage of SNS shapes and transforms organizations from the inside, especially since organizations are de facto not afraid of using SNS without establishing proper concepts beforehand. Several studies investigating the current state of organizational usage, regardless of organizational size prove this [e. g. 62]. The transformative power of SNS extends beyond marketing and analysis of customer behavior, as they are transforming the way businesses relate to employees as well [2]. Our research is going to focus on the questions as to what happens during the adoption process regarding the diffusion of the technology and the different organizational dimensions that are involved. The potential for cross-functional and cross-disciplinary research activity suggests a central role for analyzing the phenomenon from an information systems (IS) perspective, giving the longstanding tradition of the IS field to pursue such questions [2]. Problems associated with the effective deployment auf new technologies have been a long-lasting concern for IS researches and practitioners, espacially as stories of technologies with great potential ultimately failed to meet expectations are not uncommon [41]. As a starting point, we present a literature review, to examine the current state of the art concerning adoption processes within organizations, and based on our observations an agenda for potential areas of research will be developed. To gain a better understanding of the phenomena of SNS the following questions are addressed: (1) What is the status quo of the research on organizational adoption of SNS? (2) Which effects of organizational adoption of SNS are described? (3) How can the landscape of literature on the adoption of SNS be structured? In the following chapters we describe the methodology used and the different steps of the review process. For the purpose of structured analysis we use Business Engineering [35] as an established approach to analyze organizational transformation on several dimensions (Strategy, Process, IT, and Culture). It was developed to enhance the corporate value chain by becoming more consumer-centric. This is considered a common principle when organizations are faced with technologies of Web 2.0, such as SNS, and is our approach of choice. When reviewing the selected literature, we pay special attention towards categorizing the results along the presented dimensions.

2 Research Methodology

The aim of this review is to present a systematic literature review to summarize past research on the organizational adoption of SNS. There are many articles which outline the importance of a literature review, as well as pointing out its central role when trying to identify new fields of research [e. g. 55, 58, 3]. There are two possible types of reviews that exist: The first one deals with a mature topic and an accumulated body of research, which needs analysis, synthesis, and contribution, the second addresses emerging issues that would benefit from exposure to potential theoretical foundations [58]. Due to the topic at hand, we focus on the latter and aim at elevating both, relevance and rigor of the research. Relevance is ensured by assuring that those parts of research already published and well discussed are not investigated twice and rigor is gained through the effective use of the existing body of knowledge to develop a suitable research agenda [e. g. 3]. Following the approach of vom Brocke et al. [55] a review framework is presented, which accounts for the requested rigor by documenting the review process appropriately. The framework consists of five steps and is based on Baker's [3] approach. The review process consists of the following steps: (1) definition of review scope, (2) conceptualization of the topic, (3) literature search, (4) literature analysis and synthesis, and (5) research agenda. Steps 1-3 will be covered in the following sections, while steps 4-5 are presented in Chapter 3 and 4.

2.1 Definition of Review Scope

The aim of the review scope is not to provide immediate answers to questions related to the literature review. Instead, as a first step of clarification, it is necessary to phrase implications for the following search process. To achieve this vom Brocke et al. [55] recommend drawing on an established taxonomy for literature reviews presented by Cooper [12]. It consists of six constituent characteristics, some of which are mutually exclusive (perspective and coverage), while the other dimensions can be freely combined. The categories used are marked in grey shades, which are presented in Table 1. Our focus is on identifying research methods used in examining the adoption process of organizations utilizing SNS as well as technical applications for different organizational tasks. We seek to point out central issues in the field and structuring the results afterwards. The structuring focuses primarily on conceptual publications, but because this research field is currently emerging, we are seeking to reveal methodological aspects as well. The perspective of the review is neutral because we do not prefer some research over others, but instead list them under the requirement of our literature selection, which is explained in Chapter 2.3. Furthermore, the characteristic "audience" is focused on specialized and general scholars as well as practitioners. General public is excluded, because the topic requires prior specialized knowledge. The coverage of this review is focused on IS literature. Hence it is considered as representative, as we are not claiming to cover the topic in an exhaustive way.

Characteristic	Categories			
Focus	Research Outcomes	Research Method	Theories	Applications
Goal	Integration	Criticism	Central Issues	
Organization	Historical	Conceptual	Methodological	
Perspective	Neutral Representation		Exposal of Position	
Audience	Specialized Scholar	General Scholar	Practitioners	General Public
Coverage	Central/Pivotal	Representative	Exhaustive & Selective	Exhaustive

Table 1: Literature review taxonomy (referring to Cooper [12])

2.2 Conceptualization of the Topic

In the next step, the conceptualization of the topic is dealt with by "a broad conception of what is known about the topic and potential areas where knowledge may be needed" [53]. Working definitions of relevant terms will be provided in this section. We present definitions of the term social media, shed light on the adoption taking place and categorize our thought process based on Business Engineering [35] to capture organizational change processes triggered by IT innovations.

Over the past few years, the increasing popularity of SNS has resulted in a vast amount of conceptual and empirical publications on social media. SNS are considered the largest examples of information systems that have ever existed [14]. They form an emergent technology, meaning that structure and content as well as applications emerge from the needs and activities of their users. It is without doubt, that social media technologies have the potential to radically change organizational processes, e. g. communication and collaboration, as well as organizational structures [e. g. 2, 42, 50]. However, a large part of the related literature on social media and Web 2.0, which serve as the foundation of SNS, has merely addressed the use of SNS for advertising and marketing purposes [2]. A large part of existing research on social media has ignored more general terms of usage within organizations. Aral et al. [2] and Van Osch and Coursaris [54] recently identified a lack of research with regard to the organizational context of social media. The reason behind it might be caused by two major problems. The first problem is, despite a huge base of definitions on social media and related terms, there is a lack of thorough, theoretically grounded descriptions of their exact meaning [6]. It becomes more or less a myopically reference of characteristics on the related terms without a proper IS related background. The second issue deals with the natural preoccupation of individual users as the core level of analysis, because social media is a user-centric technology in the first place [25, 15]. Therefore it seems rather difficult to formulate proper research questions addressing farther-reaching entities (e. g. group or organizational levels) [54]. During the review process we had to deal with the fact that no proper definition of social media exists and distinctions towards other related terms, such as Web 2.0 or Enterprise 2.0 also remain vague. Aggravatingly these terms are sometimes being used interchangeably [42] or are characterized as popular buzz words with overlapping meanings and somewhat fluid definitions [36]. Based on these issues Van Osch and Coursaris [54] conducted a literature review and developed a synthesized definition on the term "social media" with key components of IS research, namely artifacts, actors, activities: "Social media are technology artifacts, both material and virtual, that support various actors in a multiplicity of communication activities for producing user-generated content, developing and maintaining social relationships, or enabling other computer-mediated interactions and collaborations" [54]. This definition serves as the foundation for our review, because it is not only user-centered but also offers possibilities to approach further reaching levels of analysis, which in our case are mainly organizational but also group related. This is consistent with Aral et al. who also identified the need of proper IS terminology in future research on social media. Based on the social media landscape they conducted a framework as an intersection of "activities" that producers and users (actors) of social media (artifact) can undertake and the "level of analysis" (users, organizations or platforms) at which these activities are investigated [2]. Their further categorize the "activities" along four areas of research (design and features, strategy and tactics, management and organization, measurement and value) and present a concept matrix of research along these two dimensions [2].

Organizational adoption of IS can generally be described as an organization's decision to acquire a technology and make it available to their users with the intention to derive value from it [20]. With the arrival of social computing, the uses of IS in business related context are no longer confined

exclusively to the organizational context. SNS have introduced a highly unstructured model of computing, where prescriptive models may not fit in exploration very well. It is individual agents, not corporate entities that are primary players in a highly dynamic and decentralized environment, which lead to significant unpredictability within the systems [36]. There are some distinct features of SNS that are different compared to traditional IS systems, that need to be recognized for the analysis of the adoption process. Although these distinctions are not applicable to all kinds of IS and no clear line can be drawn, we want to point out some major traits of distinction towards tradition IS to provide an overview. Bouman et al. emphasize that social software is new and different, as "sociality, not functionality is the key concept [7]." The technologies underlying SNS tend to be less complex; hence, the upfront investment is lower. While they may have the potential to transform organizations, SNS are more likely to complement existing work practices and structures by reshaping their alignment [41]. Steinhüser et al. [52] provide an overview on traits of social software and traditional IS (source of contribution, flexibility of content, structure, organization, voluntariness, interaction, ease of use and degree of governance). As stated above the source of contribution in SNS originates from user-generated content whereas in traditional IS the content gets created by predefined roles. The flexibility of content is dynamic and rich besides being relatively static and limited in traditional IS. Structurewise SNS are loosely defined and bottom-up oriented in contrast of a generally well defined top-down environment in traditional IS. This is also in contrast to traditional hierarchical organizational structures, which often struggle with approaches that seem chaotic and egalitarian and potentially could flatten organizational hierarchies if applied comprehensively [41]. The organization of SNS is mostly decentralized and the potential for interaction is more of an m:n relation compared to a 1:1 or 1:n relation in traditional IS. The ease of use tends to be high as the interfaces are intuitive and the purpose of usage is not conclusively defined. In comparison there is a relatively low ease of use within traditional IS, as they are mostly designed for specific organizational purposes without further offering possibilities to extend its boarders. Finally the degree of governance is low in SNS in comparison of being high in traditional IS. This is especially true when adopting external SNS which are located outside of organizational boundaries depriving organizational control mechanisms.

Organizational change processes in total are complex and cover nearly the full spectrum of management, juristic, organizational psychology, ethnical and IS related issues [5]. To evaluate them further we need several dimensions on which we can outline activities involving the usage of SNS within organizations. To recognize adoption processes properly, a focus on activities by organizational actors (user, groups) and their interplay with the technology (SNS) is needed. To demonstrate whether these interactions are responsible for organizational change (e. g. organizational structure, processes, powers), we present a framework to specify its outline. To systematize the methodical transformations of organizations from the industrial towards the information age, where business transformation was considered essential to take advantage of the rapid change of technology evolution, Business Engineering (BE) as a discipline was developed to describe the changes organizations undergo during the transformation processes [12]. Organizational transformations are complex tasks and managed by breaking the subject of interest into different areas of design. Those interdependent areas are strategy, processes, IT systems, which are dependent on each other and the cultural dimension reflecting individual aspects and affecting all other dimensions, because referring to the users (actors) affected by these change processes is crucial for every step on the other dimensions. A basic assumption of Business Engineering is that a trigger of organizational change, whether it is economically or technological driven, ideally impacts the business strategy first and afterwards adjustment processes are initiated (top-down). Consequences for business processes need to be evaluated (e. g. which processes are affected, is there a need for restructuring, do the business process architecture as a whole

needs a revision). Afterwards the planned changes are implemented with the help of the information technology dimension. For our purpose we consider SNS to be an internet based IT innovation [e. g. 18, 27, 41] which, in contrast, enters organizations mainly through the employees and is therefore bottom-up driven. From our standpoint changes with similar impact are expected when organizations adopt SNS. Those implementations are no trivial task and require a comprehensive integration on several organizational dimensions with corporate-wide efforts. When we are concerned with the current state of organizational adoption of SNS we need to be able to identify certain areas SNS were used in. We are able to identify how widespread the usage might be and identify maturity of adoption within organizations depending on which dimensions are affected. In the following synthesis of the review we pay special attention to how SNS are being used and which organizational dimensions obtained from Business Engineering are affected.

2.3 Literature Search

We started the literature search process within databases to be able to access a broad amount of available knowledge. Since the topic on organizational adoption of SNS is still emerging we also paid special attention to IS related conferences. In a further step we broadened the content with an in-depth analysis in the top-ranked IS journals in order to be able to include validated knowledge with the highest impact on the research field so far [39].

For the database search we used the following keywords: (1) “organization”, (2) “enterprise”, (3) “firm”, (4) “institution”, (5) “adoption”, (6) “diffusion”, (7) “acceptance”, (8) “social media”, (9) “social network*” (* serves as a wildcard for completion; e. g. social networks, social networking), (10) “enterprise 2.0” and (11) “web 2.0”. The keywords (1), (8) and (9) were searched as one combined keyword for titles and the remaining keywords were combined as follows: ((1) OR (2) OR (3) OR (4)) AND ((5) OR (6) OR (7)) AND ((8) OR (9) OR (10) OR (11)). This combination was searched for in title, abstract, subject and keyword search. We excluded the acronyms “IT” and “IS”, to minimize the likelihood of misinterpretations of search engines considering them as “it” and “is”. The database search was concluded by using EBSCOhost and Thomson Reuters Web of Knowledge℠. Afterwards we used the DBLP Computer Science Bibliography as a meta search engine to verify the results. We excluded some irrelevant and off topic databases within, e. g. medical, philosophical and historical, but kept some non-IS related in as well (e. g. sociological, behavioral and economic). We conducted our review based on peer-reviewed journals with an IS background. The novelty of this field of research is reflected in the high percentage of publications published within the past three years. We want to cover up a broad overview on the existing topic with the opportunity to adjust the selection afterwards. The search was conducted from the beginning of April to the end of July 2013 in ten different configurations of the mentioned keywords. In a first step the search was conducted in a timeframe of 2003 to 2013. However results indicated that the timeframe before 2005 remains irrelevant to the topic and 92% (66) of all discovered publications (journals and conference proceedings) are dated within the timeframe of 2009 to 2013. We recognized this in our database search and adapted by adjusting the time span to 2005-2013 accordingly. From the database research we extracted 54 results to be further evaluated, considering the research topic, and after cleansing the duplicates. In total 42 journal articles remain viable for the review, of which 35% (15) are listed in the AIS MIS Journal Rankings and 21% (9) are located in the top 20.

According to the recommendations of vom Brocke et al. [55] and Webster and Watson [58], we include selected conference proceedings with a reputation for quality in our review. Peer reviewed academic conferences oftentimes offer a preview of forthcoming publications and present the work

being done at the cutting edge of research. We included six established IS conferences in our review and searched within the same timeframe as the journal search. These conferences are in alphabetical order: Americas Conference on Information Systems (AMCIS), European Conference on Information Systems (ECIS), Hawaii International Conference on Systems Science (HICSS), International Conference on Information Systems (ICIS), Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS) and International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI). For the search within conference related articles we focused on the AIS Electronic Library (AISeL) and the Digital Library at IEEE. Again, the DBLP Computer Science Bibliography was used as a meta search engine to verify the results. Without counting the duplicates we extracted 26 additional articles to be reviewed. Finally Webster and Watson [58] point out, that even a rigorous keyword analysis is no guarantee that all important articles are included in the search process. Therefore we asked senior scholars for advice on further important articles. This leads us to add four more articles (three conference papers and one journal article) to our basket of literature. Overall we analyzed a total of 72 articles.

3 Literature Analysis and Synthesis

In table 2 the results of the literature analysis and synthesis are summarized. Two researches reviewed the literature and agreed on the categorizing structure of our findings to address intercoder reliability. We developed concept matrices, comprising two different types of characteristics: (1) general and (2) contents-related characteristics. The characteristics “time span”, “research method”, “type of organization” and “activity” are exclusive. When analyzing the general characteristics of the literature review, it indicates that research on the adoption of SNS in organizational context is comparatively new. There were only two articles published before 2006 and the majority of articles were published after 2009 (N=58). We could not identify a predominant research method within our review. This indicates, that the overall research on the topic of SNS adoption is very diverse and with lots of different emphases. However empirical testing is the predominant format (N=26), which in our selection includes qualitative research such as interviews or data analysis. Conceptual publications and case studies are the two follow-ups. One apparent form of a literature analysis towards the topic was conducted by Van Osch and Coursaris [54], addressing the topic of organizational social media (OSM) and their effect on various organizational processes.

Characteristics	Categories (Number of Articles)				
General					
Time Span	Before 2006 (2)	2006-2008 (4)	2009-2011 (29)	2012-2013 (37)	
Unit of Analysis	Individual (18)	Group (9)	Organization (45)		
Research Method	Case Study (17)	Literature Analysis (2)	Empirical Testing (26)	Experimental (6)	Conceptual (21)
Contents-related					
Type of Organization	For-profit Organization (61)	Nonprofit Organization (private) (8)	Public Organization (3)		
Organizational Dimension	Strategy (10)	Process (17)	IT (38)	Culture (15)	
Applied Services	Social Networks (57)	(Micro-)blogs (39)	Content Platform (20)	Collaboration Platform (25)	
Activity	Internal (50)	External (22)			

Table 2: Concept matrix with general and contents-related characteristics

Overall "individual" as a unit of analysis was predominant in the years before 2009 (4 out of 5) and still played a (smaller) role afterwards. The shift towards organizations as the predominant unit of analysis starts around 2010, whereas the research on groups is consistently represented throughout the time span, but overall researched least of all. When we consider research on the adoption of "groups" within organizations most of the research is on virtual teams. Meyer and Dibbern [32] highlight the important role of social media in leisure time but identify a gap in collaboration settings. They developed two prototypes to analyze the impact of asynchronous collaboration and their influence on activity awareness. Another study comes from Richter et al. [43] who developed an approach to measure the success of using an enterprise social network in a virtual team's environment.

The adoption of SNS is a central part of the individual centric research. Especially the early body of knowledge provided a recent understanding of the potentials of usage in different organizational settings, which is related towards organizational change processes. Bruque et al. [9] empirically evaluated the socio-psychological factors involved in employees' adaptation to new technology in organizations. They examined the role of social networks when employees are faced with IT-induced change. The affordance of implementing enterprise social network systems reduces barriers when concerned with sharing organizational knowledge. Fulk and Yuan [16] argue that the "social" aspect of such tools can overcome the conventional knowledge management systems in terms of connectivity and communal sharing of knowledge.

The "organization", as a unit of analysis, is by far the largest group in our review and the object of study varies greatly within. However we are able to extract three central categories of research, with both internal and external perspectives included. The first identified category deals with the general diffusion and utilization of SNS. Soyland and Herstand [51] for example analyzed how bottom-up centered adoption of SNS can be a manageable process for organizations. The successful diffusion of SNS has been analyzed by Aoun and Vatanasakdakul [1] within a case study involving a global consultancy and audit firm. The internal and external challenges organizations face when they start to use new information systems was also explained in a case study by Kuikka and Äkkinen [25]. They

discovered that ownership and authorization of usage is of high relevance in corporate social media adoption. They propose the need for strategies and guidelines of social media usage before the actual adoption takes place. The focus of the second category relies on functionality of social media tools in several areas of application and organizational divisions such as marketing, innovation processes or communication. The potential of SNS to establish them as a generic marketing tool was highlighted by Peters and Salazar [38]. By using contingency and organizational learning theories they shed lights on existing marketing strategies by some of the world's leading brands companies. Investigating various factors that influence social media usage and its subsequent impact on organizations, Parveen [37] analyzed the increasingly important role of social media as a marketing platform. Further Kaske et al. [24] have introduced a framework for assessing the profitability of customer-centered SNS and developed a decision tool to decide whether an implementation of SNS is justified in varying contexts. The integration of users into innovation processes was also part of this category. By taking a design science approach Helms et al. [19] develop a method for matchmaking innovation tasks with social media characteristics. Alongside three dimensions (audience, content and time) they present a honeycomb model to describe characteristics of several social media tools and provide organizations an answer which social media tools to be used for specific tasks. The last identified category is concerned with the impact social media has on organizational learning processes. Wirtky et al. [59] discussed the role of e-learning and its potential to revolutionize education. The gap between researchers and practitioners were outlined and social software is considered as rising new applications of the e-learning field. They conducted 39 interviews in an international IT services company to analyze the impact social software has within their e-learning routines.

The types of organizations examined are divided in for-profit, nonprofit and public organizations. To be able to better differentiate between non-profit and public types of organizations all non-profits assigned to this organizational type are privately operated. Unsurprisingly the largest part of the examined literature deals with "for-profit organizations" (N=61). We do a short review on the other two types, to get an impression on emphases of research within. Lovejoy and Saxton [28] discovered how "non-profits" utilize social media. Using the microblogging site Twitter and discovered that the oftentimes informal use of microblogging sites is best suited for nonprofits dialogic and community-building practices in comparison to traditional websites. They predict that the adoption of SNS engendered new paradigms of public engagement. Another example comes from Witzig et al. [60] as they compare the usage and adoption of social media tools by nonprofit and for-profit organizations by conducting an in-depth study of 200 large, 200 small and 200 nonprofit organizations. When concerned with the adoption of SNS by the "public sector" ways of bringing the tools inside the organizations were investigated. Mergel and Bretschneider [31] develop a three stage adoption process for social media usage in government, and highlight the importance of establishing proper norms and regulations before leaving the experimental stage and start to use it purposefully.

A central objective of this review is to demonstrate, on which organizational dimensions the adoption of SNS takes place. For this purpose we introduced Business Engineering to point out on which organizational dimensions the adoption takes place. For this purpose we attempted to classify the publications reviewed within the framework. When we analyze the allocation it shows that the major part of publications is concerned with SNS as an "IT" based tool, which needs to be applied for different organizational purposes (e. g. use cases, how-tos) (N=38). This is considered to be the least intense form of usage, because the organization as such is not directly affected. There may be several departments inside the organization using parts of the software, but there is no general outright usage within the organization. By performing a large-scale online survey Brandyberry et al. [8] investigated

determinants of perceived usefulness and perceived ease of use on an individual level to detect the behavioral intention to use SNS. “Social media tools are used by firms to create and capture business value [56]”. By synthesizing emerging literature Wamba and Carter identify organizational, managerial and environmental characteristics of SNS for the adoption of Twitter and test their model during a survey on which 453 small- and medium-sized enterprise managers participate. The results indicate that age, innovativeness and geographic location of the enterprises had a significant impact on the adoption of microblogs. “Yet, little is known about why firms adopt Web 2.0 technologies” [45]. Addressing the issue of questioning the utility of Web 2.0 tools in general, Saldanha and Krishnan developed a “Technological-Organizational-Environmental theoretical framework” to empirically test factors associated with organizational adoption. Open architectures, firm size and industry knowledge play key roles within. An external perspective is presented by Chen et al. [10] by analyzing the potential benefit, organizations could attain by operating a Facebook presence. Also using the popular concept of perceived usefulness and perceived ease of use they show that both positively influence brand experience for customers. Using structural equation modeling, Schöndienst et al. [47] demonstrate ways for organizations to effectively use microblogging to communicate and share knowledge. Also they point out the need for rules (access, archive, and privacy) to promote the content distribution accordingly.

Being the two follow-ups in organizational dimensions, cultural (N=15) and processual (N=17) dimensions are related to a more in-depth style of adoption for organizations. We begin with the cultural aspects as a “regulator” of organizations, because norms, values, matters and interests are reflected in it [5]. When concerned with cultural effects, many publications analyze policies, rules and frameworks to guide the individuals on how to deal with SNS properly. As a matter of fact, many authors refer to the importance of establishing such guidelines beforehand, but oftentimes such rules have to be established by those who seek proper ways of channeling the usage themselves which is according to the research results of Kuikka and Äkkinen [25]. This leads to several misconceptions of such guidelines, because neither the organizational potential nor forms of usage have been discovered yet. “Findings form the research indicate, that traditional policy development processes are unsuitable for social media implementation” [21]. Nevertheless some interesting remarks are being made with regard to cultural aspects. “Cultural values appear to be salient factors for the ongoing adoption of social media in organizations [46]”. Schlagwein and Prasarnphanich developed a two-step approach to measure the impact of cultural values on organizational SNS adoption. The importance of weblogs as a social networking device and its evolution to the organizational context was pointed out in an early study by Ip and Wagner [22]. They conduct 33 interviews and evaluate the fit between technology features and the needs of their users respectively. Their findings indicate that organizational computing should take advantage of employees’ experience with SNS and acceptance in the workplace. “Social media adoption within organizations enables wider employee participation in corporate communication and rhetoric [4]”. Baptista and Galliers are studying how social media reshapes senior management communication by analyzing a closed (central control of communication) and an open (developing and foster two-way interaction) model. Their findings indicate that only the open model fosters change of governance and culture aspects of the organization. The process dimension examines the integration of SNS in daily operations and indicates how work routines, roles and responsibilities are reshaped. When the adoption starts to effect processes, the process dimension is reached. Within, some major processes got reshaped by the organizational use indicating a visible change. Sometimes those are closely related towards cultural aspects as well. Seol et al. [49] demonstrated the internal changes by researching determinants of successful usage of SNS sites by composing content quality, service quality and social interaction quality as central variables. The

corporate adoption of social computing which many organizations report significant problems during implementation and subsequent acceptance was analyzed by Räth et al. [41]. They describe the adoption process of three companies via case studies and paid special attention on the deployment and adoption processes to derive a common understanding of the adoption.

The "strategy" dimension (N=10) assess the scope and appreciation of SNS in the organization. Their formalization results in specific goals to be achieved when utilizing SNS for organizational purposes. It is considered to be the most advanced form of SNS usage and determines the overall direction organizations are heading when dealing with them. Several investigated publications offer guidelines when coping with social media strategies. "How can organizations strategically engage in social media to manage their brand and collaboratively generate insight with current and potential customers" [17]? Heath and Sing analyze the different benefits early adopter organizations gain when using SNS. Sinclair and Vogus [50] analyzed in-depth the strategic adoption of social media by global organizations. In an exploratory study they identify and characterize different types of social media used for various organizational purposes. Afterwards they conduct a survey and follow-up interviews with high-level managers form 72 large global companies, to gain a deeper level of understanding of the adoption process. With the help of adaptive structuration theory they characterize ways in which information technology can induce organizational change on different organizational dimensions. The impact and value of SNS from a business perspective including the corresponding challenges and risks was analyzed by Heidemann et al. [18].

The dimension of applied services illustrates the different characteristics of SNS being analyzed. Overall social networks are being researched the most (N=57), followed by (Micro-)blogs (N=39) and Collaboration Platforms (N=25). Content Platforms (N=20) are oftentimes analyzed when external activities of organizations, such as externalization of innovation processes are being researched [e. g. 18]. A large part of the analysis was concerned with internal activities (N=50). Even though there were no publications introducing a comprehensive view along all organizational dimensions, the literature review as a collective body of knowledge enables researchers and practitioners to understand the current state of the art on organizational adoption of SNS.

4 Conclusion and Research Agenda

After reviewing the literature, we want to provide answers to the questions addressed in the introduction. The current status quo of the literature on the organizational adoption of SNS is somewhat twofold. There exists a diverse body of research on the topic, often addressing very specific parts of adoption related to specific forms of utilization. However, little research has examined the role of organizational SNS usage as a whole addressing the influence on organizations during the adoption [61, 2, 54]. Our approach represents a first step to classify the research that has been done addressing several organizational dimensions derived from Business Engineering [35]. The distribution of publications indicates that the field of research is new and still emerging, as most of the analyzed literature was published within the last three years. As a result a proper understanding of the phenomena in theory and practice has not yet been reached. Our analysis further showed that most of the organizational dimensions, such as the process or strategy dimension, have not been extensively analyzed. Some researchers point out, that the integration of social media strategies with their overall corporate strategy is increasingly important; however current research has barley addressed this issue [e. g. 2, 27]. Instead our analysis revealed that large part of the research is based on specific use cases remaining at the IT dimension. The potential of SNS to trigger organizational change processes is

barely directly addressed in the reviewed literature, nevertheless mentioned extensively [e. g. 2, 62, 50, 54, 37]. Organizational effects caused by the adoption remain fuzzy, because the term "adoption" is used inconsistently throughout the reviewed literature. Therefore a comprehension on what organizational adoption defines is rather a difficult task. One reason for that might be the contextual driven utilization of adoption related terminology. Most of the investigated literature is concerned with the artifact (SNS) and its predicted purpose within organizations. In a simplistic way frequently addressed research questions are "how" and "why" related. Furthermore our analysis hardly showed any connection towards IS related theories on technology adoption within the analyzed literature, even though plenty of appropriate theories exist (e. g. adaptive structuration theory (AST) [13], the structural model of technology [34] or structuration theory [23]). Only Dwyer et al. [14], in a non-organizational setting, and Sinclair and Vogus [50] have undertaken first steps to apply AST. Besides that there is an overall lack of theoretical foundations on the adoption of SNS within existing research, which we feel needs to be addressed to broaden the foundation of IS related research on this topic.

To address this research gap we identified the need for research on organizational business transformation and questions related to "what" happens inside of organizations during the adoption process. To be compatible with current attempts to pre-structure further research we position our upcoming research within a recently developed research framework [2] and seize on the ideas of Van Osch and Coursaris [54], who identified artifacts, actors and activities as the key components on organizational social media research. As mentioned in chapter 2.2 the research framework on social media carried out by Aral et al. [2] conceptualized the social media landscape as an intersection of activities and different levels of analysis. Our intended level of analysis is "firms and industries" whereas the activities derive from the "management and organization" part, which Aral et al. feel is the most underresearched part of their framework. Making full use of the business potential of social media (as well as avoiding the pitfalls) thus requires organizational conditions that reflect the transformational potential of organizations, because there is currently little understanding to the best ways in which organizations should organize and manage SNS [2]. The transformative force of SNS with regard to organizational structures, processes, strategies and internal culture requires a comprehensive approach. We aim to extend our presented dimensions form Business Engineering to formalize and depict the adoption process of SNS in-depth. Our theoretical lens of choice is AST which is considered a popular IS theory and has been applied to study various forms of information technology adoption. Those references can be found in several fields of IS literature (e. g. IT implementation [26], group decision support systems [40], virtual teams [29], and knowledge management [48]). Its design enables us to examine the adoption process from two vantage points: the types of structures that are provided by the technology and the structures that actually emerge in human action as organizations implement and users interact with the technology [13]. SNS were not developed for organizational but rather private purposes and AST might be useful in explaining how a user-defined, user-driven technology gets adopted by organizations to reveal insights on the current state of utilization on the different organizational dimensions presented in this paper [50]. Furthermore the specific characteristics of SNS in comparison to traditional IS systems imply that modification needs to be carried out to traditional IS theory to yield reliable results [14]. Our goal is to extend existing knowledge on organizational adoption processes of SNS by applying and adjusting an established theory to a new context: adoption of SNS as an advanced information technology which relies outside of organizational boundaries and its control mechanisms and prospectively supports the integration of (external) users in vital value creation processes.

5 References

[1] Aoun, C; Vatanasakdakul, S. (2012): Social Media in the Workplace: Key Drivers for Inclusive Innovation. *AMCIS 2012 Proceedings*. Seattle.

[2] Aral, S; Dellarocas, C; Godes, D (2013): Social Media and Business Transformation: A Framework for Research. Informations Systems Research, 24(1): 3–13.

[3] Baker, MJ (2000): Writing a Literature Review. The Marketing Review, 1(2): 219–247.

[4] Baptista, JJ; Galliers, RD (2012): Social media as a driver for new rhetorical practices in organisations. *45th Hawaii International Conference on System Sciences*. Grand Wailea.

[5] Baumöl, U (2008): Change Management in Organisationen - Situative Methodenkonstruktion für flexible Veränderungsprozesse. Springer, Berlin, Heidelberg.

[6] Beer, D (2008): Social network(ing) sites...revisiting the story so far: A response to Danah Boyd & Nicole Ellison. Journal of Computer-Mediated Communication, 13 (2): 516–529.

[7] Bouman, W; de Bruin, B; Hoogenboom, T; Huizing, A; Jansen, R (2007): The Realm of Sociality: Notes on the Design of Social Software. *International Conference on Information Systems (ICIS)*, Montreal.

[8] Brandyberry, A; Li, X; Lin, L (2010): Determinants of Perceived Usefulness and Perceived Ease of Use in Individual Adoption of Social Network Sites. *AMCIS 2010 Proceedings*. Lima.

[9] Bruque, S; Moyano, J; Eisenberg, J (2008): Individual Adaptation to IT-Induced Change: The Role of Social Networks. Journal of Management Information Systems, 25(3): 177–206.

[10] Chen, H; Papazafeiropoulou, A; Chen, TK; Hsiu-Wen, L (2012): Commercial Exploitation of Facebook: How Companies Adopt Facebook as a Marketing Tool. *ECIS 2012 Proceedings*. Barcelona.

[11] Cheung, CMK.; Lee, MKO (2009): Understanding the sustainability of a virtual community: model development and empirical test. Journal of Information Science, 35(3): 279–298.

[12] Cooper, H. M. (1988): Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. Knowledge in Society, 1(1): 104–126.

[13] DeSanctis G; Poole MS (1994): Capturing the Complexity in Advanced Technology Use: Adaptive Structuration Theory. Organization Science, 5(2): 121–147.

[14] Dwyer, C; Hiltz, SR; Poole, MS; Gussner, J; Hennig, F; Osswald, S; Schliesslberger, S; Warth, B (2010): Developing Reliable Measures of Privacy Management within Social Networking Sites. *HICSS 2010 Proceedings*. Kauai.

[15] Dwyer, C; Hiltz, S; Widmeyer, G (2008): Understanding Development and Usage of Social Networking Sites: The Social Software Performance Model. *HICSS 2008 Proceedings*. Waikoloa.

[16] Fulk, J; Yuan, YC (2013): Location, Motivation, and Social Capitalization via Enterprise Social Networking. Journal of Computer-Mediated Communication, 19(1): 20–37.

[17] Heath, D; Singh, R (2012): Strategic Social Media Engagement. *AMCIS 2012 Proceedings*. Seattle.

[18] Heidemann, J; Klier, K; Probst, F (2012): Online social networks: A survey of a global phenomenon. Computer Networks, 56(18): 3866-3878.

[19] Helms, RW; Booij, E (2012): Reaching Out: Involving users in Innovation Tasks through Social Media. *ECIS 2012 Proceedings*. Barcelona.

[20] Hu, PJ; Cahu, PYK; Sheng, OL (2000): Investigation of Factors Affecting Healthcare Organization's Adoption of Telemedicine Technology. *HICSS 2000 Proceedings*. Maui.

[21] Husin, M.; Hanisch, J (2011a): Social Media and Organisation Policy (SOMEOP): Finding the Perfect Balance. *ECIS 2011 Proceedings*. Helsinki.

[22] Ip, KFR; Wagner, C. (2008): Weblogging: A study of social computing and its impact on organizations. Decision Support Systems, 45(2): 242–250.

[23] Jones, MR; Karsten, H (2008): Giddens's structuration theory and information systems research. MIS Quarterly, 32(1): 127–157.

[24] Kaske, F; Kugler, M; Smolnik, S (2012): Return on Investment in Social Media--Does the Hype Pay Off? Towards an Assessment of the Profitability of Social Media in Organizations. *45th Hawaii International Conference on System Sciences*. Grand Wailea.

[25] Kuikka, M; Äkkinen, M (2011): Determining the Challenges of Organizational Social Media Adoption and Use. *ECIS 2011 Proceedings*. Helsinki.

[26] Kwon, TH, Zmud, RW (1987): Unifying the fragmented models of information systems implementation. In: Boland, R.; Hirschheim RA (Hrsg.), *Critical issues in information systems research*. Wiley, New York.

[27] Larson, K; Watson, RT (2011): The Value of Social Media: Toward Measuring Social Media Strategies. *ICIS 2011 Proceedings*. Shanghai.

[28] Lovejoy, K; Saxton, GD (2012): Information, Community, and Action: How Nonprofit Organizations Use Social Media. Journal of Computer-Mediated Communication, 17(3): 337–353.

[29] Majchrzak, A; Rice, RE; Malhotra, A; King, N (2000): Technology Adaption: The Case of a Computer-Supported Inter-Organisational Team. MIS Quarterly 24(4): 569–600.

[30] McAfee, AP (2006): Enterprise 2.0: The Dawn of Emergent Collaboration. MIT Sloan Man. Review, 47(3): 21–28.

[31] Mergel, I; Bretschneider, S (2013): A Three-Stage Adoption Process for Social Media Use in Government. Public Admin Rev, 73(3): 390–400.

[32] Meyer, P; Dibbern, J (2010): Design and Impact of Awarenessfunctions - A Study About Social Media in Virtual Teams. *ECIS 2010 Proceedings*. Barcelona.

[33] N. N. (2013): Facebook Reports 1st Quarter 2013 Results. http://investor.fb.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=761090. Abgerufen am 04.09.2013.

[34] Orlikowski, WJ (1992): The Duality of Technology : Rethinking the Concept of Technology in Organizations. Organization Science, 3(3): 398–427.

[35] Österle, H; Winter, R (2003): Business Engineering. 2. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg.

[36] Parameswaran, M (2007): Research Issues in Social Computing. Journal of the Association for Information Systems, 8(6): 336–350.

[37] Parveen, F (2012): Impact Of Social Media Usage On Organizations. *PACIS 2012 Proceedings*. Ho Chi Minh City.

[38] Peters, A; Salazar, D (2010): Globalization in Marketing: An Empirical Analysis of Business Adoption and Use of Social Network Sites. *AMCIS 2010 Proceedings*. Lima.

[39] Podsakoff, PM; MacKenzie, SB; Bachrach, DG; Podsakoff, NP (2005): The influence of management journals in the 1980s and 1990s. Strategic Management Journal, 26(5): 473–488.

[40] Poole, MS; DeSanctis, G (1990): Understanding the use of group decision support systems: The theory of adaptive structuration. In Fulk J; Steinfield C. (Hrsg.), *Organizations and Communication Technology*. Sage. New York.

[41] Raeth, P; Urbach, N; Smolnik, S; Butler, B (2012): Corporate Adoption of Social Computing: A Process-Based Analysis. Journal of Information Technology Case and Application Research, 14(2): 3-27.

[42] Reisberger, T; Smolnik, S (2008): Modell zur Erfolgsmessung von Social-Software-Systemen Einleitung Theoretische Grundlagen. *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008 Proceedings*. München.

[43] Richter, A; Heidemann, J; Klier, M; Behrendt, S (2013): Success Measurement of Enterprise Social Networks. *Wirtschaftsinformatik 2013 Proceedings*. Leipzig.

[44] Richter, D; Riemer, K; vom Brocke, J (2011): Internet Social Networking. Business & Information Systems Engineering, 3(2): 89–101.

[45] Saldanha, TJV; Krishnan, MS (2012): Organizational Adoption of Web 2.0 Technologies: An Empirical Analysis. Journal of Organisational Computing and Electronic Commerce *22*(4): 301–333.

[46] Schlagwein, DA; Prasarnphanich, PB (2011): Cultural determinants of organizational social media adoption. *ECIS 2011 Proceedings*. Malmoe.

[47] Schöndienst, V; Straße, S; Krasnova, H; Günther, O; Riehle, D (2011): Micro-Blogging Adoption in the Enterprise : An Empirical Analysis. *Wirtschaftsinformatik 2011 Proceedings.* Zurich.

[48] Sedera, D; Zakaria, NH (2008): Adaptive Structuration Theory View Of Post Implementation Knowledge Management For Enterprise Systems. *PACIS 2008 Proceedings*. Suzhou.

[49] Seol, S, Lee, H; Yu, J; Zo, H (2012): Determinants Of The Successful Usage Of A Firm's SNS Page. *PACIS 2012 Proceedings*. Ho Chi Minh City.

[50] Sinclaire, JK; Vogus, CE (2011): Adoption of social networking sites: an exploratory adaptive structuration perspective for global organizations. Information Technology and Management, 12(4): 293–314.

[51] Soyland, A; Herstad, J (2011): A tale of two trajectories: bottom-up social software adoption in differing organisational contexts. International Journal of Internet and Enterprise Management 7(3): 305–321.

[52] Steinhüser, M; Smolnik, S; Hoppe U (2012): Measuring the Success of Social Software Adoption in the Firm: Empirical Evidence and Model Design. Int. Journal of Social and Organizational Dynamics in IT, 2(2): 34–47.

[53] Torraco, RJ (2005): Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. Human Resource Development Review 4(3): 356–367.

[54] Van Osch, W; Coursaris, CK (2013): Organizational Social Media: A Comprehensive Framework and Research Agenda. *HICSS 2013 Proceedings*. Grand Wailea.

[55] Vom Brocke, J; Simons, A; Niehaves, B; Riemer, K; Plattfaut, R; Cleven, A (2009): Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process. *ECIS 2009 Proceedings.* Verona.

[56] Wamba, SF; Carter, L (2013): Twitter Adoption and Use by SMEs: An Empirical Study. *HICSS 2013 Proceedings*. Grand Wailea.

[57] Webster, JG (2010): User Information Regimes: How Social Media Shape Patterns of Consumption.. Northwestern University Law Review, 104(2): 593–612.

[58] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the past to prepare the future. MIS Quarterly 26(2): xiii–xxiii.

[59] Wirtky, T; Laumer, S; Eckhardt, A; Weitzel, T (2013): Towards Understanding Social Software and Its Impact on Corporate E-Learning Motivation. *Wirtschaftsinformatik 2013 Proceedings.* Leipzig.

[60] Witzig, L; Spencer, J; Galvin, M (2012): Organizations' Use of LinkedIN: An Analysis of Nonprofits, Large Corporations and Small Businesses. Marketing Management Journal 22(1): 113–121.

[61] Wu, L (2013): Social Network Effects on Productivity and Job Security: Evidence from the Adoption of a Social Networking Tool. Informations Systems Research, 24(1): 30–51.

[62] Zhang, J; Cody, J (2010): A Case Study of Micro-blogging in the Enterprise : Use, Value, and Related Issues. *Proceedings SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Atlanta.

Extending Process Virtualization Theory: Development of a Research Model and Pre-test

Bilal Balci

Goethe University Frankfurt, Dept. of Economics and Business Administration, 60323 Frankfurt am Main, E-Mail: bbalci@wiwi.uni-frankfurt.de

Daniel Franzmann

Goethe University Frankfurt, Dept. of Economics and Business Administration, 60323 Frankfurt am Main, E-Mail: franzmann@wiwi.uni-frankfurt.de

Patrick Bedué

Goethe University Frankfurt, Dept. of Economics and Business Administration, 60323 Frankfurt am Main, E-Mail: bedue@wiwi.uni-frankfurt.de

Marina Kuharic

Goethe University Frankfurt, Dept. of Economics and Business Administration, 60323 Frankfurt am Main, E-Mail: marina.kuharic@stud.uni-frankfurt.de

Christoph Rosenkranz

Goethe University Frankfurt, Dept. of Economics and Business Administration, 60323 Frankfurt am Main, E-Mail: rosenkranz@wiwi.uni-frankfurt.de

Abstract

In times of increasing globalization and the continuing growth of Internet-based processes and services, it becomes necessary to study emerging phenomena such as process virtualization from a novel theoretical perspective. Recently, Process Virtualization Theory has been suggested to provide such a new perspective for understanding factors that affect the behavior of process participants when they face a virtual process. In order to verify the theory's core claims, we design a research model and subsequently develop measurement instrument to empirically analyze and test Process Virtualization Theory. We develop our measurement instrument to investigate perceived process characteristics from the perspective of process participants as users. We conduct a pre-test of our measurement scales in the form of an online survey with 62 participants. The aim of this pre-test is to validate our measurement instrument and to get an early understanding of construct validity.

1 Introduction

In times of increasing globalization and the possibility to use new technological innovations of the digital economy, more and more processes and services are virtualized. Process virtualization is an important and cost-effective instrument for maintaining high customer service levels in case of increasing number of process participants [1]. With process virtualization, physical interactions between process participants are transferred into a virtual environment. The classical form of physical interaction is shifted to a virtual process [2]. An example for this change is the transformation of traditional buying and shopping processes into electronic commerce (e-commerce), where a direct, physical interaction between a consumer and a salesman or clerk is no longer necessary [3]. However, it has been found that some processes are easier to virtualize than others [2-4]. For example, it has been suggested that highly service-oriented processes are more likely to be virtualized than other traditional processes [5]. The acceptance of a virtual process apparently also depends to a large degree on the individual process participant or user. Therefore, it is important to understand which factors influence the acceptance of virtual processes and which processes are more likely to be conducted virtually [6].

Researchers who are interested in process virtualization so far have investigated the use of information technology (IT) and process virtualizability from two different perspectives. The first perspective tries to uncover and describe factors that influence the acceptance of individuals after a process has been virtualized; the second perspective tries to explain and describe how a process has to be designed in order to increase (decrease) the acceptance (rejection) of a virtual process [4]. For both cases, Process Virtualization Theory (PVT) has been recently put forward as a model that can be applied at an early state of an IT life-cycle and is suitable to investigate the acceptance of processes which are likely to be virtualized [4, 7]. The theory explains and predicts how suitable a process is for conduction in a virtual environment [2].

PVT is a relatively new theory in the information systems (IS) discipline that still has to be validated and tested empirically. Given its novelty, only few studies have investigated whether the model is applicable at all or across different contexts in practice [4]. So far, only a few studies in the literature try to explain how and why people use or reject to use virtual processes [7]. Consequently, there is a need for empirical studies of PVT in order to corroborate its claims and to understand how different process characteristics influence the intention of process participants to conduct processes virtually. Additionally, it is necessary to explain the causes for and implications of process resistance.

For this reason we examine factors that, according to PVT, have an influence on process virtualizability from the point of view of customers as process participants. In this paper, we develop measurement scales that help to empirically investigate research models that are based on PVT. Based on the model, we develop a measurement instrument for PVT's key concepts process virtualizability, process characteristics, and virtualization mechanism characteristics. We confirm and test our measurement instruments with an empirical study in the form of an online-survey with 62 participants, seeking to evaluate the questionnaire competency and validity of the measurement scales.

Our study contributes to research in two ways. First, we develop a measurement instrument that operationalizes PVT's core concepts. Second, we test the validity of the measurement scales. The results of our paper contribute to PVT by developing and evaluating a framework for further empirical studies.

The remainder of the paper is structured as follows. At the beginning, we provide an overview of PVT and its core concepts. Following this, we develop and present a research model based on PVT.

Afterwards, we describe our research methodology and the data collection process as well as the measurement scales that we developed and the procedure for conducting a pre-test of this instrument. Then, we outline our data analysis and present our results as well as a summary and discussion about the most important outcomes of our pre-test. In the conclusion section, we give an outlook on future research.

2 Related Work and Theoretical Background

PVT provides a general theoretical starting point for the investigation of factors that affect the virtualizability of a process from perspective of users or customers as process participants. In this context, Overby [3] defines a "process" as a set of steps to achieve an objective, which applies to activities engaged in by individuals, organizations, or society in general. A "virtual process" is a process in which physical interactions between people and/or objects have been removed; in turn, "process virtualization" refers to the transition from a physical process to a virtual process [2, 3]. The main enabler of most contemporary virtual processes is IT, but virtual processes are not only based on IT (e.g., catalogue sales, mail-order).

We focus on IT-enabled, Internet-based processes because according to Overby's definition, process virtualization occurs when a physical process is transitioned to a virtual environment such as the Internet. This characterizes an emerging paradigm in IS research, such as the transition of education to distance learning environments, the transition of shopping to e-commerce websites, or the transition of interpersonal relationships to online communities [8]. PVT has been explicitly designed to predict and explain whether a process is amenable or resistant to being conducted virtually; it describes how amenable a process is to being controlled without physical interaction between people and objects or between people themselves [3]. According to PVT, some service processes (e.g., shopping for smartphones) are more amenable to virtualization than others (e.g., shopping for perishable goods such as fruits and vegetables). The main dependent variable in PVT is thus *process virtualizability*. The independent variables of PVT are divided into (1) characteristics of the virtualization mechanism and (2) characteristics of the process.

2.1 Process characteristics

As regards the characteristics of the process, PVT proposes four main factors that can be used to assess how suitable a specific process is for virtualization: sensory requirements, relationship requirements, synchronism requirements, and identification and control requirements [2, 3]. Each of these requirements is proposed to have a negative effect on process virtualizability; as each requirement increases, the process becomes less amendable for virtualization.

Sensory requirements describe the need of process participants to be able to enjoy a full sensory experience of the process as well as of the other process participants and objects [2]. Such sensory experiences include hearing, seeing, tasting, smelling, and touching other process participants or objects, as well as the overall sensation that participants feel when engaging in a process, such as security, excitement, or vulnerability [3].

Relationship requirements define the need for process participants to interact with one another [2]. Such interactions often lead to friendship development, trust development and knowledge acquisition [3]. Today these relationships are very relevant in the world, where traditional processes are partially replaced by virtual ones such as social networking sites, distance learning mechanisms, or e-commerce.

Synchronism requirements relate to the degree to which the activities that make up a process need to occur quickly with minimal delay [3].

Identification and control requirements specify the degree to which the process requires unique identification of process participants and the ability to exert control over their behavior [3].

2.2 Virtualization mechanism characteristics

As regards the characteristics of the virtualization mechanism, PVT suggests three concepts especially for IT-based virtualization: representation, reach, and monitoring capability [2, 3]. Representation and reach are proposed to have a positive effect on process virtualizability, while the effect of monitoring capability is questionable and depends on the process under investigation [2, 3]. Furthermore, each of these three constructs also moderates the relationship between process characteristics and process virtualizability [2, 3].

Representation refers to the capacity of IT to present information relevant to a process, including simulations of actors and objects, their properties and characteristics, and how we interact with them (e.g., representation of sensory requirements such as sight and sound in IT-based virtual processes) [2]. Good representation capabilities of IT have a positive main effect on process virtualizability. They also moderate and facilitate the virtualization of processes with high sensory requirements and high relationship requirements [3].

Reach is the capacity of IT to allow process participation across both space and time, allowing flexible participation in processes across the globe [2]. Reach is each posited to have a positive main effect on process virtualizability. Similarly, reach moderates the relationships between relationship requirements and process virtualizability as well as between synchronism requirements and process virtualizability [3].

Monitoring capability is the capacity of IT to authenticate process participants and to track activity (e.g., using authentication systems such as ID/password combinations) [2]. The effect of monitoring capability on process virtualizability depends on the empirical context. For some processes, higher levels of monitoring capability may lead to enhanced process virtualizability. In other cases, enhanced monitoring capability may cause people to reject the virtual process because they do not want their actions monitored [2]. In turn, this suggests that important factors influencing this effect are not only the specific process under scrutiny, but also the characteristics of the specific process participants. Monitoring capability arguably plays more of a role in the theory as a moderator than as a main effect, as monitoring capability facilitates the virtualization of processes with high identification and control requirements [3].

3 Research Model

According to PVT, each of these requirements is proposed to have a negative effect on process virtualizability. This means as each requirement increases, the process becomes less amendable for virtualization. PVT tries to open up the black box of the IT artifact and allows us to focus on specific (perceived) characteristics of a virtual process.

However, so far, we are only aware of few studies that try to corroborate these propositions of PVT [4, 7]. Therefore, we are among the first attempts that try to empirically test the key factors of PVT. This paper is a first step towards this goal.

Figure 1 presents and summarizes our preliminary research model. As described above, the four process characteristics as requirements of virtualizability stem directly from PVT, describing how amenable a process is being conducted from the perspective of a customer or user [3].

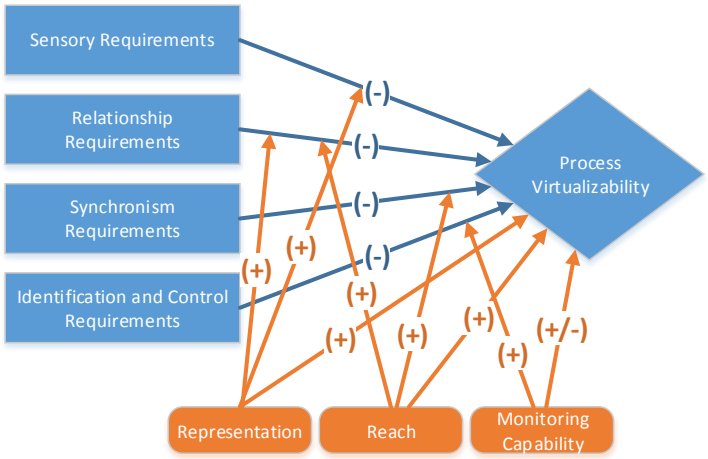


Figure 1: Conceptual Model - PVT

According to PVT, these factors should have a negative effect on the virtualizability of a process. The higher the requirements of a process are (concerning the sensory, relational, control and synchronism experience), the less should process participants execute the process virtually. This means that from a customer's or user's point of view, if a process is not amenable to virtualization (meaning it has high requirements), the constructs should have a negative effect on process virtualizability. As described above, the reverse is to some degree the case for the three constructs representation, reach, and monitoring capability that positively impact on process virtualizability. However, those three constructs also act as moderators, which should have a positive influence on the relationships between the process characteristics and process virtualizability [9].

4 Research Methodology

4.1 Pre-test design and data collection

Empirical testing of PVT is nascent and until today no primary standard measurement scales for PVT exist [2]. Therefore our strategy was to conduct a first pre-test and to study one specific process in depth, which exists in both physical and virtual versions, to help build measurement scales for PVT.

As our process in focus, we chose the *"airport check-in" process,* where passengers receive their boarding pass in order to be able to proceed to their airplane. This process is normally conducted by the airline itself. The "airport check-in" process allows analyzing the process characteristics for different variants of the same process: online check-in, mobile check-in, self-check-in using machines, and counter check-in. Second, the airport check-in process is used frequently every day, and through the introduction of the different check-in options, it has become heavily supported by and dependent on IT.

The pre-test reported here was conducted using an online questionnaire. Our primary goals were to evaluate the competency of the questionnaire, to validate our measurement scales, and to estimate the

length of the survey or time to take the survey. We collected the data via a web-based instrument and we invited a broad range of people of all ages. We collected 72 responses, of which 62 were answered completely.

4.2 Measurement

We used and adapted items from two existing studies that have already developed and tested initial items for every construct. We followed established guidelines [10] to adjust the wording of our measurement scales to our setting and to ensure content validity. For *process characteristics*, we adopted and extended 12 items from previous research on PVT by Barth & Veit [7] and Overby & Konsynski [4]. For *virtualization mechanism characteristics*, we adopted and expanded 13 items from previous research by Overby & Konsynski [4]. The items for these constructs always need to be adopted and tailored to the specific process in focus.

The measurement of *process virtualizability* is even more problematic because no generally accepted instrument exists. It has been suggested that process virtualizability can be measured either (a) as adoption/use of the virtual process or (b) as the quality of the outcomes of the virtual process [2, 3]. Following the guidelines of Wright et al. [11], we therefore conceptualized process virtualizability as a multi-dimensional, second-order construct [9]. Our first-order constructs as well as second-order constructs were reflective. To capture the dimensions of process use and process quality, we used and adopted four sub-constructs from previous IS research: (IS) continuance intention [12] and (process) use [13, 14] for the 'use' dimension, and customer satisfaction [12, 15] as well as system quality [16, 17] for the 'quality' dimension of process virtualizability. If a process is highly virtualizable, users will have the intention to use it in the future because they are satisfied with its quality. This implies that as a second-order construct, process virtualizability should have a positive effect on the four first-order constructs, while they also influence, as independent variables, process virtualizability. We adapted existing scales for the four sub-constructs; all items were operationalized on 7-point Likert scales, with answer choices ranging from "strongly disagree" (1) to "strongly agree" (7), with the exception of customer satisfaction, which was measured by a 7-point semantic differential scale. Table 1 summarizes our final measurement scales.

Construct	**Item**	**Question**	**Ref.**
Sensory Requirements	SR1	Before I go to the airport, I like to be able to print my documents (e.g., my boarding pass) and to touch relevant documents.	[4, 7]
	SR2	I need to touch and verify relevant documents before I go to the gate or leave my baggage at the counter.	
	SR3	I feel more comfortable when I can hold my ticket in my hand.	
Relationship Requirements	RR1	Personal contact and information interchange with a responsible airline employee is important for me.	[4, 7]
	RR2	It is important for me that I will personally advised by a responsible airline employee.	
	RR3	I prefer a personal consultation while I am conducting the check-in-process.	

Synchronism Requirements	SCR1	It is important for me that my check-in-process is conducted as quick/soon as possible.	[4, 7]
	SCR2	When I book a flight on short notice, I also want to be able to check-in immediately.	
Identification and Control Requirements	ICR1	The personal identification during online check-in is safe (reverse).	[4, 7]
	ICR2	My data is safe from unauthorized use (reverse).	
	ICR3	Criminals could misuse data which I enter for online-check-in.	
(Process) Use	PU1	I use online-check-in every time.	[13, 14]
	PU2	I often use the possibility of online-check-in when flying.	
	PU3	I use online-check-in to the fullest amount.	
(IS) Continuance Intention	ISCI1	I will only check-in online in the future.	[12]
	ISCI2	I will continue rather than stop using online-check-in.	
	ISCI3	I can easily imagine to stop using the online-check-in process.	
	ISCI4	I want to use the online-check-in process in the future.	
System Quality	SQ1	Online-check-in is reliable.	[16, 17]
	SQ2	Online-check-in provides the most important information.	
	SQ3	Online-check-in provides the needed information in time.	
	SQ4	I would rate the quality of online-check-in high.	
Customer Satisfaction	How do you feel while using the online-check-in process?		[12, 15]
	Satis1	dissatisfied/satisfied	
	Satis2	terrible/delighted	
	Satis3	frustrated/ lucky	
	Satis4	upset/happy	
Representation	Repr1	The needed check-in information is presented in a readable and understandable way.	[4]
	Repr2	The check-in information is presented in a readable and understandable way.	
	Repr3	My bookings are presented in an appropriate way.	
	Repr4	The check-in-process is clearly structured.	

Reach	Rea1	Online-check-in allows me to check-in my flight anywhere in the world.	[4]
	Rea2	Online-check-in makes it easier for me to check-in even if I do not know much about the airport.	
	Rea3	Online-check-in provides me the opportunity to access my flight-details everywhere.	
	Rea4	I feel independent, through online-check-in.	
	Rea5	Online-check-in allows me to decide when and where I want to check-in.	
Monitoring Capability	Mon1	Errors in the booking procedure are being noticed and indicated by the check-in-system.	[4]
	Mon2	I can check for myself if my data is entered correctly.	
	Mon3	After completing the online-check-in I immediately get a confirmation that I had checked-in successfully.	
	Mon4	When I received the credentials (booking number, ticket number), I feel safe.	

Table 1: Measurement scales

5 Data Analysis and Results

We conducted a content validity assessment in order to transfer our constructs from the theoretical to the empirical level [18]. We used partial least squares (PLS) analysis for investigating the results. The main reason for choosing PLS is that our main goal is to develop and provide a new theoretical model [19]. The analysis was conducted using the software SmartPLS 2.0 [19] and SPSS 19.

We evaluated internal consistency and convergent validity by assessing item loadings, composite reliability, and average variance extracted (AVE). In our final study, we intend to model all concepts as reflective constructs. Therefore, we also modeled reflective constructs in the pre-test. Table 2 presents the loadings and cross-loadings for all items. The results show that all factor loadings are significant and lie above the recommended threshold of 0.7 [19]. All of the items in our measurement model are considerably higher than the cross-loadings on other constructs [20]. Thus, reliability and discriminant reliability are achieved with our measurement model [19, 21].

Cronbach's alpha and composite reliability (CR) are above 0.7 [19-21], and each average variance extracted (AVE) is larger than 0.5 [19] (Table 3). This shows that the measurements are reliable and the latent construct can account for at least 50% of the variance in the items. Finally, we assessed discriminant validity using the Fornell-Larcker criterion (Table 3). Discriminant validity is also achieved because the correlations between each pair of latent variables are less than the square root of AVE.

We also tested our data set for common method bias. In order to check for common method bias, we conducted a Harman's One Factor Test [22]. The results show that the largest covariance illustrated by one factor is only 29%. Also, the questionnaire was anonymous, which reduces the probability that method bias significantly has affected the study results [23].

Construct	SR	RR	SCR	ICR	PU	ISCI	SQ	Satis	Repr	Rea	Mon
SR 1	**0,89**	0,39	-0,07	0,01	-0,15	0,01	-0,05	-0,07	0,02	-0,06	0,11
SR 2	**0,94**	0,50	0,08	-0,05	-0,19	-0,04	-0,13	-0,15	-0,10	-0,19	-0,01
SR 3	**0,87**	0,39	0,06	-0,06	-0,20	0,00	-0,04	-0,09	0,01	-0,16	0,01
RR 1	0,51	**0,96**	0,27	-0,03	-0,46	-0,26	-0,29	-0,20	-0,32	-0,48	-0,12
RR 2	0,50	**0,97**	0,37	-0,10	-0,40	-0,20	-0,27	-0,21	-0,33	-0,49	-0,16
RR 3	0,42	**0,96**	0,35	-0,10	-0,47	-0,35	-0,28	-0,25	-0,37	-0,57	-0,21
SCR 1	0,09	0,35	**0,98**	-0,20	-0,22	-0,19	-0,08	-0,22	-0,29	-0,45	-0,07
SCR 2	-0,13	0,22	**0,75**	-0,02	-0,14	0,05	-0,01	-0,10	-0,09	-0,17	-0,14
ICR 1	-0,21	-0,19	-0,05	**0,76**	-0,13	0,11	-0,24	0,04	-0,13	0,10	-0,45
ICR 2	0,03	-0,01	-0,17	**0,88**	-0,09	0,09	-0,29	0,06	-0,18	0,08	-0,21
ICR 3	0,06	0,00	-0,20	**0,84**	-0,10	0,01	-0,25	0,07	-0,14	0,06	-0,17
PU 1	-0,15	-0,42	-0,10	-0,16	**0,94**	0,36	0,60	0,28	0,39	0,28	0,42
PU 2	-0,21	-0,42	-0,20	-0,06	**0,88**	0,40	0,55	0,23	0,45	0,28	0,31
PU 3	-0,19	-0,43	-0,29	-0,14	**0,91**	0,40	0,58	0,34	0,34	0,36	0,38
ISCI 1	-0,01	-0,25	-0,06	0,10	0,38	**0,89**	0,44	0,15	0,19	0,59	0,34
ISCI 2	-0,13	-0,19	-0,14	0,12	0,48	**0,79**	0,49	0,20	0,36	0,40	0,32
ISCI 3	0,02	-0,23	-0,04	-0,03	0,32	**0,84**	0,37	0,16	0,16	0,59	0,35
ISCI 4	0,05	-0,30	-0,26	0,08	0,24	**0,86**	0,37	0,16	0,32	0,65	0,27
SQ 1	-0,20	-0,34	-0,02	-0,23	0,65	0,52	**0,89**	0,22	0,54	0,37	0,59
SQ 2	0,02	-0,19	-0,12	-0,43	0,57	0,38	**0,87**	0,26	0,59	0,28	0,58
SQ 3	-0,08	-0,28	-0,05	-0,11	0,54	0,48	**0,91**	0,32	0,66	0,42	0,49
SQ 4	-0,06	-0,22	-0,07	-0,37	0,51	0,40	**0,91**	0,36	0,69	0,24	0,48
Satis 1	-0,14	-0,14	-0,21	0,06	0,20	0,17	0,22	**0,84**	0,21	0,24	0,20
Satis 2	-0,04	-0,20	-0,23	0,07	0,28	0,10	0,23	**0,92**	0,38	0,28	0,18
Satis 3	-0,08	-0,19	-0,17	0,12	0,18	0,14	0,12	**0,90**	0,28	0,30	0,15
Satis 4	-0,17	-0,26	-0,12	0,02	0,37	0,26	0,47	**0,84**	0,39	0,26	0,32
Repr 1	-0,08	-0,38	-0,24	-0,10	0,45	0,29	0,62	0,39	**0,94**	0,39	0,41
Repr 2	-0,08	-0,38	-0,25	-0,09	0,49	0,27	0,59	0,41	**0,93**	0,34	0,42
Repr3	0,01	-0,28	-0,24	-0,20	0,32	0,27	0,65	0,29	**0,93**	0,26	0,41
Repr 4	0,00	-0,23	-0,21	-0,29	0,27	0,30	0,65	0,25	**0,84**	0,23	0,41
Rea 1	-0,11	-0,35	-0,27	0,11	-0,08	0,37	-0,01	0,14	0,05	**0,76**	0,11
Rea 2	-0,21	-0,43	-0,22	-0,13	0,37	0,40	0,39	0,16	0,39	**0,72**	0,34
Rea 3	-0,10	-0,40	-0,21	0,16	0,12	0,57	0,25	0,32	0,29	**0,81**	0,21
Rea 4	-0,05	-0,35	-0,39	0,09	0,42	0,60	0,38	0,23	0,24	**0,75**	0,33
Rea 5	-0,19	-0,54	-0,50	0,23	0,13	0,43	0,09	0,29	0,14	**0,82**	0,13
Mon 1	-0,07	-0,09	-0,01	-0,34	0,23	0,24	0,38	0,07	0,25	0,22	**0,77**
Mon 2	0,15	-0,02	-0,11	-0,40	0,16	0,28	0,47	0,05	0,42	0,16	**0,73**
Mon 3	0,00	-0,22	-0,07	-0,37	0,45	0,28	0,47	0,32	0,34	0,30	**0,83**
Mon 4	0,00	-0,15	-0,09	0,05	0,33	0,35	0,47	0,26	0,36	0,31	**0,72**

Table 2: Loadings and cross-loadings of items

Construct	Cron-bach's Alpha	Composite Reliability	AVE	SR	RR	SCR	ICR	PU	ISCI	SQ	Satis	Repr	Rea	Mon
Sensory Requirements (SR)	0,89	0,93	0,81	**0,90**										
Relationship Requirements (RR)	0,96	0,98	0,93	0,49	**0,96**									
Synchronism Requirements (SCR)	0,76	0,86	0,76	0,05	0,34	**0,87**								
Identification & Control Req. (ICR)	0,76	0,86	0,68	-0,04	-0,08	-0,17	**0,83**							
(Process) Use (PU)	0,90	0,94	0,83	-0,20	-0,46	-0,22	-0,13	**0,91**						
(IS) Continuance Intention (ISCI)	0,87	0,91	0,72	-0,02	-0,28	-0,15	0,08	0,42	**0,85**					
System Quality (SQ)	0,92	0,94	0,81	-0,09	-0,29	-0,07	-0,32	0,63	0,50	**0,90**				
Satisfaction (Satis)	0,90	0,93	0,76	-0,13	-0,23	-0,21	0,07	0,31	0,20	0,32	**0,87**			
Representation (Repr)	0,93	0,95	0,83	-0,05	-0,35	-0,26	-0,18	0,43	0,31	0,69	0,37	**0,91**		
Reach (Rea)	0,84	0,88	0,60	-0,17	-0,54	-0,41	0,10	0,34	0,65	0,37	0,31	0,34	**0,77**	
Monitoring Capability (Mon)	0,76	0,85	0,58	0,02	-0,17	-0,10	-0,33	0,41	0,38	0,60	0,26	0,45	0,34	**0,76**

Table 3: Reliability & convergent validity, discriminant validity & correlation matrix

6 Discussion

PVT was first introduced in 2008 as a theoretical model to explain factors interfering with process virtualization. The first attempt to test PVT has been a study by Overby & Konsynski [4]. In a recent study, Barth & Veith [7] used a slightly expanded version of PVT to empirically test its capabilities by analyzing different e-government processes. Overall, they could confirm PVT's relations and developed first measurement items to be used empirically.

We intend to replicate these findings in our further research. As a first step in doing so, we build on their results and extended this research stream by operationalizing process virtualizability as a multi-dimensional, second-order construct with four sub-constructs as dependent variables.

Our pre-test consisted of 62 completed answers and was conducted in order to evaluate and validate our measurement model. Due this small sample size, we did not conduct a regression analysis of relationships among our developed constructs. The analysis of valid measurement scales for further research represents the main contribution of this paper.

In summary, our pre-test was really successful; we were able to verify and validate the measurement scales we developed. In future studies, we will combine this measurement model with a larger sample size, in a large-scale survey with a suitable panel, in order to demonstrate also construct validity and to corroborate the propositions of PVT in the future, hoping to replicate the previous findings. The results will help both researchers and practitioners to understand the underlying requirements and relations for process virtualizability.

In addition, we suggest that, our novel conceptualization of process virtualizability as a multi-dimensional, second-order construct is especially helpful for future studies on PVT. So far, researchers have tried to measure process virtualizability without paying simultaneous attention to both its two core dimensions. We propose that our operationalization can be used to measure how customers value certain processes and why some of them might fail in a virtual environment across several different domains. Despite the fact that we only tested for the "check-in process" in our study, and while the items for the process characteristics will always be very situation-specific, our measurement scales for process virtualizability can be easily used for any kind of business process and should help researchers and practitioners.

7 Conclusion

To recap, we would like to stress the fact that we conducted a pre-test in the context of an ongoing research endeavor and that the analysis presented in this paper is based on a small sample size. We need a larger sample, a more suitable panel, and more control variables to establish construct validity as well as nomological validity, and to conduct a full test of PVT. Our results are only indications of construct validity. Nevertheless, our current study is, to our knowledge, the first to have conducted an empirical test of a largely extended measurement instrument of Overby's PVT model for a specific process. Our pre-test results show the validity of our measurement instrument, which can be leveraged by other researchers on process virtualizability.

Acknowledgements

The German Federal Ministry of Education and Research funded parts of this work within the scope of the research project "ProMIse" under the promotional reference number "01FL10060".

8 References

[1] J.-L. Lu, H.-Y. Chou, and P.-C. Ling, "Investigating passengers' intentions to use technology-based self check-in services", Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 45(2), 2009, pp. 345-356.

[2] E. Overby, "Migrating Processes from Physical to Virtual Environments: Process Virtualization Theory", in (Dwivedi, Y.K., Wade, M.R., and Schneberger, S.L.): Information Systems Theory, Springer, New York, NY, USA, 2012, pp. 107-124.

[3] E. Overby, "Process virtualization theory and the impact of information technology", Organization science, 19(2), 2008, pp. 277-291.

[4] E.M. Overby, and B. Konsynski, "Task-Technology Fit and Process Virtualization Theory: An Integrated Model and Empirical Test", in: Emory University School of Law, 2010

[5] D. Beverungen, R. Knackstedt, and A. Winkelman, "Identifying e-Service Potential from Business Process Models: A Theory Nexus Approach", e-Service Journal, 8(1), 2011, pp. 45-83.

[6] A. Bhattacherjee, and C. Sanford, "Influence Processes for Information Technology Acceptance: An Elaboration Likelihood Model", MIS quarterly, 30(4), 2006, pp. 805-825.

[7] M. Barth, and D. Veit, "Which Processes Do Users Not Want Online? Extending Process Virtualization Theory", in: 32nd International Conference on Information Systems (ICIS 2011), AIS, Shanghai, China, 2011.

[8] E. Overby, S.A. Slaughter, and B. Konsynski, "Research Commentary - The Design, Use, and Consequences of Virtual Processes", Information Systems Research, 21(4), 2010, pp. 700-710.

[9] E. Overby, "Process Virtualization Theory and the Impact of Information Technology", Academy of Management Best conference Paper, 2005

[10] G.C. Moore, and I. Benbasat, "Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation", Information Systems Research, 2(3), 1991, pp. 192-222.

[11] R.T. Wright, D.E. Campbell, J.B. Thatcher, and N. Roberts, "Operationalizing Multidimensional Constructs in Structural Equation Modeling: Recommendations for IS Research", Communications of the Association for Information Systems, 30, 2012

[12] A. Bhattacherjee, "Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model", MIS quarterly, 25(3), 2001, pp. 351-370.

[13] F.D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology", MIS quarterly, 13(3), 1989, pp. 319-340.

[14] V. Venkatesh, M.G. Morris, B.D. Gordon, and F.D. Davis, "User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View", MIS quarterly, 27(3), 2003, pp. 425-478.

[15] W.J. Kettinger, and W.J. Choong C. Lee, "Perceived Service Quality and User Satisfaction with the Information Services Function", Decision Sciences, 25(5/6), 1994, pp. 737-766.

[16] B.H. Wixom, and H.J. Watson, "An Empirical Investigation of the Factors Affecting Data Warehousing Success", MIS quarterly, 25(1), 2001, pp. 17-41.

[17] W.H. Delone, and E.R. Mclean, "Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable", Information Systems Research, 3(1), 1992, pp. 60-95.

[18] S.W. O'leary-Kelly, and R.J. Vokurka, "The empirical assessment of construct validity", Journal of Operations Management, 16(4), 1998, pp. 387-405.

[19] J.F. Hair, C.M. Ringle, and M. Sarstedt, "PLS-SEM: Indeed a silver bullet", The Journal of Marketing Theory and Practice, 19(2), 2011, pp. 139-152.

[20] D. Straub, M.C. Boudreau, and D. Gefen, "Validation guidelines for IS positivist research", Communications of the Association for Information Systems, 13(24), 2004, pp. 380-427.

[21] D. Gefen, D. Straub, and M. Boudreau, "Structural equation modeling and regression: Guidelines for research practice", Communications of the AIS, 1(7), 2000, pp. 1-78.

[22] P.M. Podsakoff, and D.W. Organ, "Self-Reports in Organizational Research: Problems and Prospects", Journal of Management, 12(4), 1986, pp. 531-544.

[23] P.M. Podsakoff, S.B. Mackenzie, and N.P. Podsakoff, "Common Method Biases in Behavioral Research: A Critical Review of the Literature and Recommended Remedies", Journal of Applied Psychology, 88(5), 2003, pp. 879-903.

Dealing with Privacy and Security Risks – App Consumers in Mobile Ecosystems

Christoph Buck

Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 95447 Bayreuth,
E-Mail: christoph.buck@uni-bayreuth.de

Chris Horbel

University of Southern Denmark, Department of Environmental and Business Economics, DK-6700 Esbjerg, E-Mail: horbel@sam.sdu.dk

Torsten Eymann

Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 95447 Bayreuth,
E-Mail: torsten.eymann@uni-bayreuth.de

Abstract

The paper addresses the phenomenon that consumers buy and use mobile apps extensively despite the fact that many have only little specific knowledge about them. In particular this article seeks to explore how consumers deal with the risks and possible security frauds of mobile ecosystems. Based on the contextual characteristics of mobile ecosystems it is shown that app markets are characterized by high information asymmetries, which provide the ground for substantive risks due to the possibility of "cheating" by the market partners. The results of an exploratory study show that consumers use two strategies to overcome the perceived risks. Most importantly, they have high trust in the mobile ecosystem and the actors involved in it. Furthermore, they perceive themselves of being capable to deal with the risks involved in app consumption.

1 Introduction

Smartphones are increasingly powerful and highly personalized smart mobile devices (SMD) that offer multiple ways of digital consumption and social interaction. Thus, the usage of SMDs exploded in the last decade: in 2012 smartphones and tablets became the best-selling mobile devices in the world, with an amount of about 850 million devices sold [1]. Consequently, the purchase of mobile applications (apps) – the constitutive characteristic of the smart mobile devices – greatly increased, too. The IT system SMD & Apps can be seen as disruptive innovation for consumer markets. They became highly accepted and were adopted from the mass markets in less than one decade. During this development, in consumers' perception software turned from a specialty good into a fast moving consumer good.

From a technical perspective apps are complex because they are comparable to traditional desktop software. Moreover, the provision of apps to consumers is more complex than the simple provider-customer dyad. Various parties are involved in the provision of apps to consumers, but even more so in the collection, aggregation and use of the (personalized) data which is generated through app usage. Apps are provided to consumers in app stores which are multi-sided platforms. App publishers provide their apps on these platforms. In return they either receive monetary payments from consumers or they provide the apps for free and gain access to consumers' personal data which can be recorded and personalized by the app publisher, by downlinking to the OS. Furthermore, the app publisher can sell the data to aggregators like Google or Flurry which use it to generate consumer profiles and can provide it to other parties. As a consequence, the provision of apps to consumers takes place in a very complex network of relationships between various market players. It is at least highly questionable whether 'average' consumers know that personal data, (let alone which data), is used by apps and that they often give away their personal data in exchange for the download of apps [2].

Based on these considerations about the technical complexity of the app market on the one hand and the complex underlying relationships on the other hand, it can be assumed that high information asymmetries between consumers and providers in app markets exist. High information disparities in markets usually prevent market transactions and lead to market failure [3].

However, this basic principle seems not to apply to the app market. Over 2 million apps are currently provided by the leading app stores and up to 21 billion apps were downloaded worldwide in 2013 [4]. The amount of worldwide app downloads is expected to even further increase to about 270 billion in 2017 [5].

But how can this paradox observation be explained? Why do consumers buy and use highly complex software products like apps, despite high information disparities, that extensively? As a first approach toward explaining this phenomenon, in this article we focus on privacy and security issues regarding the approval of personal data. We restrict our considerations on social engineering attacks, were consumers voluntary approve their personal data in exchange for software applications and would like to answer the following research question: How do consumers deal with the risks involved in app purchase and usage?

2 Determinants of app purchase decisions

2.1 Characteristics of the app purchase context

Mobile Applications can be characterized as closed and not integrated software packages, which are dependent on their underlying operating system (OS) [6]. Based on this, we define apps as application software programs, which use web and cloud applications and run on smart mobile devices [7]. They can be purchased and installed depending on their rudimentary mobile operating system and perform (highly fragmented) everyday tasks [8].[1] Importantly, mobile apps are embedded in mobile ecosystems, i.e. OS-based platforms which provide profile-bounded ubiquitous services for mobile devices.

It is widely agreed that each purchase decision is affected by the context in which it takes place [9]. The app purchase process is characterized by some very specific factors which are depicted in figure 1. These are the system entry via SMDs, multiple relationships in the digital purchase environment and the real life integration of the underlying mobile ecosystem.

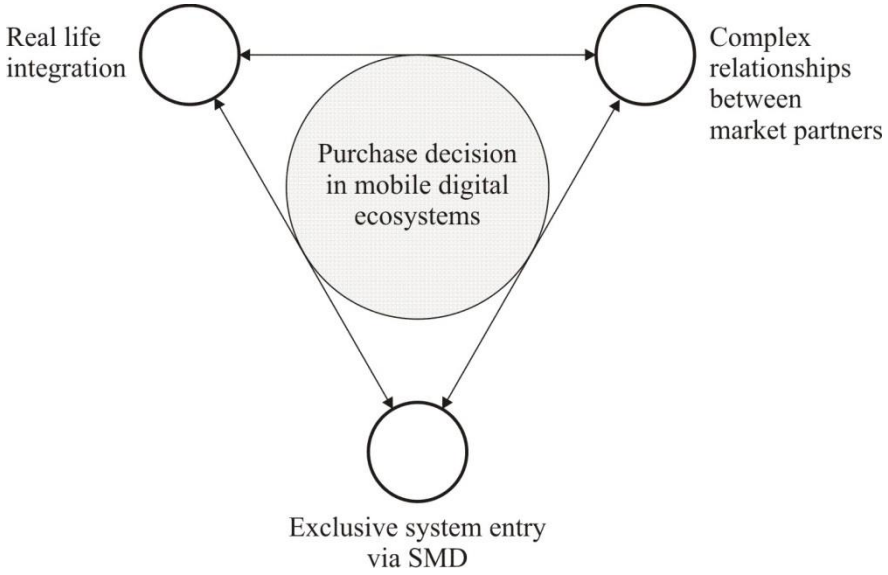


Figure 1: Contextual dimensions of mobile ecosystems

SMDs represent the system entry for app consumption because the consumers' SMDs provide them with the exclusive channel through which apps can be purchased. As a consequence, purchasing apps is highly dependent on the devices consumers use. These devices therefore also influence consumers' perception of the risk involved in the purchase [10].

Real life integration refers to the fact, that apps perform highly fragmented everyday tasks, e.g. mobile banking, shopping online, or using social media, location based services, and real time applications (stock prices). This leads to a fundamental integration of SMDs and apps into individuals' lives. Some consumers even interpret SMDs (in particular smartphones) as personal assistants.

As already mentioned, app consumption is further characterized by the complex relationships between the various market partners. Besides the OS-provider, the app publishers and the data aggregators, an

[1] SMD are the superior device class for devices including smartphones and tablets and are defined by means of their rudimentary mobile OS.

anonymous consumer crowd is involved in app purchase decisions as they provide ratings and revisions.

2.2 Information asymmetries in app markets

Apps' underlying IT system is highly complex with regard to its technical implementation. The underlying OS, the integrated services and the IT architecture cannot be easily understood by average consumers with no previous knowledge. Beyond the technical characteristics, the high degree of complexity is due to the business model and the relationships between the relevant market actors. Mobile ecosystems are organized as platforms with integrated online app stores, in which apps from app publishers can be purchased. Figure 2 shows the relationships between the relevant market partners in app markets.[2]

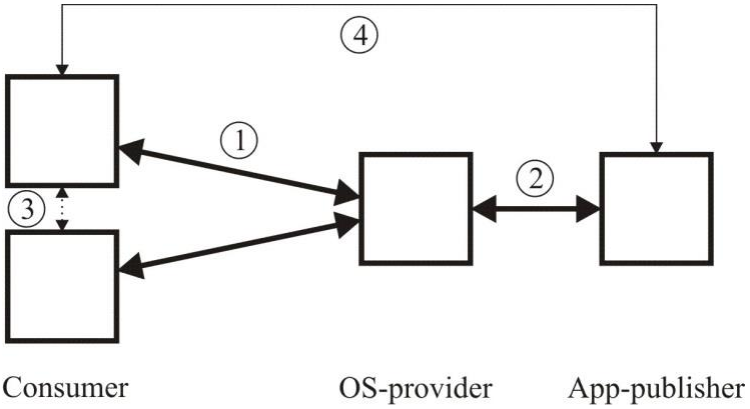


Figure 2: Relationships between the relevant actors in app markets

Regarding consumers' app purchase decision the relationship between the consumer and the app publisher (relationship 4) should be most important, because the consumer purchases apps directly from the app publisher. However, we assume that this direct relationship is superimposed by the relationship between the consumer and the OS provider (relationship 1). This is caused by the institutional constraints of the relationship between the OS-provider and the app publisher (relationship 2). Because of the ecosystem integration (OS-integrated), app stores constitute the monopolistic distribution channel wherein app publishers have to fulfill strict standards relating to design, OS-integration and process integration.[3] The OS-provider takes over all critical consumer contacts like product search, product presentation, product download and payment processes. Thus, consumers possibly perceive the OS-provider as their transaction partner although they in fact purchase apps from the app publisher.

Traditional software has been characterized as specialty good. The purchase of traditional software is therefore associated with high transaction cost in terms of information search, download, installation and induction. Due to these reasons, consumers were usually highly involved in purchase decisions for this kind of software.

However, app purchases do not seem to follow that pattern. The specific characteristics of the app purchase context rather stimulate limited (e.g. buying another app from a known provider), habitual (e.g. buying habitually from the same app store) and impulsive (e.g. buying and app because of a sudden realisation of a specific demand) buying decision styles, which correspond with only low

[2] We constrain our contemplation on platform-related relationships.
[3] In this article we base our arguments on the extreme characteristics of native apps.

levels of involvement. During such buying processes, consumers often do not search actively for information [11]. If they perceive the risk involved in the app and the buying process to be low and/or if they trust the parties involved in it, their motivation to search for information can be expected to be particularly low [12].

The specific context of app consumption causes tremendous information asymmetries between consumers and other parties in terms of product knowledge, transaction partners as well as privacy and security issues. These information asymmetries arise due to various reasons. Most consumers have very low literacy (previous knowledge) about apps and are unable to understand the highly complex IT system and the market structure underlying app consumption. Moreover, their involvement in app consumption is very low resulting in little information search (if at all). Thus, consumers do not seem to be willing to reduce the information asymmetries.

2.3 Deception, risk and trust

One of the downsides of app consumption is that mobile ecosystems provide for novel forms of deception, which were previously virtually impossible to execute. In this article we focus on the most popular fraud in mobile ecosystems: social engineering attacks [13]. "Social engineering attacks, such as phishing, leverage social engineering to trick the user into disclosing sensitive information." [14] Thus, social engineering attacks are directed at an exploitation of the consumer as the weakest party in the mobile ecosystem.

App purchase transactions can be defined as social exchange situations according to Cosmides and Tooby´s "social exchange theory" [15], which tries to explain how individuals can detect "cheating" in social exchanges. Social engineering attacks can be referred to as such "cheating", i.e. "the violation of the social contract" which "consists of taking the benefit without satisfying the requirement" [16]. Another type of "cheating" in mobile ecosystems can be seen in offering apps without or only limited functionality but receiving personal data or access to the SMD ('black' or 'grey malware').

With increasing personal data stored in the SMD consumers' risks are rising. In mobile ecosystems risk refers to a "consumer´s perceptions of uncertainty and adverse consequences" [16] of engaging in purchase or download processes [17; 18]. Such adverse consequences can be the unintended access to personal data via black or grey malware and the unwanted (direct) usage of intimate data (e.g., credit card number, E-mail access, toll fraud) or the (indirect) storage, aggregation and evaluation of personal app data.

Research on internet transactions has identified specific market mechanisms, e.g., reduced face-to-face contact, lower market costs of new entrants, access of firms from different legal and regulatory environment, no strong international legal and consumer protection, intransparent market players [16]. It can be assumed, that these characteristics also apply to mobile ecosystems and app purchase transactions. As a consequence, substantive risks are involved in the consumption of apps. Nevertheless, consumers often download presumably trustworthy apps without knowing their publisher, functionality and information access. This observation refers to the so-called privacy paradox: in digital markets consumers articulate their need for privacy, but act in the opposite way [19].

The role of users in the "traditional" IT security is an established research topic. Much research has been conducted in the field of consumers' "traditional" internet security behavior [20; 21]. However, research on consumers' perception of security and privacy in mobile ecosystems as well as related consumer behavior has been very scarce [13; 22].

Consumers' application of trust mechanisms is often provided as an explanation for seemingly 'irrational' behavior, as described by the privacy paradox. "Trust is defined here as the expectation that the promise of another can be relied upon and that, in unforeseen circumstances, the other will act in the spirit of goodwill and in an benign fashion towards the trustor." [16] Through trust in the other parties consumers can balance the information asymmetries and reduce their perceived uncertainties. Hence, market transactions can take place.

3 An exploratory study on dealing with risks and security problems

3.1 Survey design and data collection

An exploratory study using a standardized online questionnaire was conducted in order to get a deeper understanding of how consumers deal with the risks and possible security problems in mobile ecosystems.

The questionnaire was developed in a two step process using an expert group interview. In the first step the experts were asked to collect as many questions related to mobile privacy and security issues as possible. This first collection delivered more than 100 questions. In the second step the experts grouped these questions into three categories: consumers' perception of app publishers' access to and usage of app data, trustworthiness of apps, and consumers' evaluation of their (personal) app data. Furthermore, they narrowed the number of questions down to an appropriate questionnaire length.

The resulting questionnaire included questions on the three categories mentioned above and some additional questions, for example on system usage, consumers' experience with app consumption, consumers' experience with security problems as well as socio-demographic data.

All items regarding security and privacy perception were measured on 5-point Likert-scales ranging from "totally disagree" (1) to "agree completely" (5).[4] Data collection took place in December 2012 in Germany. Consumers were invited to participate in an online survey via social media (Facebook, Xing, etc.) and university mailing lists. Altogether, 519 participants subscribed to the study. 508 use an SMD (filter question) and could be considered for subsequent analyses.

The sample includes an almost equal amount of female (46%, N = 189) and male (54%, N = 222) participants. Most of the respondents were in the age group between 18 and 34 years (98.3%; N = 404). The largest group was between 18 and 25 years (73%; N = 300) old, followed by individuals between 25 and 34 years (25.3%; N = 104). Most of the participants were students (76%; N = 313) and employees (20.9%; N = 86). Respondents' OS affiliation was identified according to the device manufacturer. 207 participants (51.2%) used iOS and 197 (48.2%) used non-iOS.

3.2 Methodology

As a first step we analyzed consumers' perceptions of app purchase and usage. In order to reduce complexity and gain a better understanding of the underlying structure of our variables, we conducted a principle component analysis [23]. The factors represent the various types of security and privacy perception of by app consumers. As a second step, we conducted some simple t-tests in order to explore contextual variables that influence how consumers deal with the risks involved in app purchase and consumption.

[4] Also the fall back answer „not specified" (8) was given. In the analysis (8) was treated as missing value.

3.3 Results

Altogether, 8 variables, which represent aspects of how consumers could deal with risks associated with apps, were included in a principle component analysis. The correlations among the variables in our data set as well as the Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO = 0.744) proved that our data is suitable for factor analysis. This is also supported through Bartlett's test of sphericity ($X^2 = 486.544$, $p<0.01$).

Factors were extracted using the principle components analysis (PCA). We used the Kaiser-Guttmann rule to determine the number of factors. Two factors with an eigenvalue larger than 1 were extracted. VARIMAX rotation was applied to account for interpretability of the factors. The two extracted factors explain 56.69% of overall variance. The highest factor loading per variable served as the basis for interpretative purposes.

Factor	Factor loading	Eigenvalue	% of variance
Trust in apps		3.081	38.510
Apps of the app store I use are secure.	0.807		
Apps of the app store I use correspond with german data protection regulations.	0.790		
Trustworthiness of apps is secured by the operator of the app store I use.	0.785		
Data stored on my Smartphone are secure.	0.632		
Basically app-collected data don´t give intimate knowledge in evidence about me.	0.574		
Perceived Capability of Dealing with Risks		1.451	18.138
I am aware of the data accesses of my apps.	0.877		
About the use of personal data by the app publisher I am informed adequate.	0.742		
I assess myself secure in dealing with my smartphone.	0.548		

Table 1: Results of the principle component analysis

The resulting factors were interpreted as "Trust in apps" (factor 1) and "Perceived Capability of Dealing with Risks" (factor 2). Whereas factor 1 includes those aspects which demonstrate that consumers do not perceive high risks when purchasing and using apps, factor 2 expresses that consumers might be aware that app consumption includes risks, but feel in control of them.

We further analyzed if the degree of trust in app consumption and consumers' perceived capability of dealing with perceived risks regarding app purchase and usage are influenced by contextual variables.

We conducted some t-tests in order to compare the mean values of the factors for consumers which were divided into two groups based on the contextual variables. For two of these variables the subjects in our study were rather unequally distributed between the two sub-groups. We therefore used the non-parametric Mann-Whitney U-test in order to explore for significant mean differences. The results of our analysis can be obtained from table 2.

Factor analysis

	factor 1 (trust)			factor 2 (capability)		
Group variable	N	Mean value	P	N	Mean value	P
Do you unlock your smartphone with an access key?						
yes	151	3,1046	0,590	243	2,9602	0,690
no	73	3,1589		138	2,9928	
Do you sometimes connect your smartphone with public wifi?						
yes	152	3,1184	0,911	245	2,9551	0,563
no	72	3,1306		136	3,0025	
Which store do you use for purchasing apps?						
Pre-installed app store on my SMD	207	3,1604	0,010*	357	2,9729	0,980*
Third-party app store	17	2,6588		24	2,9583	
Have you ever deleted an app because of possible malware or security lacks?						
yes	104	2,8885	0,000	141	3,1253	0,004
no	120	3,3250		240	2,8819	
Do you think you need a virus scanner or a firewall on your smartphone?						
yes	123	2,9756	0,001	215	2,9364	0,263
no	100	3,3080		164	3,0244	
Have you ever had a virus, trojan or similar problem caused by an app from your app store?						
yes	8	2,3000	0,003*	12	2,8889	0,743*
no	215	3,1553		364	2,9773	
Are you aware of privacy when downloading an app?						
yes	100	3,0260	0,080	153	3,1983	0,000
no	123	3,2049		226	2,8230	
Would you use a banking-app and entrust your banking account data with no doubt or would you feel uncomfortable?						
yes	78	3,1744	0,475	118	3,0537	0,176
no	145	3,0979		261	2,9387	
Operating system (OS)						
iOS	122	3,2328	0,017	193	2,9948	0,556
non-iOS	102	2,9902		188	2,9486	
Gender						
male	138	3,0841	0,340	201	3,0912	0,001
female	86	3,1837		180	2,8389	

*calculated by independent samples Mann-Whitney-U-Test

Table 2: Results of t-test of factor mean values

The analysis reveals various significant influences on the degree of trust consumers perceive when purchasing and using apps. First, the characteristics of the mobile ecosystem itself seem to influence the level of trust. iOS-users perceive higher levels of trust as opposed to consumers who use mobile devices with another OS. Furthermore, consumers who purchase apps in the app store linked to the OS perceive higher levels of trust than those consumers who purchase apps in a store provided by a third party. Second, the level of trust consumers perceive is also affected by their previous experiences. If

they have earlier experienced a problem with an app (virus, trojan, etc.) or if they had reason to believe that there was a security problem with one of their apps and decided to delete it, they are generally more suspicious towards app consumption. Third, some consumers seem to act more consciously than others when making app purchase decisions and therefore, to rely less on trust. In our exploratory study we have found evidence for those consumers, who consider the installation of a firewall on their SMD as well as the participants who stated that they have the issue of privacy in mind when making app purchases. The latter group is particularly interesting, as we would have expected a large number of socially desired answers to this question. But even though, we directly pointed the participants to the issue of privacy in app consumption, less than half of the subjects (39.9%) stated that they have this issue in mind.

Consumers' perception that privacy is an issue in app consumption also influences their perceived capability of dealing with risks of app usage. The analysis shows that those consumers who are aware that privacy could be an issue when consuming apps are also more confident that they can handle these possible risks. Likewise, consumers who have already deleted apps from their SMD due to the possibility of malware or a security problem, perceive themselves more in control of the risks or maybe less 'naive' than other users.

4 Discussion and conclusion

The results of the explorative study reveal that app consumers can deal with risk and security problems in app consumption in two ways. First, consumers can overcome perceived and substantial risks through trust in the mobile ecosystem and the relevant parties. Second, they can increase their (perceived) autonomous security control of the exchange situation, for example by trying to acquire more knowledge about the complex app market. We suggest that the ways in which consumers deal with risks in mobile ecosystems are highly affected by multiple specific context conditions.

Fundamentally, consumers' perception of app software has a substantial impact on consumer behavior. Traditional software (perceived as specialty good) is characterized by high transaction costs and high involvement. In contrast, the specific technical and contextual features of apps suggest that the typical buying process for apps is accompanied by only low levels of involvement and cognitive control. Such buying processes are characterized by low levels of information search.

Hence, consumers' app perception is in contrast to the high complexity of the market in which the transaction takes place. Consumers seem to minimize the product complexity and the risks of apps. This leads to a misevaluation of personal data and increases the willingness to approve personal data by downloading an app, because there seems to be "no" risk.

Besides the fact that apps are perceived as fast moving, low-involvement consumer goods, we assume that complex trust relationships have an impact on the purchase decision. In this context we classify mobile ecosystems as social exchange situations with very high trust levels. Trust is relevant in order to understand why consumers readily give away personal data without considering related privacy issues. Following Kim and Benbasat [24] we suggest, that risk considerations in mobile ecosystems have less impact on the formation about attitudes towards the app publisher because of high implicit trust levels. It has been previously shown that perceived risk is lower when buying from retailers than from direct sales companies, which is similar to purchases in app stores [25].

However, this simplification could be interpreted against the background of the results of the presented exploratory study as ignorance towards the increasing risks of app usage. It is a debatable

point whether this behavior is a sort of "rational" ignorance. A rational choice is given, when consumers decide, that the information costs for observing the potential app publisher are higher than the perceived and substantial risk of the fraud [26]. We have not addressed this question in our study, but it would be a relevant field for future research.

Furthermore, future research should identify and study the various forms of trust in mobile ecosystems. Based on such findings, trust models for mobile ecosystems could be developed similar to those in internet-market related research. The impact of trust effects should also be integrated in an overall theory of mobile technology acceptance.

5 References

[1] IDC. (2013): Absatz von Tablets, PCs und Smartphones. Retrieved from http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24037713#.UVKranf6phE

[2] Buck, C., Horbel, C., Kessler, T., & Germelmann, C. (2014): Mobile Consumer Apps: Big Data Brother is Watching You. Marketing Review St. Gallen, 31 (1): forthcoming.

[3] Hirshleifer, J. (1973). Where Are We in the Theory of Information? American Economic Review, 63 (2): 31–49.

[4] hitec (2013): Apps – Eine Offenbarung. http://www.3sat.de/mediathek/?mode=play&obj=39360, accessed 28.11.2013.

[5] Gartner (2013): Gartner Says Mobile App Stores Will See Annual Downloads Reach 102 Billion in 2013. Retrieved from http://www.gartner.com/newsroom/id/2592315

[6] Egele, M., Kruegel, C., Kirda, E., & Vigna, G. (2011): PiOS: Detecting Privacy Leaks in iOS Applications. Proceedings of the 18th Annual Symposium on Network and Distributed System Security: 1–15.

[7] Buck, C., & Eymann, T. (2013): Das Privacy Paradox bei mobilen Applikationen: Kontextuale Besonderheiten mobiler Applikationen. In Horbach, M. (Eds.): Informatik 2013. Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt: 1985-2000.

[8] Taylor, D. G., Voelker, T. A., & Pentina, I. (2011): Mobile application adoption by young adults: A social network perspective. International Journal of Mobile Marketing, 6 (2): 60–70.

[9] Vargo, S. L., Lusch, R. F., Horbel, C., & Wieland, H. (2011): Alternative Logics for Service(s): From Hybrid Systems to Service Ecosytems. In D. Spath & W. Ganz (Eds.), Taking the pulse of economic development. Service trends: 123–135.

[10] Ponemon Institute (2011): Smartphone Security: Survey of U.S. consumers. Retrieved from http://aa-download.avg.com/filedir/other/Smartphone.pdf

[11] Bettman, J. R., & Park, C. W. (1980): Effects of Prior Knowledge and Experience and Phase of the Choice Process on Consumer Decision Processes: A Protocol Analysis. Journal of Consumer Research, 7 (3): 234–248.

[12] Buck, C., & Eymann, T. (2014): Risikofaktor Mensch in mobilen Ökosystemen. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 295: forthcoming.

[13] Workman, M. (2007): Gaining Access with Social Engineering: An Empirical Study of the Threat. Information Systems Security, 16 (6): 315-331.

[14] Nachenberg, C. (2011): A Window Into Mobile Device Security: Examining the security approaches employed in Apple's iOS and Google's Android: 1–23. Retrieved from http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/pdfs/symc_mobile_device_security_june2011.pdf

[15] Cosmides, L., & Tooby, J. (1992): Cognitive Adaptions for Social Exchange. In J. H. Barkow, L. Cosmides, & J. Tooby (Eds.), The Adapted mind. Evolutionary psychology and the generation of culture: 163–228.

[16] Grazioli, S., & Jarvenpaa, S. L. (2000): Perils of Internet Fraud: An Empirical Investigation of Deception and Trust with Experienced Internet Consumers. IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics: Part A, 30 (4): 395–410.

[17] Dowling, G. R., & Staelin Richard. (1994): A Model of Perceived Risk and Intended Risk-handling Activity. Journal of Consumer Research, 21 (1): 119–134.

[18] Kramer, R. M. (1999): Trust and distrust in organizations: Emerging perspectives, enduring questions. Ann. Rev. Psychol., 50: 569–598.

[19] Acquisti, A., & Gross, R. (2006): Imagined Communities: Awareness, Information Sharing, and Privacy on the Facebook. 6th Workshop on Privacy Enhancing Technologies: 1–22. Retrieved from http://people.cs.pitt.edu/~chang/265/proj10/zim/imaginedcom.pdf

[20] Adams, A., & Sasse, M. A. (1999): Users Are Not The Enemy: Why users comprise computer security mechanisms and how to take remedial measures. Communications of the ACM, 42 (12): 41–46.

[21] Camp, L. J. (2009): Mental Models of Privacy and Security. IEEE Technology and Society Magazine, 28 (3): 37–46.

[22] Shih, D., Lin, B., Chiang, H., & Shih, M. (2008): Security aspects of mobile phone virus: a critical survey. Industrial Management & Data Systems, 108 (4): 478-494.

[23] Hair, J. F., Anderson, R., & Babin, B. (2010): Multivariate data analysis (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

[24] Kim, D., & Benbasat, I. (2010): Designs for Effective Implementation of Trust Assurances in Internet Stores. Communications of the ACM, 53 (2): 121–126. Retrieved from http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=47776293&site=ehost-live

[25] Peterson, R. A., Albaum, G., & Ridgway, N. M. (1989): Consumers who buy from direct sales companies. Journal of Retailing, 65 (2): 273–286.

[26] Downs, A. (1957): An economic theory of political action in a democracy. The Bobbs-Merrill reprint series in the social sciences: Vol. 378. Indianapolis: Bobbs-Merrill, College Division.

Verhaltensbasiertes Energiesparen am Arbeitsplatz: Ergebnisse einer vergleichenden Studie

Timo Jakobi

Universtität Siegen, Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, 57068 Siegen,
E-Mail: timo.jakobi@uni-siegen.de

Gunnar Stevens

Universtität Siegen, Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, 57068 Siegen,
E-Mail: gunnar.stevens@uni-siegen.de

Tobias Schwartz

Fraunhofer Institute for Applied Information Technology, 53754 Sankt Augustin,
E-Mail: tobias.schwartz@fit.fraunhofer.de

Abstract

Die Einsparung von Energie ist eine der großen ökonomischen und ökologischen Herausforderungen unserer Zeit. Dies gilt auch für auch für Büroumgebungen, zu denen in Deutschland mittlerweile mehr als jeder zweite Arbeitsplatz zählt. Neben den etablierten Investitionen in effizientere Gebäude und Gerätetechnik, liegen in verhaltensbasierten Maßnahmen große Einsparpotentiale, um den steigenden Energiekosten zu begegnen. Über die klassischen Informationskampagnen hinaus entwickeln sich Energie-Feedback-Lösungen auf Basis zunehmend günstigerer Smart Metering- und Smart Plug-Technologie zu einer attraktiven Maßnahme. Dieser Beitrag zeigt die positive Wirkung von digital gestützten Informations- und Feedback-Kampagnen. In einer vergleichenden, sechsmonatigen Pilotstudie in zwei Unternehmen konnten wir dabei signifikante Einsparungen in den Nebenzeiten erzielen. Eine Herausforderung besteht jedoch darin, diese Effekte zu verstetigen und bisherige Ansätze aus der verhaltensorientierten Eco-Feedback Forschung und der technikorientierten Power-Management Automation besser zu integrieren.

1 Einleitung

Energie ist zentral für das Wohl der Wirtschaft jeder modernen Gesellschaft. Der Verbrauch elektrischer Energie ist dabei auch fester Bestandteil von Büroumgebungen. Durch steigende Abnahmepreise wird dieser Umstand auch immer mehr zu einem entscheidenden Kostenfaktor von Unternehmen. Dabei kommt der „grünen“ Wirtschaftsinformatik [9,14] in der Förderung der Nachhaltigkeit im und durch Design von IKT-Systemen eine wichtige Rolle zu. So haben sich auf Management-Ebene BUI-Systeme als ein vielversprechender Ansatz etabliert [12]. Außerdem existieren eine Reihe IKT-unterstützter Maßnahmen, die auf die Senkung der Energiekosten am Arbeitsplatz abzielen. Diese lassen sich grob vereinfacht in verhaltensorientierte und technikorientierte Ansätzen einteilen. Zu den technikorientierten Maßnahmen zählen zum Beispiel viele Konzepte des Green IT, wie stromsparende Prozessoren, die Desktop-Virtualisierung und Nutzung von Thin-Clients oder die Verwendung der Abwärme von Rechenzentren [14]. Darüber hinaus lassen sich IKT-Systeme auch zur Gebäude- und Geräteautomation nutzen, bei denen durch das intelligente Steuern der Heizung, des Lichts oder von Klimaanlagen Einsparungen realisiert werden können, ohne dass die Mitarbeiter dazu ihr Verhalten ändern müssen [21].

Um das volle Einsparpotential im Unternehmen auszuschöpfen, gilt es aber zusätzlich den verhaltensbasierten Energiekonsum zum Beispiel durch Informations- und Motivationskampagnen zu optimieren [6]. Da solche Strategien bisher meist nur im privatem Kontext erforscht worden sind, haben wir eine vergleichende Studie in zwei Unternehmen durchgeführt, um verhaltensbasierte Energiesparpotentiale an Büroarbeitsplätzen zu ermitteln, zu bewerten und Strategien zur Hebung dieser Potentiale in Praxis zu erproben. Im Folgenden stellen wir Ergebnisse dieser Studie vor und diskutieren die Herausforderungen des Einsatzes verhaltensbasierter Energiesparmaßnahmen im Unternehmen.

2 Stand der Forschung

Die Anfänge der verhaltensbasierten Umweltforschung gehen auf die umweltpsychologischen Ansätze der 1970er Jahre zurück. Im Rahmen der ersten Ölkrise wiesen empirische Studien zum heimischen Energieverbrauch hohe Unterschiede zwischen beteiligten Haushalten nach, obwohl diese in Bezug auf technologische, infrastrukturelle und demographische Faktoren weitgehend identisch waren [18]. Dies legte den Schluss nahe, dass Energiekonsum stark von individuellen Entscheidungen der Verbraucher abhängt [16]. In der Umweltforschung wurden deshalb verschiedene Theorieansätze entwickelt, um das individuelle (Umwelt-)Handeln zu erklären.

Zu den wichtigsten dieser Ansätze zählen die Rational-Choice Modelle, denen zufolge Handlungen das Ergebnis informierter und bewusster Entscheidungsprozesse sind (vgl. [10]). Dieser Erklärungsversuch wurde jedoch dahingehend kritisiert, dass er zu wenig das begrenzte Wissen der Akteure über Handlungsmöglichkeiten und –folgen berücksichtigt, sowie Werten, Emotionen und Gewohnheiten eine zu geringe Bedeutung zuweist. Diese Kritik wurde in neueren Erklärungsmodellen aufgegriffen die u.a. auch Faktoren wie Normen, Einstellungen und das soziale Umfeld umfassen [19].

Die gestaltsorientierte Forschung zum Eco-Feedback ist eng verbunden mit der verhaltensbasierten Umweltforschung, in der Form das viele Designkonzepte aus theoretischen Erklärungsmodellen abgeleitet sind [8]. In ihren Anfängen konzentrierte man sich darauf, die Wirkung massenmedialer Informations- und Motivationskampagnen durch geeignete Informationsdarstellung zu steigern bzw. die Gestaltung papierbasierter Informationssysteme, wie zum Beispiel Stromrechnungen, zu

verbessern [17]. Durch die technischen Innovationen und die daraus erwachsenden Möglichkeiten Energieverbrauch digital zu messen, hat Eco-Feedback Forschung einen neuen Schub bekommen [4].

Bisher erhobene Gestaltungsanforderungen und Evaluationen positiver Effekte beziehen sich jedoch zumeist auf den privaten Kontext [1,6,8]. Im Vergleich zum privaten Konsum weist der betriebliche Kontext jedoch einige wesentliche Unterschiede auf. Zum Beispiel haben Mitarbeiter zumeist keinen unmittelbaren finanziellen Anreiz zum Energiesparen und sie besitzen nur einen bedingten Einfluss auf die Geräteausstattung und deren Nutzung [3,5,15,20]. Auch sind datenschutzrechtliche Fragen anders geregelt als im häuslichen Kontext [3].

In Bezug auf die Gestaltung und den Einsatz nicht-elektronischer Informations- und Motivationskampagnen im betrieblichen bzw. öffentlichen Umfeld wurde beispielsweise von Matthies & Wagner [13] der CHANGE-Leitfaden entwickelt. In Bezug auf elektronische Medien haben Azar & Menassa [2] ein Decision-Framework zur Durchführung von Energiesparmaßnahmen in kommerziell genutzten Gebäuden entwickelt. Foster et al. [7] haben als Erste auf Basis von Fokusgruppen allgemeine Gestaltungsprinzipien für betriebliches Energiefeedback abgeleitet, ohne sie jedoch konkret umzusetzen und zu evaluieren. Yun et al. [22] haben einen ersten Prototypen eines Energie-Dashboards auf Basis einer Literaturstudie zu arbeitsplatzgeeigneten Interventionstechniken entwickelt.

Zu den nennenswerten empirischen Studien gehört u.a. [3] , [5] und [15]. Carrico und Riemer [5], die monatliche Emails mit Eco-Feedback Berichten an universitäre Mitarbeiter verschickten. In der Studie von Betz und Schwartz et al. [3] wurden Smart Metering Lösungen verwendet, um den Energieverbrauch auf Geräte- bzw. Büroebene zu messen und den Mitarbeitern zurück zu spiegeln. Murtagh et al. [15] installierten eine Eco-Feedback App bei Universitätsangestellten und beobachteten die Effekte auf den individuellen Energieverbrauch.

Insgesamt wird in der Forschung zum verhaltensbasierten Energiesparen im betrieblichen und öffentlichen Umfeld deutlich, dass a) umweltpsychologische Modelle und Designkonzepte auch im betrieblichen Kontext anwendbar sind und b) sich ähnliche Einsparpotentiale wie im privaten Bereich realisieren lassen. Bei der Anwendung gilt es jedoch zusätzliche Einflussfaktoren zu berücksichtigen, die Interventionen in bestehende Unternehmensstrukturen überhaupt erst ermöglichen, oder zumindest einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz der Maßnahmen haben. Dazu zählen insbesondere die Anknüpfung an die vorherrschende Organisationskultur, die Sicherstellung der Unterstützung durch das Management, sowie die Gestaltung adäquater, mitarbeiterbezogener Maßnahmen zur Förderung nachhaltigeren Handelns.

3 Forschungsdesign

Um die Potentiale verhaltensorientierter Energiesparmaßnahmen zu bestimmen, wurde die Wirkung einer Informations- und Motivationskampagne in zwei Unternehmen erforscht. Dabei bestand eine wesentliche Anforderung unserer Industriepartner darin, dass die Maßnahmen den normalen Arbeitsablauf möglichst wenig beeinflussen. Aus diesem Grund wurde für die Planung der Kampagnen jeweils darauf geachtet, dass für die Belegschaft kein zusätzlicher Aufwand entstehen würde. Die Intervention unterteilte sich in eine Basismessung, die Durchführung der Kampagne sowie die Messung der dadurch induzierten Effekte. Ziel der Basismessung war es, den Ist-Zustand des Verbrauchs am Arbeitsplatz zu dokumentieren, um spätere Effekte beurteilen zu können. In einem weiteren Schritt wurde eine an die spezifischen Bedingungen der Standorte angepasste Energie-Informationskampagne gefahren und deren Auswirkungen auf den Konsum auf Geräte-Ebene erfasst.

Abschließend wurde in einer dritten Phase der Verbrauch nach unseren Aktivitäten gemessen, um deren längerfristige Auswirkungen auf den Energiekonsum im Hinblick auf Verstetigungs- und Aneignungseffekte zu untersuchen. Im Folgenden schildern wir, welchen Umfang die Studien im Einzelnen hatten, um Transparenz im Hinblick auf Einspar- und Vergleichsmöglichkeiten zu gewährleisten.

3.1 Kontext

3.1.1 Unternehmen Alpha

Unternehmen Alpha ist ein weltweit agierendes IT-Unternehmen mit Vertretungen in über 50 Ländern. Der an der Studie beteiligte Standort ist im Bereich Sustainable IT tätig und umfasst ca. 270 Beschäftigte, von denen die überwiegende Mehrzahl an Büroarbeitsplätzen arbeiten. Die Unternehmenskultur kann durch vergleichsweise flache Hierarchien, hohe Innovationsfreudigkeit und internationale Orientierung charakterisiert werden. Außerdem zeichnet sich das Unternehmen durch Teamarbeit in agilen Projekten aus.

Am Standort wird sowohl in Einzel- als auch in Mehrfachbüros gearbeitet. Die Belegschaft arbeitet dabei in der Regel mit Laptops, wobei ca. die Hälfte aller Arbeitsplätze zudem über einen zweiten Bildschirm verfügt. Das Unternehmen unterstützt Mitarbeiter auch dabei, per Remote-Zugriff von zu Hause aus zu arbeiten. Deshalb laufen Computer häufig auch in den Nächten und an Wochenenden durch. Zur Standardausstattung der Büros gehören Telefone, die zumeist über das Telefon-Netzwerk mit Strom versorgt werden. Zusätzliche, privat angebrachte Geräte sind nicht vorhanden. Zu den gemeinschaftlich genutzten Arbeitsgeräten gehören u.a. Multifunktionsdrucker, Router, eine große und eine kleine Konferenzanlage sowie zwei Router. Der Standort besitzt auch Aufenthaltsräume, in denen Geschirrspüler, Kühlschränke, Kaffeemaschinen und Wasserkocher, sowie Warmwasser Boiler vorhanden sind.

Am Standort wurden 57 Standardarbeitsplätze in Einer- bis Viererbüros mit einer auf SmartPlugs basierenden Mess-Sensorik ausgestattet. Hierbei wurde Wert darauf gelegt, eine homogene Gruppe von Arbeitsplätzen auszuwählen, sowie möglichst Vollzeitbeschäftigte zu berücksichtigen, bei denen zugleich möglichst wenige Urlaubstage im entsprechenden Zeitraum anfallen würden. Neben den Arbeitsplätzen wurde auch der Stromverbrauch gemeinschaftlicher Arbeitsmittel und der Geräte in Aufenthaltsräumen erfasst, soweit die Stromversorgung zugänglich und nicht fest verbaut war. Auf die Erfassung des Verbrauchs von Heizung, Licht und Klimaanlage wurde verzichtet, da diese Komponenten zum einen für die verwendeten SmartPlugs nicht zugänglich war und zum anderen weil diese Verbraucher zentral per Gebäudeautomation gesteuert wurden und somit nicht vom Verhalten des einzelnen Mitarbeiters abhingen.

3.1.2 Unternehmen Beta

Unternehmen Beta ist ein Finanzunternehmen mit mehreren Filialen und einer Hauptstelle bestehend aus einem Kundenzentrum und zwei Verwaltungsgebäuden. An der Studie beteiligt war eine Abteilung, die sich maßgeblich mit Fragen der Baufinanzierung und Gebäudeplanung beschäftigt. Diese befand sich auf einer Etage mit 30 Arbeitsplätzen, einer Kaffeeküche, einem Druckerpool mit vier Druckern, sowie je einem Plankopierer, Scanner und Plotter. Die Beschäftigten verteilen sich dort auf Einzel- bis Dreierbüros. Die Unternehmenskultur zeichnet sich durch hohe Seriosität und Bodenständigkeit aus. Darüber hinaus werden auch die enge Verwurzelung mit der Region, sowie die Kollegialität unter den Mitarbeitern hervorgehoben.

Im Fall Betas wurden alle Arbeitsplätze der Abteilung mit in die Messung einbezogen, wobei die Ausstattung der Arbeitsplätze im Wesentlichen homogen war. Zur Standardausstattung gehörte ein Funktelefon mit Basisstation. Nahezu alle Mitarbeiter arbeiteten mit einem Computer, wobei 18 Arbeitsplätze noch mit FatClients ausgestattet waren, während neun Plätze schon auf ThinClient-Technologie umgestellt waren. Typischerweise wurde auch nur mit einem Bildschirm gearbeitet, Varianten mit zwei Bildschirmen oder gar zwei Computern stellten Einzelphänomene dar, die besonderen Aufgabenbereichen, wie beispielsweise der IT vorbehalten waren. Zusätzliche private elektrische Geräte waren die Ausnahme. Wie bei Unternehmen Alpha wurden die gemeinschaftlich genutzten Geräte und die Verbraucher in der Kaffeeküche von der Messung miterfasst, während die zentral gesteuerten Verbraucher wie Licht und Lüftung von der Messung ausgenommen wurden.

3.2 Inhaltliche und zeitliche Gestaltung der Maßnahmen

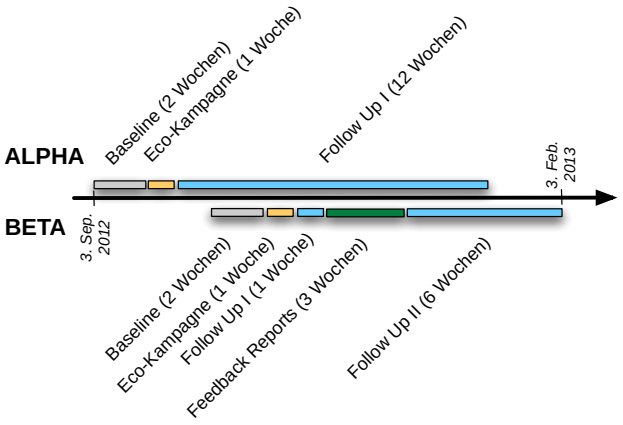


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Intervention bei Alpha (oben) und bei Beta (unten)

Ziel der Konzeption war es zunächst, alle Maßnahmen in beiden Unternehmen identisch abzuhalten und dabei möglichst die gleichen Materialen zu verwenden. Unsere Aktionsforschung zeigte jedoch, dass dies in weiten Teilen nur auf konzeptioneller Ebene möglich ist. Infrastrukturelle Rahmenbedingungen, ebenso wie Anforderungen seitens des Managements und der Belegschaft bewogen uns dazu, diesen Standpunkt zu verlassen, so dass die verwendeten Materialien und Kommunikationskanäle an den jeweiligen Unternehmenskontext angepasst wurden, um eine erfolgreiche und von allen Stakeholdern akzeptierte Kampagne fahren zu können (siehe Kapitel 3.2.2). Beim zeitlichen Ablauf (siehe Abbildung 1) wurde dennoch weiterhin versucht, für eine parallele Durchführung zu sorgen. In beiden Unternehmen wurde im 3. Quartal 2012 mit der Information der Mitarbeiter und der Installation der Mess-Sensorik gestartet. Die Basismessung dauerte jeweils 14 Tage, gefolgt von einer siebentägigen Kampagnenwoche, an die sich eine Follow-Up Messung direkt anschloss. Bei Alpha wurde die Entwicklung des Stromverbrauchs nach der Kampagne für insgesamt 12 Wochen beobachtet. Bei Beta wurde nach der ersten Follow-Up-Messung für 3 Wochen personalisiertes Feedback gegeben (siehe auch Abschnitt 3.2.3). Dessen Wirkung wurde wiederum sechs weitere Wochen beobachtet.

3.2.1 Basismessung

In beiden Unternehmen wurde es als sehr wichtig eingeschätzt, den Betriebsrat bzw. Personalrat über die Konzeption der Kampagne, die Installation der Messinfrastruktur, sowie den Umgang mit den sensiblen Daten zu informieren. Um datenschutzrechtliche Bedenken auszuräumen, wurde beschlossen, die Messdaten von einem internen Mitarbeiter des jeweiligen Unternehmens vor der

Verarbeitung durch uns zu pseudonymisieren. Zusätzlich wurde die Haustechnik in Kenntnis über die Messgeräte gesetzt, damit sichergestellt war, dass mit der Installation keine Sicherheitsbestimmungen wie beispielsweise Brandschutzverordnungen verletzt würden. Für eine möglichst getreue Basismessung wurde die Ankündigung der Maßnahme auf ein notwendiges Minimum beschränkt. In Beta zum Beispiel wurden die Mitarbeiter durch eine nüchtern gehaltene Email und durch eine kurze Vorstellung des Piloten im allgemeinen Jour Fixe informiert. Außerdem war die installierte Mess-Sensorik während des Projektes für die Mitarbeiter teilweise sichtbar.

3.2.2 Informations- und Motivationskampagne

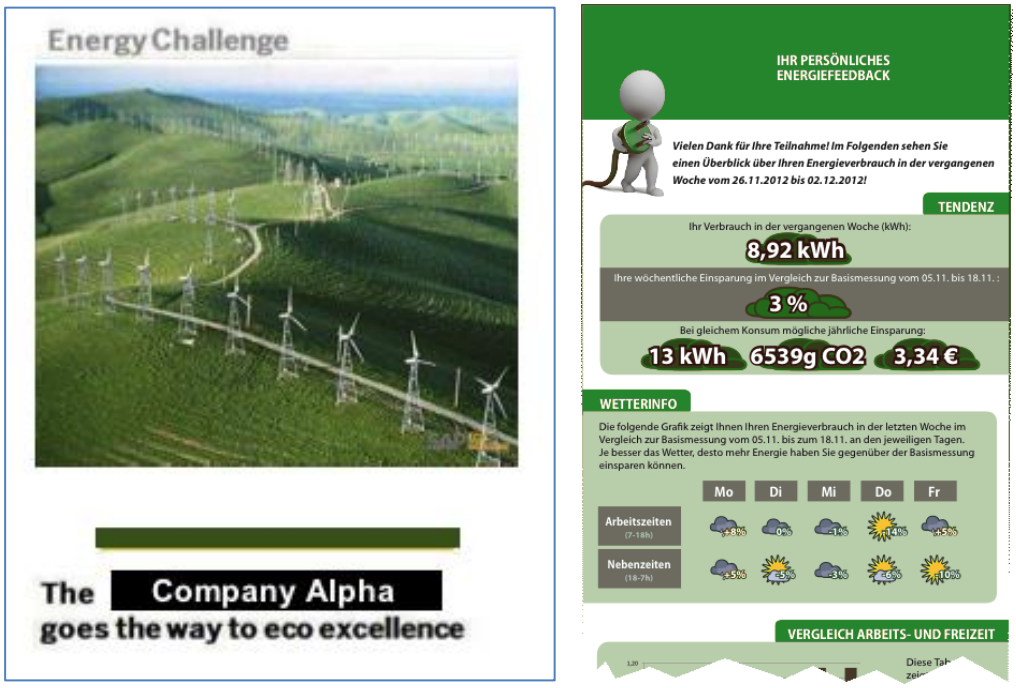


Abbildung 2: links: Kampagnen-Plakat Unternehmen Alpha (Unternehmensname anonymisiert); rechts: Ausschnitt aus Feedback-Report Unternehmen Beta

Ziel der Kampagne war es, den Mitarbeitern das Thema Energiesparen am Arbeitsplatz stärker ins Bewusstsein zu bringen, sie zu motivieren, einen persönlichen Beitrag zu leisten, sowie Informationen darüber zu vermitteln, wie Energie gespart werden kann. Auf konzeptioneller Ebene wurde dabei den im universitären Kontext erfolgreichen Beispielen von Carrico und Riemer [5] bzw. Matthies und Wagner [13] gefolgt. Hierbei haben wir uns speziell an dem unter www.change-energie.de (letzter Abruf: 30.7.2013) veröffentlichten Kampagnenportal orientiert. In beiden Unternehmen wurde es seitens des Managements als zwingend notwendig erachtet, die Kampagne inhaltlich auf die jeweilige Unternehmenskultur hin anzupassen, um in die Selbstwahrnehmung des Unternehmens zu passen und nicht zuletzt auch die Akzeptanz seitens der Belegschaft zu erhöhen. Zudem sollten spezifische Ausprägungen von Kommunikationsstrukturen genutzt werden.

Die Kampagne bei Alpha sollte die Kultur des dynamischen, innovationsfreudigen und internationalen Unternehmens widerspiegeln. Deshalb wurde ein Schwerpunkt auf den Erlebnis- und Event-Charakter gelegt, indem verstärkt interaktive Medien und moderne, englische Begriffe verwendet wurden. Während der Kampagne wurde täglich Informationsmaterial in verschiedenster Gestalt und über unterschiedliche im Unternehmen etablierte Kanäle verteilt. Kern der bewusstseinsbildenden Maßnahme war ein Informationsstand, der in den Mittagspausen im Foyer des Hauptgebäudes mit hohem Durchgangsverkehr aufgestellt wurde. Hier gab es ein offenes Informationsangebot rund um

das Thema Energiesparen, sowie Energiespartipps für den Arbeitsplatz. Als Event konnten Mitarbeiter hier auch an einem ‚Energy Challenge'-Preisausschreiben teilnehmen und sich ein Set von SmartPlugs ausleihen, um den Stromkonsum auch zu Hause messen zu können. Zusätzlich wurden Plakate zur Vermittlung von Handlungs- und Problemwissen (siehe Abbildung 2 links) im Gebäude aufgehängt. Aktuelle Informationen zum Verlauf der Kampagne waren zudem über einen interaktiven Großbildschirm im Foyer stets abrufbar. Zusätzlich gab es täglich wechselnde Aktivitäten, wie das Verschicken von Informations-Emails, das Zeigen eines Kurzfilms zu Nachhaltigkeitsinitiativen des Unternehmens und deren Nutzen, das Verteilen von Postkarten mit Energiespar-Tipps und eine Einladung zu einem Vortrag zum Thema. Des Weiteren wurden an die Mitarbeiter schaltbare Mehrfachsteckdosen ausgegeben, die das „Abschalten" beim Feierabend erleichtern.

Die Kampagne bei Beta hingegen sollte von der Kultur der Seriosität und der regionalen Verwurzelung getragen werden. Deshalb wurde weitgehend auf den Eventcharakter und die Nutzung englischer Begriffe in den Informationsmaterialien verzichtet. Da bei Beta für Informationskampagnen üblicherweise papierbasierte Medien zum Einsatz kommen, wurde stärker mit Plakaten, Postkarten und Aufstellern gearbeitet. Wie bei Alpha gab es täglich wechselnde Aktivitäten, interaktive Medien wurden jedoch weniger motivational als informierend genutzt. So wurde beispielsweise kein Image-Film im Comic-Stil, sondern ein Dokument über Energiespar-Tipps für den beruflichen und privaten Kontext verteilt. Außerdem wurde ein zweitägiger Informationsstand im stark frequentierten Flurbereich eingerichtet, an dem alle Fragen rund um das Thema Energie und das Projekt, ob am Arbeitsplatz oder zu Hause, besprochen werden konnten. Weitere Maßnahmen beinhalteten das Verfassen von Informations-Emails über den Unternehmensverteiler, sowie das Verteilen von Postkarten mit kurz zusammengefassten Energiespar-Tipps.

3.2.3 Feedback

Ein wesentlicher Vorteil von Smart Metering Technologien besteht darin, dass Verbraucher unmittelbares bzw. zeitnahes Feedback über ihren Konsum erhalten können. In unserer Aktionsforschung zeigte sich jedoch, dass aktuell kein System kommerziell verfügbar ist, das den Unternehmensanforderungen der beteiligten Partner genügt und die aktuellen Erkenntnisse aus der gestaltorientierten Umweltforschung berücksichtigt.

Deshalb wurde von uns eine Lösung für das Unternehmen Beta geplant, um personalisierte Berichte über den Energieverbrauch zu entwickeln (siehe Abbildung 2, rechts). Die Berichte wurden auf Basis der pseudonymisierten Daten teilautomatisiert erstellt und waren weder für Kollegen, noch Vorgesetzte einsehbar. Sie wurden von einem internen Mitarbeiter per E-Mail wöchentlich an die Kollegen verschickt. Darüber hinaus haben wir einen Report über den aggregierten Verbrauch aller Abteilungsmitarbeiter und der gemeinsam genutzten Geräte erstellt. Dieser wurde ebenfalls wöchentlich aktualisiert und am Informationsbrett ausgehängt.

Die Gestaltung berücksichtigte dabei gängige Empfehlungen aus der Literatur, Darstellungen möglichst einfach zu halten und auf wesentliche Aussagen zu fokussieren. Dadurch sollten Nutzer ohne hohen kognitiven Aufwand die Auswirkungen ihres Handelns in Bezug auf ihre energetischen Konsequenzen erkennen können. Ein weiteres Ziel der Gestaltung war es, Nutzern ein bestärkendes Feedback bei guten Energiesparwerten, bei Mehrverbrauch hingegen ein emotional negatives Feedback zu geben. Der Bericht wurde deshalb so gestaltet, dass dem Nutzer als Hauptinformation dessen absoluter Verbrauch der vergangenen Woche in Kilowattstunden, sowie die prozentuale Verschiebung zur Vorwoche zurückgespiegelt wurde.

In einem zweiten Abschnitt wurden die Daten weiter aufgeschlüsselt und die Tagesverbräuche im Vergleich zur Vorwoche visualisiert. Hierbei wurde eine Wetter-Metapher verwandt (sonnig = niedriger Verbrauch, regnerisch = hoher Verbrauch), um den emotionalen Aspekts des Feedbacks zu steigern. Dabei wurde für den besonderen betrieblichen Kontext berücksichtigt, dass der Verbrauch am Arbeitsplatz außerhalb der Arbeitszeiten im Optimalfall null sein sollte. Um die Kultur von Kernarbeitszeiten möglichst getreu abbilden zu können, haben wir nach Absprache mit Unternehmensvertretern als Heuristik in der Visualisierung zwischen Haupt- (7 bis 18 Uhr) und Nebenzeiten (18 bis 7 Uhr) sowie Werktagen und Wochenenden unterschieden.

Da komparatives Feedback eine weitere etablierte Motivationsstrategie ist, wurde angedacht, in den wöchentlichen Berichten Verbräuche von Mitarbeitern untereinander zu vergleichen. Allerdings wurde dies seitens Beta als ein kompetitives Element empfunden, das nicht zur eigenen Unternehmenskultur passe. Aus diesem Grunde wurde in der Studie auf dieses Element verzichtet.

Im Falle Alpha wurden die semi-automatisierten Feedback-Reporte zum einen aufgrund begrenzter Ressourcen nicht umgesetzt. Zum anderen konnte so die unterschiedliche Wirksamkeit reiner Informationskampagnen gegenüber mit Feedback-Mechanismen kombinierten Maßnahmen untersucht werden.

4 Ergebnisse

4.1 Erkenntnisse aus der Basismessung

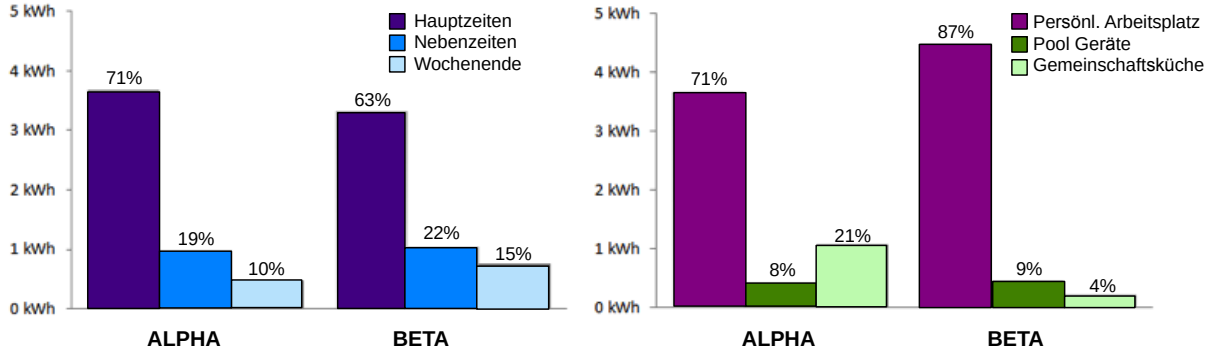


Abbildung 3: Anteile der Verbräuche pro Mitarbeiter im Basismesszeitraum aufgeteilt nach Nutzungsart (links) und Nutzungszeit (rechts)

Während der Basismessung wurde ein durchschnittlicher wöchentlicher Energiekonsum von 233,35 kWh in Unternehmen Alpha gemessen bzw. 168,22 kWh im Unternehmen Beta. Damit verbrauchte ein durchschnittlicher Arbeitsplatz bei Alpha 4,09 kWh in der Woche bzw. 5,61 kWh bei Beta.[1]

Die installierte Mess-Sensorik erlaubte uns gegenüber früheren Studien die genaue Erfassung des Lastprofils, in dem sich typische Muster des Arbeitsverhaltens identifizieren lassen. So lässt sich erkennen, dass bei Alpha die meisten Mitarbeiter zwischen 7 und 9 Uhr kommen, gegen 12 Uhr eine Stunde Mittagspause sowie zwischen 16 und 18 Uhr Feierabend machen. Die Aufgliederung der Verbräuche nach Nutzungsart und -zeitpunkt (Abbildung 3) zeigte dabei, dass der Anteil der

[1] Bei der Berechnung des durchschnittlichen Arbeitsplatzes wurden die gemeinsam genutzten Geräte, wie Netzwerkdrucker, Router, etc. sowie die Verbraucher in den Aufenthaltsräumen gleichverteilt angerechnet. Dieser normierte Arbeitsplatzverbrauch dient dabei nur als grobe Orientierung, da insbesondere der Anteil des Einzelnen an den gemeinsam genutzten Geräten nicht immer genau ermittelt werden kann.

Nebenzeiten und des Wochenendes am Gesamtverbrauch bei Alpha 25 % respektive 36% bei Beta ausmacht.

Insbesondere wurde deutlich, dass bei Beta ein großer Anteil des Konsums außerhalb der Hauptzeit anfällt, wobei diese nach Auskunft des Management und der Baseline-Messung mit 7 bis 18 Uhr bereits großzügig veranschlagt wurde. Deshalb wäre im Optimalfall ein Verbrauch nahe Null zu erwarten, auch weil die Mitarbeiter im Gegensatz zu Alpha keine Möglichkeit des Remote-Zugriffs besitzen, die das Durchlaufen der Computer rechtfertigen könnte. Die feingranulare Verbrauchsmessung legte an dieser Stelle das hohe Einsparpotential offen, das durch die Motivation der Mitarbeiter zu nachhaltigeren Verhaltensweisen (hier: Geräte abschalten bei Arbeitsende) gehoben werden könnte.

4.2 Erzielte Einsparungen

Abbildung 4 zeigt den Verlauf des Energieverbrauchs über die gesamte Zeit der Intervention. Insbesondere wird deutlich, dass schon die Ankündigung und das Ausbringen der Mess-Sensorik einen positiven Effekt auf den Verbrauch haben. Die tatsächliche Grundverbrauchslinie dürfte daher etwas höher liegen als der in der zweiwöchigen Messung erfasste Durchschnittverbrauch, weshalb die realisierten Einsparungen damit höher einzustufen sind als die hier angegeben.

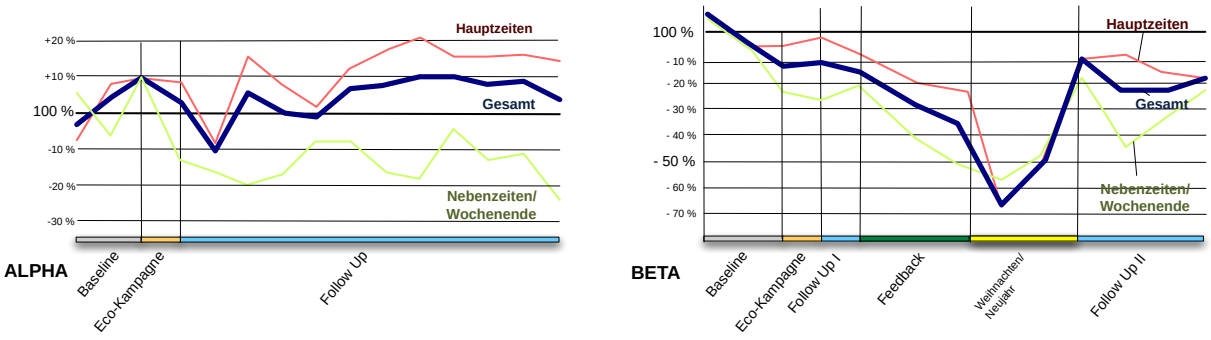


Abbildung 4: Verlauf des Energieverbrauchs über die Zeit (links: Beta, rechts: Alpha).

Im Unternehmen Alpha erreichte die Informationskampagne innerhalb der darauf folgenden 14 Tage einen um 4.2% verringerten Konsum gegenüber der Basismessung. Die genauere Analyse lässt erkennen, dass die Einsparungen maßgeblich in den Nebenzeiten (-17,2%) und an den arbeitsfreien Tagen
(-9,9%) realisiert wurden. Demgegenüber blieb der Verbrauch in den Hauptzeiten nahezu konstant (+0,1%). Eine weitere Aufgliederung nach Nutzungsarten zeigt zusätzlich, dass sowohl der Verbrauch bei den individuell genutzten Arbeitsgeräten um 5,9%, als auch bei den gemeinschaftlich genutzten Geräten um 13,0% reduziert wurde. Die Kampagne hat die Mitarbeiter somit nicht nur dazu motiviert, die individuell ihnen zurechenbaren Geräte abzuschalten, sondern hat auch mehr Sorge um die Kollektivgüter walten zu lassen. Während der weiteren Wochen nach Abschluss der Kampagne blieb die Reduzierung in den Nebenzeiten arbeitsfreien Tagen weitgehend erhalten, während Effekte in den Hauptzeiten kaum erkennbar waren. Zu den positiven Effekten in den Nebenzeiten und arbeitsfreien Tagen hat sicherlich das Ausbringen abschaltbarer Mehrfachsteckdosen beigetragen, dass Mitarbeitern das routinierte Ausschalten der Geräte erleichterte.

In Bezug auf die Kurzzeiteffekte zeichnet sich bei Beta ein ähnliches Bild wie bei Alpha ab. In der Woche nach Abschluss der Kampagne reduzierte sich der Verbrauch der Abteilung um 13,3%. Analog zu Alpha fielen die Einsparungen in Nebenzeiten (-20,8%) und am Wochenende (-26,7%) noch weitaus höher aus als während der Arbeitszeit (-7,5%).

Aufgegliedert nach Geräten konnte eine Einsparung der individuell genutzten Arbeitsplatzgeräte um 9,5% festgestellt werden. Vor allem aber bei den gemeinschaftlich genutzten Geräten eine deutliche Einsparung um 56,2% erzielt werden, indem ein selten genutzter Drucker als großer Verbraucher identifiziert und ausgeschaltet werden konnte. Der gemessene Verbrauch in den Küchengemeinschaftraum war demgegenüber nahezu konstant (+0,6%).

Die anschließende Ausgabe des personalisierten Feedbacks brachte eine wesentliche Erhöhung der durch die Informationskampagne erzielten Effekte. In den drei Wochen, in denen diese Berichte bereitgestellt wurden, sank der Energieverbrauch um 27,1% (Hauptzeiten: -19,9%, Nebenzeiten: -37,2%, arbeitsfreie Tage: -42,6%). Nach Aussage des Managements ist der Rückgang nicht auf Urlaub, Krankheitsfälle und sonstige besondere Ereignisse zurückzuführen. Eher im Gegenteil sei mit einem Anstieg zu rechnen gewesen, da in der Vorweihnachtszeit üblicherweise mehr Arbeit anfällt.

Da die erzielten positiven Effekte zwischen den Jahren (siehe Abbildung 4) auf die erhöhte Urlaubszeit zurückzuführen sind, haben wir sie aus der Follow-Up Betrachtung herausgenommen. Stattdessen haben wir den durchschnittlichen Verbrauch für den Zeitraum vom 14. Januar bis zum 3. Februar berechnet. In diesem Zeitraum, sieben Wochen nach Ende der Reportverteilung, sank die Einsparung auf 12,2% (Hauptzeiten: -3%, Nebenzeiten: -27%, arbeitsfreie Tage: -29,1%). Dies sind gegenüber der Basismessung weiterhin signifikante Einsparungen. Jedoch deutet Abnahme darauf hin, dass sich längerfristig sukzessive alte Gewohnheiten einschleifen.

4.3 Subjektive Beurteilung

Um die Sichtweisen der Mitarbeiter einzufangen, wurden im Nachgang zur Studie mit einzelnen Mitarbeitern von Alpha und Beta Gespräche geführt, die jedoch auf Wunsch nicht aufgezeichnet worden sind. Zusätzlich wurde zum Abschluss der Studie ein Workshop bei Alpha mit den Beteiligten veranstaltet, bei denen die „Lessons Learned“ diskutiert wurden.

Da bei Alpha das Thema Nachhaltigkeit eine große Rolle spielt, war dort die Motivation von Beginn an sehr groß. Demgegenüber waren bei Beta die Mitarbeiter der Studie neutral bis skeptisch eingestellt. Im Verlaufe des Projektes wurde allerdings deutlich, dass viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer von den Ergebnissen überrascht waren und ein hohes Eigeninteresse an Energieeinsparungen auch am Arbeitsplatz entwickelten. Beispielsweise bekamen wir während des Projektes Ideen zur Verbesserung der Feedback-Mechanismen, wurden in Versuche der Effizienzsteigerung bestehender Infrastrukturen eingebunden und konnten auf einem abschließenden freiwilligen Workshop erfahren, wie sich Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter täglich mit ihrem privaten und dienstlichen Stromverbrauch beschäftigen.

Insgesamt wurden die Materialien als gut, jedoch im Detail als optimierbar eingestuft. Eine bei Alpha umgesetzte Maßnahme, Mess-Sensorik an interessierte Mitarbeiter auch zum Privatgebrauch zu verleihen, fand sehr großen Anklang. Durch die Möglichkeit, seinen Energiekonsum zu Hause zu messen, sei man automatisch motivierter und sensibilisierter für seine Umgebung auch am Arbeitsplatz. Auch die schaltbaren Mehrfachstecker wurden gelobt, da sie einfach zu nutzen sind. Gegenüber einem zentralisierten Energie-Management, wurde positiv angemerkt, dass Geräte nicht bei ad-hoc Überstunden etc. fälschlicherweise automatisch abgeschaltet werden.

In Bezug auf die Feedback-Maßnahme wurden die wöchentlichen Berichte als sinnvoll und hilfreich angesehen, um ein passgenaues Feedback über das eigene Verhalten zu bekommen. Auch stieß im kaufmännischen Umfeld von Beta die Nutzung von Geld als ein Referenzsystem auf breite Zustimmung der Mitarbeiter. Der Vorwochenvergleich wurde hingegen kritisch bewertet, da dieser

Veränderungen im Arbeitsrhythmus durch auswärtige Termine oder Besprechungen in anderen Räumen nicht ausreichend berücksichtigen würde. Insbesondere wurde bemängelt, dass die eigene Energiebilanz negativ ausfiel und man gewisser Weise bestraft wird, wenn man länger arbeitete. Die Ausschlüsselung in Haupt- und Nebenzeiten wurde prinzipiell gelobt, aber auch hier wurde die starre Formel zur Berechnung der Zeiten kritisiert.

5 Fazit

Seit langem gilt in der Umweltforschung der Faktor Mensch als wichtiger Baustein ganzheitlicher Nachhaltigkeitsstrategien. Demgegenüber sind verhaltensorientierte Energiesparmaßnahmen in der Wirtschaftsinformatik bisher kaum erforscht. Die hier vorgestellte vergleichende Studie zeigt jedoch, dass auch im betrieblichen Kontext durch solche Maßnahmen der Energieverbrauch des Büroarbeitsplatzes sowie gemeinschaftlich genutzter Geräte signifikant reduziert werden kann. Neben der Untermauerung des Nutzens von Informationskampagnen wird jedoch deutlich, dass die feingranulare Messung von Energieverbrauch sowie dessen Aufbereitung hohe Potentiale birgt. Einerseits werden Mitarbeiter nicht nur sensibilisiert sondern durch erhöhte Sichtbarkeit von anfallenden Verbräuchen auch befähigt, nachhaltiger zu Handeln. Darüber hinaus kann auch das Management infrastrukturelle Entscheidungen auf Grundlage vorhandener Daten fällen und beispielsweise Anpassungen vorhandener Konfigurationen vornehmen.

Insbesondere kann festgestellt werden, dass in Nebenzeiten und arbeitsfreien Tagen ein erhebliches Potential verborgen liegt. Die von uns entwickelte Lösung, Eco-Feedback nach Haupt- und Nebenzeiten aufzugliedern, hat sich dabei als vielversprechender Ansatz herausgestellt, um Mitarbeiter auf das Problem aufmerksam zu machen. Dieser muss jedoch in Zukunft verfeinert werden, um dynamische Arbeitszeiten besser zu erfassen. Unsere Studie hat des Weiteren gezeigt, dass eine große künftige Herausforderung darin besteht, kurzfristige, positive Effekte zu verstetigten und den Rückfall in alte Gewohnheiten zu verhindern. Auf den ersten Blick scheint hier Automation als Mittel der Wahl. Jedoch haben wir festgestellt, dass diese von Nutzern teilweise als zu unflexibel und bevormundend eingestuft. Außerdem besteht die Gefahr, dass der verantwortungsvolle Verbrauch aus dem Bewusstsein gedrängt wird. Deshalb sehen wir eine zukünftige Forschungsaufgabe darin, technik- und verhaltensorientierte Maßnahmen zu integrieren. Damit könnte zum einen die Akzeptanz automatisierten Energiemanagements erhöht und Mitarbeiter von eher lästiger Routinearbeit befreit werden, um somit den Rückfall in alte Gewohnheiten zu verhindern. Auf der anderen Seite müssen auch die Grenzen solcher Automatisierungen genau untersucht werden, um einem Effizienzverlust und dem Gefühl der Entmündigung der Arbeitnehmer vorzubeugen.

Neben der Effektivität von Energie-Feedback hat sich darüber hinaus gezeigt, dass die Akzeptanz von Maßnahmen und Aktivitäten durch wechselseitig abhängige Faktoren getragen wird: Kampagnen sollten demnach a) vom Management aktiv mitgetragen werden, b) in der Wahl der Kommunikations- und Interventionsmittel sowie deren Ausgestaltung an den Unternehmenskontext angepasst sein, c) den allgemeinen Arbeitsablauf nicht stören und d) für die Einhaltung des Datenschutzes sorgen und etwaige Datensammlung transparent halten. Diese Variablen organisationalen Kontextes haben sich uns stark interdependent gezeigt. Wir haben nicht auf einen quantitativen Beleg dafür abgezielt, dass eine Kampagne ohne eine Sensibilisierung für unternehmenskulturelle Aspekte weniger erfolgreich gewesen sein. Gleichsam können wir jedoch feststellen, dass es Unternehmensvertretern sehr wichtig war, dass Maßnahmen der Identität des Unternehmens angepasst werden. Dies deutet darauf hin, dass, ähnlich wie im privaten Kontext [11] , durch die Berücksichtigung spezifischer Strukturen und

Kulturen von Organisationen im Entwicklungsprozess von verhaltensbasierten Interventionen eine bessere Passgenauigkeit und Akzeptanz der Intervention vermutet werden kann.

Da Einzelfallstudien ihrem Wesen nach keinen Anspruch auf statische Repräsentativität erheben, gilt es im nächsten Schritt, diese Erfahrungen in weiteren Studien zu validieren. Auch die Differenz im Hinblick auf Zeitraum und Wahl der Mittel limitiert natürlich unsere Vergleichbarkeit. Die Unterschiede zeigten sich uns jedoch, wie beschrieben, als notwendige Maßnahmen, um die Kampagnen in den Unternehmen durchführen zu können.

6 Literatur

[1] Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., and Rothengatter, T. A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology 25*, 3 (2005), 273–291.

[2] Azar, E. and Menassa, C.C. A comprehensive analysis of the impact of occupancy parameters in energy simulation of office buildings. *Energy and Buildings 55*, (2012), 841–853.

[3] Betz, M. and Schwartz, T. Soziale Dimensionen von Smart Metering am Arbeitsplatz. *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*, (2010), 73.

[4] Blevis, E. Sustainable interaction design: invention & disposal, renewal & reuse. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, (2007), 503–512.

[5] Carrico, A.R. and Riemer, M. Motivating energy conservation in the workplace: An evaluation of the use of group-level feedback and peer education. *Journal of Environmental Psychology 31*, 1 (2011), 1–13.

[6] Darby, S. The effectiveness of feedback on energy consumption. *A Review for DEFRA of the Literature on Metering, Billing and direct Displays 486*, (2006).

[7] Foster, D., Lawson, S., Wardman, J., Blythe, M., and Linehan, C. Watts in it for me?: design implications for implementing effective energy interventions in organisations. *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM (2012), 2357–2366.

[8] Froehlich, J., Findlater, L., and Landay, J. The design of eco-feedback technology. *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems*, (2010), 1999–2008.

[9] Gómez, J.M., Lang, C., and Wohlgemuth, V. IT-gestütztes Ressourcen-und Energiemanagement. (2013).

[10] Jackson, T. Motivating sustainable consumption. *A review of evidence on consumer behaviour and behavioural change. A report to the Sustainable Development Research Network, Surrey: Centre for Environmental Strategies*, (2005).

[11] Jakobi, T. and Schwartz, T. Putting the user in charge: end user development for eco-feedback technologies. *Sustainable Internet and ICT for Sustainability (SustainIT), 2012*, (2012), 1–4.

[12] Junker, H., Marx Gomez, J., and Lang, C.V. Betriebliche Umweltinformationssysteme. *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*, (2010), 1045–1062.

[13] Matthies and Wagner. *Change-Veränderung nachhaltigkeitsrelevanter Routinen in Organisationen*. LIT Verlag Münster, 2011.

[14] Melville, N.P. Information systems innovation for environmental sustainability. *MIS Quarterly 34*, 1 (2010), 1–21.

[15] Murtagh, N., Nati, M., Headley, W.R., et al. Individual energy use and feedback in an office setting: A field trial. *Energy Policy*, (2013).

[16] Schwartz, T., Betz, M., Ramirez, L., and Stevens, G. Sustainable energy practices at work: understanding the role of workers in energy conservation. *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries*, (2010), 452–462.

[17] Sernhed, K., Pyrko, J., and Abaravicius, J. Bill me this way!–customer preferences regarding electricity bills in Sweden. *Proceedings of the 2003 summer study of the European Council for an energy efficient economy*, (2003), 1147–1150.

[18] Socolow, R.H. The Twin Rivers program on energy conservation in housing: Highlights and conclusions. *Energy and Buildings 1*, 3 (1978), 207–242.

[19] Stern, P.C. New environmental theories: toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of social issues 56*, 3 (2000), 407–424.

[20] Tudor, T.L., Barr, S.W., and Gilg, A.W. A Novel Conceptual Framework for Examining Environmental Behavior in Large Organizations A Case Study of the Cornwall National Health Service (NHS) in the United Kingdom. *Environment and Behavior 40*, 3 (2008), 426–450.

[21] Wong, J.K.W., Li, H., and Wang, S.W. Intelligent building research: a review. *Automation in Construction 14*, 1 (2005), 143–159.

[22] Yun, R., Lasternas, B., Aziz, A., et al. Toward the design of a dashboard to promote environmentally sustainable behavior among office workers. In *Persuasive Technology*. Springer, 2013, 246–252.

Teilkonferenz: Bedeutung von IT-Innovationen für die IV-Unternehmensberatung und ihre Kunden

Informationsverarbeitungsbezogene (IV-) Beratung ist ein bedeutender Teilbereich der Unternehmensberatung. Der Einsatz innovativer IT ist sowohl Gegenstand von IV-Beratungsprojekten als auch eine Herausforderung für IV-Beratungsunternehmen. In der Zusammenarbeit mit den Kunden ist die IV-Beratung gefragt, den Einsatz innovativer IT zu planen und umzusetzen. Zusätzlich wird eine Beratungskompetenz für die Etablierung eines systematischen Managements von IT-Innovationen erwartet. Der Einsatz von IT-Innovationen verändert auch die Arbeit in der IV-Beratung selbst.

Drei Beiträge wurden für diese Teilkonferenz angenommen: Drechsler, Dörr, Hadouyat und Corten vergleichen das Dienstleistungsangebot von IT-Beratungsunternehmen und Unternehmen der Managementberatung. Der Schwerpunkt ihrer Untersuchung liegt damit an der Schnittstelle zwischen Beratungsunternehmen und ihren Kunden. Der Beitrag von Drews und Janßen betrachtet mit dem Methodenmanagement und dessen IT-Unterstützung die interne Organisation von IT-Beratungsunternehmen. Im dritten Beitrag untersuchen Yavuz, Nissen und Thiel-Clemen die Rekrutierungskriterien von IT-Beratungsunternehmen und stellen diese dem Ausbildungsangebot an Hochschulen gegenüber.

Diese Teilkonferenz wird von dem Arbeitskreis IV-Beratung der Gesellschaft für Informatik e.V. in Kooperation mit der Gesellschaft für Consulting Research e.V. veranstaltet.

Dezember 2013

Thomas Deelmann, Paul Drews, Volker Nissen

(Teilkonferenzleitung)

Rekrutierungskriterien von IT-Unternehmensberatungen und deren Relevanz für die Ausbildung an Hochschulen

Özhan Yavuz

TU Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, 98684 Ilmenau, E-Mail: oezhan.yavuz@tu-ilmenau.de

Volker Nissen

TU Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, 98684 Ilmenau, E-Mail: volker.nissen@tu-ilmenau.de

Thomas Thiel-Clemen

HAW Hamburg, Fakultät Technik und Informatik, Department Informatik, 20099 Hamburg, E-Mail: thomas.thiel-clemen@haw-hamburg.de

Abstract

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, welche Kompetenzen und Qualifikationen künftige IT-Berater sich aneignen müssen, um die hohen Anforderungen im Arbeitsalltag zu erfüllen. Hierfür werden die Rekrutierungskriterien und die Erwartungen der IT-Beratungsunternehmen gegenüber Hochschulen ermittelt und mit den Lehrinhalten von bestehenden Studiengängen abgeglichen. Ziel dieser Arbeit ist es, Empfehlungen an Hochschulen für die Planung angemessener Ausbildungskonzepte mit dem Schwerpunkt IT-Beratung abzugeben.

1 Einleitung

Die IT-Beratung bietet aufgrund der Vielfalt an Aufgaben und Herausforderungen für viele Hochschulabsolventen[1] attraktive Berufsperspektiven und Karriereoptionen (vgl. [4], [5]; [8], S. 45). Viele der an IT-Beratung interessierten Studierenden sehen sich aber mit der Angebotslücke von entsprechenden Ausbildungsmöglichkeiten konfrontiert (vgl. [15], S. 63). *Grupp* (vgl. [8], S. 46) räumt ein, dass die Beratungshäuser auf die Bewerber aus Hochschulen angewiesen sind, da sie sonst ihren hohen Nachwuchsbedarf nicht stillen können. Der Fachkräftemangel bereitet den IT-Beratungshäusern weiterhin Probleme (vgl. [11]). Hochschulen bilden daher eine äußerst bedeutende Instanz der Nachwuchskräftegewinnung. Sie befähigen Absolventen zur Ausübung eines Berufes klassischerweise durch die während der Ausbildung vermittelten, überwiegend fachlichen Lehrinhalte. Der Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft zwingt die Unternehmen heute jedoch dazu, neue, umfangreichere Anforderungen an ihre Mitarbeiter zu stellen (vgl. [9], S. 173). Die „Employability" (auch „Beschäftigungsbefähigung") von Hochschulabsolventen spielt eine zentrale Rolle bei dem durch den Bologna-Prozess umstrukturierten Hochschulsystem (vgl. [9], S. 169; [10]). Die vorliegende Arbeit bezieht sich konkret auf die Employability von IT-Beratern. Daher werden die aktuellen Anforderungen, die an (Junior-)IT-Berater gestellt werden und die für die erfolgreiche Ausbildung zukünftiger IT-Berater an Hochschulen unmittelbar von hoher Relevanz sind, wissenschaftlich untersucht.

Ziel dieser Arbeit ist es, herauszustellen, welche Kriterien für IT-Unternehmensberatungen in Deutschland hinsichtlich der Rekrutierung von Absolventen entscheidend sind. Die Orientierung an den Bedürfnissen der IT-Beratungsunternehmen bei der Gestaltung von entsprechenden Curricula ist hierbei am effektivsten (vgl. [1]). Unter Berücksichtigung der Erfahrungen von Experten sollen die Erwartungen an die Hochschulen und deren Absolventen aufgedeckt werden, um dann, anhand zweier Praxisbeispiele (Hochschule Karlsruhe und Universität Hamburg), einen Soll-Ist-Vergleich zu ermöglichen und anschließend Handlungsempfehlungen abzuleiten.

2 Material und Methode

Die Rekrutierungskriterien von IT-Beratungsunternehmen zu ermitteln erfordert ein exploratives Vorgehen ([2], S. 351–392). Die Basis der vorliegenden Arbeit bilden dabei Ansätze der qualitativen Sozialforschung. Im Gegensatz zur quantitativen Forschung, die auf der Grundlage von standardisierten Methoden eine höhere Repräsentativität und größere Vergleichbarkeit der Daten sichert (vgl. [6], S. 25), wird hier die qualitative Forschung gewählt, weil die zu untersuchenden Aspekte quantitativ nicht erschöpfend gemessen werden können, sondern durchaus auch subjektiv zu beurteilende Kriterien sind. In Bezug auf das Forschungsdesign der Analyse wurde entsprechend ein Methoden-Mix gewählt, zu dem folgende methodische Techniken herangezogen wurden: Annoncenanalyse und Experteninterviews.

2.1 Annoncenanalyse

Neben den Experteninterviews wurde im Rahmen des Methoden-Mix als zweite Form der Datenbeschaffung die Annoncenanalyse gewählt. Die Auswertung wurde an dem Vorgehen von *Mayring* (vgl. [12]) gerichtet, der die qualitative und quantitative Methode für Auswertungen großer Untersuchungsmengen miteinander kombiniert. Die Annoncen erfahren eine eigenständige Analyse,

[1] Im Folgenden wird zur besseren Lesbarkeit auf die weibliche Endung verzichtet. Selbstverständlich sind darunter immer beide Geschlechter zu verstehen.

aber erst in der Verbindung mit den Ergebnissen der Experteninterviews kann eine Beschreibung mit Hintergrundinformationen gewährleistet werden.

Die Stellen- bzw. Annoncensuche wurde gezielt auf der Karriereseite der Internetpräsenzen der *Top25 IT-Beratungs- und Systemintegrations-Unternehmen in Deutschland 2010* nach *Lünendonk* vorgenommen. Darüber hinaus wurden für weitere, zufällig ausgewählte Job-Anzeigen folgender, von Unternehmen (gleichermaßen aus der IT- und Telekommunikationsbranche) meist genutzten Jobportale im Internet,[2] verwendet: Monster.de, Stepstone.de und Arbeitsagentur.de.

Als Suchbegriff wurde „IT-Berater" bzw. „Junior IT-Berater" eingegeben. Die relevanten Anzeigen wurden anschließend allesamt ausgewertet. Insgesamt 70 Stellenanzeigen von IT-orientierten Unternehmensberatungen aus dem deutschen Beratungsmarkt, die sich an Einsteiger als Junior IT-Berater mit (Fach-)Hochschulabschluss und bzw. oder mit höchstens zwei Jahren Berufserfahrung richten, wurden über den Zeitraum von Dezember 2011 bis Februar 2012 gesammelt und analysiert. Die Analyse umfasst die Erfassung aller Anforderungen an den Bewerber und die Strukturierung in die spezifischen Erwartungswerte Fähigkeiten, Know-how und Qualifikation. Alle ermittelten Daten wurden in Excel Tabellen übertragen.

2.2 Experteninterviews

Um eine möglichst realitätsnahe Beurteilung zu den Rekrutierungspräferenzen IT-orientierter Unternehmensberatungen gewährleisten zu können, werden als unterstützende Informationsquelle dieser Arbeit vier Expertenbefragungen durchgeführt, in denen Rekrutierungskriterien erfasst und über Erwartungen an Hochschulen diskutiert werden.

Für die Art der Kommunikation werden in dieser Untersuchung das persönliche Interview (auch: „Face-to-Face-Interview"), welches in der Vergangenheit die am meisten verbreitete Befragungsmethode war (vgl. [3], S. 437), und das telefonische Interview gewählt. Das Experteninterview stellt dabei keine eigene Interviewform dar. Es handelt sich um eine Variante des Leitfadeninterviews.

Die Interviews wurden auf Grundlage eines teilstandardisierten Gesprächsleitfadens durchgeführt, bei dem mithilfe von offenen Fragen Ursachen, Hintergründe und Handlungsvorschläge erfasst werden. Durch einen relativ hohen Anteil an offenen Fragen und lockeren Hypothesen wurden die Befragten aktiver in das Gespräch eingebunden. Bei dieser Art von Interview handelt es sich um teilstrukturierte Interviews, in denen die Fragen an keine feste Abfolge gebunden sind. Der Gesprächsleitfaden beinhaltet Fragen zu folgenden drei Themenkomplexen, die sich hauptsächlich an den durch die Annoncenanalyse gewonnenen Kriterien und vorangegangenen Untersuchungen orientierte:

1. Fragen zum Profil des IT-Beraters
2. Erwartungen gegenüber Absolventen
3. Erwartungen gegenüber Hochschulen und entsprechenden Lehrinhalten

Es wurden insgesamt sechs Experteninterviews geführt. Um die Thematik aus unterschiedlichen Perspektiven zu untersuchen, wurden die Gesprächspartner aus verschiedenen Funktionsbereichen, unterschiedlich großen Unternehmen und divergenten IT-Beratungsschwerpunkten gewählt. Zu den

[2] Laut der PROFILO Social Media- und Jobportalstudie 2010. Vgl. http://www.profilo.de/presse/pressemitteilungen/22-pressemitteilung-jobportalstudie-oktober10. Abgerufen am 10.09.2011.

relevanten Akteurgruppen zählen sowohl selbstständige Personalberater und Personalreferenten aus HR-Abteilungen als auch leitende IT-Berater und Geschäftsführer.

3 Ergebnisse der Auswertungen

3.1 Anforderungen an Bewerber nach Stellenanzeigen

Die folgenden Kriterien stammen aus den 70 zum Teil gezielt und zum Teil zufällig ausgewählten Job-Anzeigen. Die konkreten Anforderungen sind im Folgenden in die drei Anforderungsbereiche Qualifikationen, Know-how und Fähigkeiten unterteilt.

3.1.1 Verlangte Qualifikationen von Junior IT-Beratern

Nahezu alle Beratungsunternehmen (91 Prozent) sehen ein abgeschlossenes Hochschulstudium als Voraussetzung für den Einstieg vor. 59 Prozent geben an, generell auch eine „vergleichbare Ausbildung“ zu akzeptieren. Was genau mit einer vergleichbaren Ausbildung gemeint ist, wird jedoch nicht näher erläutert. Besonders große Unternehmen legen mit einer Nennquote von fast 100 Prozent viel Wert auf einen Hochschulabschluss oder zumindest eine vergleichbare Ausbildung haben. Meist werden die Studiengänge (Wirtschafts-)Informatik, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftswissenschaften mit technischem Schwerpunkt u.Ä. genannt.

Die meistverlangte Qualifikation ist die Praxiserfahrung, die ein Bewerber im Rahmen von einschlägigen Praktika, Abschlussarbeiten, Werkstudententätigkeiten u.Ä. gesammelt haben sollte. Insgesamt 76 Prozent der Beratungsunternehmen geben dieses explizit in deren Annoncen an. Die Praxiserfahrung sollte dabei in der Mehrzahl der Fälle „im IT-Umfeld“ stattgefunden haben (56 Prozent) und nicht unbedingt in einem Beratungsunternehmen (9 Prozent). Von insgesamt 33 Prozent der Beratungsunternehmen wird zudem bis zu zwei Jahre Berufserfahrung, auch wieder zumeist „im IT-Umfeld“ (61 Prozent von den 33 Prozent), gewünscht (16 Prozent) oder gefordert (17 Prozent).

3.1.2 Verlangtes Know-how von Junior IT-Beratern

Das verlangte Know-how umfasst sehr häufig fachliches bzw. technisches Wissen (77 Prozent), praktisches Wissen (70 Prozent) und neben den guten Deutschkenntnissen gute bis sehr gute Englischkenntnisse (69 Prozent). Weitere Fremdsprachenkenntnisse wurden nicht genannt. Auffällig ist, dass die restlichen Kenntnisse bei 20 Prozent und niedriger liegen, sodass sich sehr schnell und deutlich entnehmen lässt, auf welches Know-how besonders viel Wert gelegt wird. Weitere Nennungen sind betriebswirtschaftliche Kenntnisse (19 Prozent) und spezielles Branchen Know-how (16 Prozent). Mit einer Nennquote von 10 Prozent wurden Microsoft Office Kenntnisse verlangt, konkret auf Breiten- und Tiefenwissen wurde in insgesamt nur 4 bzw. 3 Prozent der Stellenanzeigen hingewiesen. Die Abbildung 1 stellt das verlangte fachliche Know-how im Überblick dar.

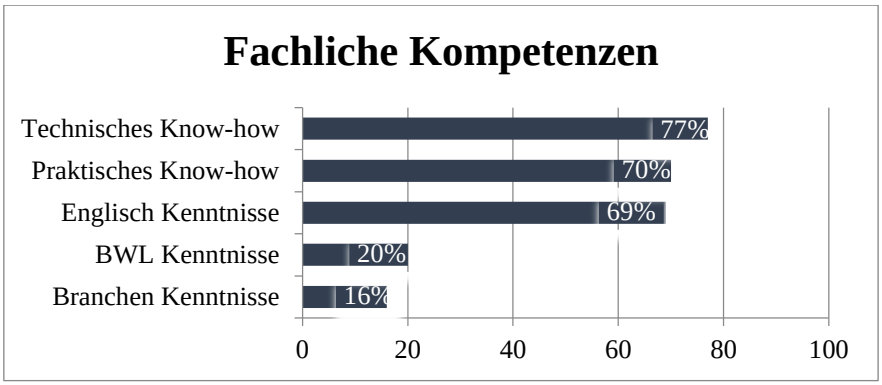


Bild 1: Die verlangten fachlichen Kompetenzen nach Annoncenanalyse

Bei detaillierter Betrachtung des (informations-)technischen Know-hows führen *SAP*-Technologien die Liste an (39 Prozent). Darunter fällt auch die SAP-Programmiersprache ABAP. An zweiter Stelle wurden Kenntnisse über Datenbanken, wie MySQL, Oracle RDBMS etc. genannt (30 Prozent). Kenntnisse über objektorientierte Programmiersprachen, zumeist JAVA, wurden mit einer Häufigkeit von insgesamt 27 Prozent angegeben. Weitere Nennungen betrafen Management Informationssysteme (ERP, CRM etc.) mit 23 Prozent, Portal- & Webapplications (HTML, .NET, JavaScript etc.) mit 14 Prozent und professionelle Kenntnisse in Microsoft Windows Umgebungen (10 Prozent). Kaum genannt wurden dagegen Modellierungssprachen (UML, BPMN etc.) mit nur 3 Prozent, Webservices (3 Prozent) und Kenntnisse in den sozialen Medien (1 Prozent). In Tabelle 1 sind die geforderten Technologie-Kenntnisse aufgeführt.

Technisches Know-how	**Gesamt**	**in %**
SAP (ABAP)	27	39
Datenbanken (SQL, MySQL, Oracle RDBMS etc.)	21	30
OOP (Java, C++ etc.)	19	27
Management Informationssysteme (ERP, CRM, BI, CMS)	16	23
Portal- & Webapplications (HTML, .NET, JavaScript etc.)	10	14
Microsoft Windows Betriebssystem	7	10
Intranet / Internet / Netzwerk	6	9
Unix / Linux Betriebssystem	6	9
Application- & Webserver	2	3
Modellierungssprachen (UML, BPMN etc.)	2	3
Webservices	2	3
Web 2.0 / Social Media	1	1

Tabelle 1: Technisches Know-how der Junior IT-Berater nach Annoncenanalyse

3.1.3 Verlangte Fähigkeiten von Junior IT-Beratern

Die Liste der geforderten Fähigkeiten, die ein Einsteiger in der IT-Beratungsbranche haben sollte, ist relativ lang. Insgesamt 22 Anforderungen wurden erfasst und aufgelistet. Fähigkeiten mit drei oder weniger Nennungen wurden aus Übersichtsgründen nicht mehr in die Liste aufgenommen. Die am häufigsten verlangte Fähigkeit ist mit 70 Prozent die Teamfähigkeit[3], dicht gefolgt von Kommunikationsfähigkeit mit 67 Prozent. Insgesamt 54 Prozent der Beratungsunternehmen geben an,

[3] Unter Teamfähigkeit fallen auch Eigenschaften wie Kooperationsbereitschaft u. -fähigkeit, Einfühlungsvermögen und Integrationsfähigkeit.

dass der Bewerber analytisches Denkvermögen besitzen muss, meist einhergehend mit „konzeptioneller Arbeitsweise“, welche daher nicht explizit mit angegeben wird. Den dritten Platz teilt sich diese Fähigkeit mit der Reisebereitschaft, die ein (IT-)Berater im Rahmen seiner Tätigkeit mitbringen sollte. An vierter Stelle kommt mit 43 Prozent die Eigenschaft der Kundenorientierung und der Leistungs- bzw. Einsatzbereitschaft[4]. Danach kommen die Fähigkeiten Flexibilität & Mobilität (41 Prozent), Selbstständigkeit bzw. Eigenständigkeit (37 Prozent) und Verantwortungsbewusstsein[5] (36 Prozent). Darüber hinaus wünscht sich jedes dritte Beratungsunternehmen Lernbereitschaft[6] (34 Prozent) und Motivationsvermögen[7] (31 Prozent). *Scheer et al.* (vgl. [15], S. 7) sehen aufgrund der hohen äußeren Einflüsse auf den Beruf die Bereitschaft zum kontinuierlichen Lernen sogar als „beraterspezifische Generalanforderung“. Jedes vierte Unternehmen legt besonderen Wert auf Problemlösungsfähigkeit[8] (26 Prozent) und persönliches Auftreten (24 Prozent). Mit letzterem ist die positive Körpersprache, Selbstpräsentation und Attraktivität der Person gemeint, die im Allgemeinen in den Anzeigen als „gepflegt“, „offen“, „freundlich“, „souverän“ und „selbstbewusst“ beschrieben werden. Die Eigeninitiative wurde insgesamt von 23 Prozent der Beratungsunternehmen genannt. Organisationsfähigkeit[9] wünscht sich jedes fünfte Unternehmen in den Stellenanzeigen (20 Prozent), dicht gefolgt von der Auffassungsgabe (19 Prozent), also der Fähigkeit viele neue Informationen schnell zu erfassen, verarbeiten und entsprechend wiederzugeben bzw. zu verwenden. Präsentations- und Moderationsvermögen haben lediglich 14 Prozent explizit als Anforderung angegeben.Die Abbildungen 2 bis 4 stellen die verlangten Fähigkeiten, aufgeteilt nach den Kompetenzbereichen nach *Fuchs* (vgl. [7]) graphisch dar.

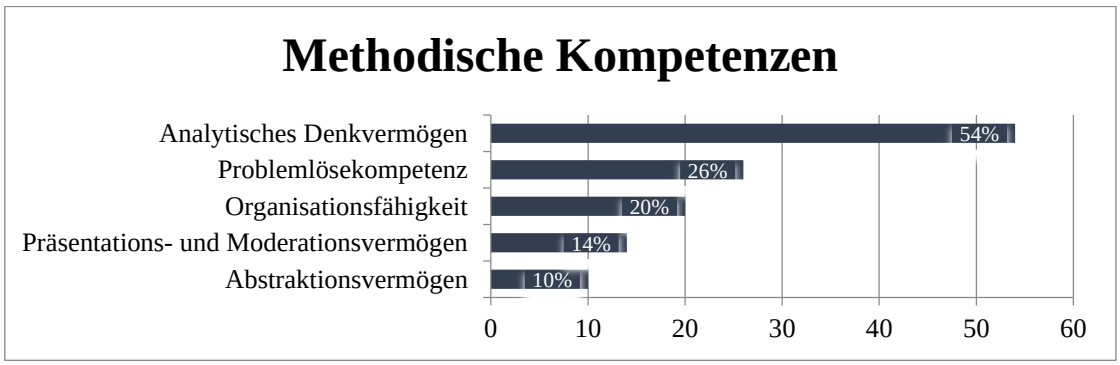


Bild 2: Technisches Know-how der Junior IT-Berater nach Annoncenanalyse

[4] Auch Leidenschaft bei der Bearbeitung von Aufgabenstellungen.
[5] Auch Eigenverantwortung und Zuverlässigkeit.
[6] Neugierde, Aufgeschlossenheit bzw. Offenheit gegenüber Neuem, insbesondere neuen Technologien.
[7] Selbst- und Fremdmotivation, Begeisterungsfähigkeit, Enthusiasmus
[8] logisches Denken, Lösen komplexer Aufgaben
[9] Auch strukturierte, systematische Arbeitsweise

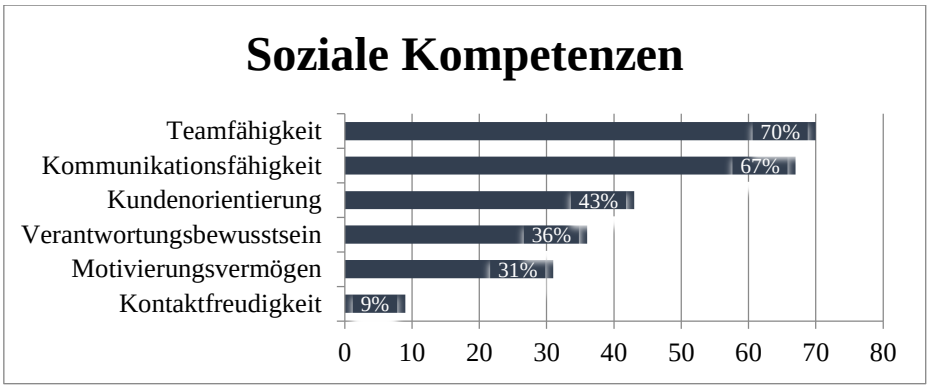


Bild 3: Die verlangten sozialen Kompetenzen nach Annoncenanalyse

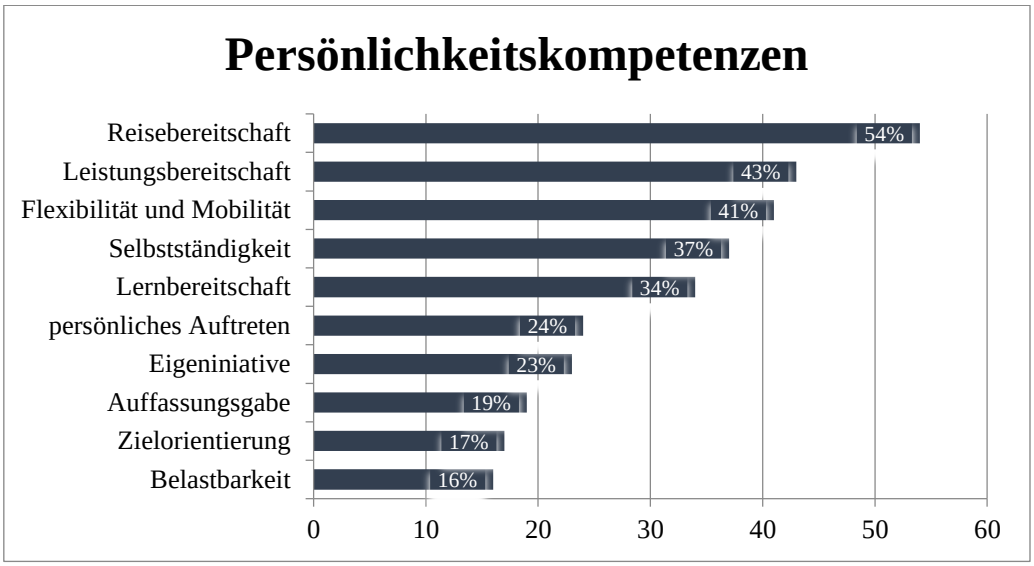


Bild 4: Die verlangten Persönlichkeitskompetenzen nach Annoncenanalyse

3.1.4 Zwischenfazit

Die Ergebnisse der Annoncenanalyse bestätigen die in der Literatur und bisherigen Forschung grundsätzlich angenommene hohe Relevanz der sozialen und persönlichen Kompetenzen. Insbesondere *Team-* und *Kommunikatonsfähigkeit* gelten als absolute Schlüsselqualifikationen der (IT-)Beratungsbranche, die sogar häufiger genannt werden als die oberste methodische Kompetenz, das *analytische Denkvermögen*. Einen im geringen Maße höheren Stellenwert haben jedoch das *fachliche* bzw. *technische* Know-how und die *Praxiserfahrung*. Hieraus lässt sich entnehmen, dass tendenziell für die meisten IT-Beratungsunternehmen die Ansicht „Fachwissen ist Pflicht, Beratungsfähigkeit die Kür“ zutrifft. Bei näherer Betrachtung der fachlichen und methodischen Anforderungen lässt sich schnell erkennen, dass Abschlüsse bestimmter (technischer) Studienrichtungen besonders erwünscht sind. Darüber hinaus nehmen *Flexibilität*, *Mobilität* und *Reisebereitschaft* für den Einsatz beim Kunden einen sehr hohen Stellenwert ein. Damit einhergehend wird die *Kundenorientierung* und die allgemeine *Leistungs-* bzw. *Einsatzbereitschaft* sogar als noch viel wichtiger empfunden. Weitere Fremdsprachen neben Englisch sowie Auslandserfahrungen gehören sicherlich zu lobenswerten Fähigkeiten und Qualifikationen und könnten für den einen oder anderen ein Alleinstellungsmerkmal sein, sie spielen jedoch den untersuchten Anzeigen zufolge in den Anforderungen der IT-Beratungsunternehmen keine Rolle, da sie kein einziges Mal genannt wurden.

Es wird deutlich, dass das Beratungsgeschäft ein stark an Personen und Persönlichkeiten orientiertes Geschäft ist, da die gestellten Anforderungen zum größten Teil sehr stark an die persönlichen und charakterlichen Eigenschaften des Individuums gekoppelt sind. Flexibilität, Mobilität, Reisebereitschaft, Einsatzbereitschaft etc. - Fähigkeiten dieser Art dürften an Hochschulen kaum bis gar nicht vermittelbar sein.

3.2 Anforderungen an Beraterjunioren nach Experteninterviews

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung anhand der Experteninterviews zeigen, dass gewisse Kompetenzen seitens der IT-Beratungsunternehmen besonders stark gefragt sind und in der Rekrutierung von Absolventen eine entscheidende Rolle spielen. Die hohen Anforderungen erstrecken sich generell über alle Kompetenzbereiche. Der Berufserfolg hängt sehr stark von jedem einzelnen dieser Faktoren ab. Man kann daher nicht behaupten, dass fachliche und methodische Kompetenzen wichtiger seien als die sozialen und persönlichen oder umgekehrt. Auffällig ist, dass generell die Kriterien aus der Annoncenanalyse mit den häufig genannten und diskutierten Punkten aus den Experteninterviews deckungsgleich sind.

Unabhängig von Faktoren wie Größe, Beratungsfeld oder Einsatzbranche des IT-Beratungsunternehmens spielen Kommunikationskompetenzen und Teamfähigkeit eine übergeordnete Rolle. Sie gelten unbestritten als absolutes „Must-Have“-Kriterium für die Ausübung des Berufes und gelten als trainierbar.

Die methodischen Kompetenzen spiegeln sich in den Erwartungen zu Problemlösungsfähigkeit und analytischer sowie strukturierter Arbeitsweise wider. Auf den oberen Qualifikationsstufen kommen Führungs- und Vertriebskompetenzen hinzu, sowie Spezialisierungen in einer Branche oder Technologie. Bei Absolventen sind entsprechend spezielle Branchenkenntnisse irrelevant.

Der Punkt Kundennähe bzw. Kundenorientierung wurde von allen Experten als eines der Hauptunterscheidungsmerkmale zu anderen Berufsklassen genannt, weshalb dem persönlichen Erscheinungsbild in all seinen Facetten große Beachtung geschenkt wird.

Die Anforderungen in den spezifischen fachlichen Kompetenzen unterscheiden sich teilweise sehr, da sie durch die jeweiligen IT-Beratungsschwerpunkte geprägt sind. Generell wird jedoch Praxiswissen und Projekterfahrung erwartet, das sich in den Erwartungen zu den Qualifikationen niederschlägt. Hier erwarten die Experten fast ausschließlich einschlägige Praktika in berufsrelevanten Themenbereichen. Im Bereich Know-how empfinden die Experten es durchaus als positiv und wichtig, wenn die Absolventen über Trendtechnologien und –Themen informiert sind, messen jedoch einer gewissen technischen sowie betriebswirtschaftlichen Grundlagenausbildung eine höhere Bedeutung zu, die es dem Absolventen erlaubt, durch ausgeprägte methodische Kompetenzen im Berufsverlauf entsprechend Transferleistungen zu erbringen. Zusätzlich wird eine hohe Fremdsprachenkompetenz auf Englisch erwartet. Folgende fachliche Bereiche sollten nach Meinung der Experten bei Absolventen abgedeckt sein:

1. fundierte technische Kenntnisse über verbreitete IT-Systeme und SW-Entwicklung (bei entwicklungsnahen IT-Beratern u.Ä. entsprechend tiefergehender)
2. grundlegende betriebswirtschaftliche Kenntnisse, insbesondere Geschäftsprozesse (bei fachprozessnahen IT-Beratern u.Ä. entsprechend tiefergehender)
3. Praktisches Know-how (Arbeits- und Vorgehensweisen in IT-Beratungs- und Entwicklungsprojekten)

Die Fachrichtungen WI, Informatik und BWL (mit technischem Schwerpunkt) werden aufgrund der fachlichen Inhalte generell bevorzugt. Absolventen anderer technischer und naturwissenschaftlicher Studiengänge werden ggf. auch gern angestellt, sofern sie über die jeweiligen Soft und Hard Skills und entsprechende Praxiserfahrung verfügen. Insbesondere im strategischen IT-Managementbereich sind diese Bewerber gerne gesehenen. Die erwarteten Hochschulabschlüsse (BA/MA) unterscheiden sich teilweise nach Größe oder auch Beratungsrichtung. Ein Master wird häufig bevorzugt. Es hängt jedoch eher von der einzelnen Person und deren bisherigen Praxiserfahrung ab.

3.3 Erwartungen der IT-Beratungsunternehmen gegenüber Hochschulen und deren Beratungslehrgänge

Die Diskrepanzen in den Hochschullehrgängen sehen die Experten hauptsächlich im fehlenden Praxisbezug und im Projektwissen. Die entwicklungsnahen IT-Beratungen empfinden zudem das IT-Know-how in einigen Punkten teilweise als unzureichend, insbesondere im Bezug auf Kenntnisse unterschiedlicher IT-Systeme. Hinsichtlich der BWL- und weiterer Fachkenntnisse wurde von keinem der Experten eine Diskrepanz bemängelt. Daraus lässt sich schließen, dass die Hochschulen der Vermittlung des fachlichen Know-hows generell nachkommen. Im Wesentlichen kommen jedoch die weichen Inhalte, insbesondere die kommunikativen Elemente und die nötige Persönlichkeitsentwicklung, aufgrund des fehlenden zeitlichen Rahmens der neuen Studiengänge zu kurz. Entsprechend liegen die Erwartungen an Hochschulen neben der praxisnahen Gestaltung der Lehrgänge verstärkt im Ausbau der sozialen und persönlichen Kompetenzen.

4 Abgleich der Kriterien und bemängelten Diskrepanzen mit den Curricula

Im Rahmen der Arbeit wurden aktuelle Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten an deutschen Hochschulen erörtert, um einen groben Abgleich der Rekrutierungskriterien mit ausgewählten Curricula zu ermöglichen und auf die gestellte These bezüglich der Diskrepanzen aufmerksam zu machen. Es wurde exemplarisch das Curriculum des WI-Bachelor- und Masterstudiengangs der HS Karlsruhe und des ITMC-Masterstudiengangs an der Universität Hamburg untersucht. Die Domäne der Wirtschaftsinformatik wird hier explizit in Betracht gezogen, da die IT-Beratung mit Abstand (51 Prozent) das am häufigsten ergriffene Berufsbild in der Wirtschaftsinformatik darstellt (vgl. [13]) und somit auch von der Ausrichtung der Lehrinhalte sehr dicht am Tätigkeitsfeld des IT-Beraters ist und sein muss.

Seitens der Experten wurde im Wesentlichen die mangelnde Praxiserfahrung bei Absolventen beklagt. Die fehlende Praxisanlehnung in den Studiengängen der Hochschulen sei im Wesentlichen der Grund für das mangelhafte Projektwissen.

Bei näherer Betrachtung der Lehrmodule des Bachelor und Master Studiengangs der WI an der HS Karlsruhe besteht durchgängig ein sehr hoher Praxisbezug, da die Inhalte, die in den Vorlesungen vermittelt werden, zum größten Teil durch praktische Übungsteile und Praxisbeispiele aufgegriffen und zumeist in Form von Projekten in Teams umgesetzt werden. Dies fördert nicht nur das Projekt-Know-how, sondern wirkt sich gleichermaßen auf die sozialen Kompetenzen aus. Darüber hinaus gehören in beiden Studiengängen Pflichtpraktika zum Bestandteil des Studienplans. Der Studiengang ITMC birgt Ansätze eines dualen Studiengangs, da im zweiten Semester ein kleiner Teil der SWS auf ein Praktikum in einem Unternehmen entfällt. Im dritten Semester wird durch die Studierenden ein praxisrelevantes Projekt umgesetzt, welches ganz im Sinne der befragten Experten darauf abzielt,

gewisse Problemlösungs- und Transferkompetenzen zu vermitteln, sowie analytische und strukturierte Arbeitsweisen zu fördern.

Die Experten erwarten eine fundierte theoretische Grundlagenausbildung, teilweise mit stärkerem Fokus auf IT-Inhalte, was häufig in der Hochschulausbildung zu kurz komme.

An der HS Karlsruhe wird den fachlichen Kompetenzen, sowohl informationstechnischer als auch betriebswirtschaftlicher Art, in Form einer breiten Grundlagenbildung hohe Bedeutung zugeschrieben. Das ist an den überwiegend IT-lastigen Lehrinhalten des WI-Bachelorstudiengangs erkennbar. Durch den permanenten Fokus auf vielfältige Geschäftsprozesse unter Berücksichtigung unterschiedlicher Branchen wird die IT dabei stets unter dem Aspekt des Nutzens im Unternehmen betrachtet. Dabei werden grundlegende methodische Kompetenzen für die Überführung von IT in die Geschäftsprozesse vermittelt. Es werden sehr breite Grundlagen in Wirtschaft und IT sowie wichtige praktische Fertigkeiten im Bereich der SW-Entwicklung behandelt. Der Studiengang ITMC sieht ebenso in den angebotenen Wahlpflichtmodulen vor, Kenntnisse in der IT- und SW-Entwicklung auszubauen. Das SW-Engineering hat insbesondere bei den großen Anbietern eine überragende Bedeutung, da Absolventen vorerst gern in der Entwicklung eingesetzt werden, wie aus den Experteninterviews und den ermittelten Aufgaben durch die Annoncenanalyse deutlich wurde.

Einige der interviewten Experten äußerten den Wunsch, dass Studierende während des Studiums erste IT-Spezialisierungen vornehmen sollten. Durch eine Vielzahl an Wahlmöglichkeiten aus dem Bereich des IT-Managements und der IT-Entwicklung können aktuelle Schwerpunktthemen schon frühzeitig vom Studierenden aufgegriffen werden, sodass sie sich einem bestimmten Berufsprofil, wie beispielsweise dem des IT-Managementberaters oder entwicklungsnahen IT-Beraters nähern können.

Die Behandlung aktueller Trendthemen wurde im Gegensatz zu der Grundlagenausbildung von den Experten zwar nicht zwangsweise vorausgesetzt, jedoch im Sinne einer höheren Employability größtenteils für wünschenswert erachtet. In beiden Studiengängen werden stabile, bewährte Trendthemen behandelt. Darüber hinaus wird häufig praktischer Bezug zu marktführenden SAP-Technologien genommen, die in der Branche weit verbreitet sind. Das Curriculum des WI-Masterstudiengangs der HS Karlsruhe befasst sich zum größten Teil mit Managementthemen und wird überwiegend von Inhalten zur IT- und Geschäftsstrategie dominiert. Besonders positiv fällt hierbei die Behandlung von Aufgaben zur Bewertung von Entwicklungsständen und Beurteilung von neuen Technologien auf. Im Studiengang ITMC wird durch das „IT-Innovationsforum“ jedes Semester der Wissensstand über aktuelle IT-Entwicklungen (Hypes und Trends) zusammen mit Experten aus der Wirtschaft erneuert und ebenso versucht, den Studierenden den kritischen Umgang mit diesen Entwicklungen zu vermitteln.

Die sozialen und persönlichen Kompetenzen sind die am meisten erwünschten und zugleich vermissten Kompetenzbereiche, die in einer Hochschulausbildung nicht fehlen dürften. Dem Ausbau der Soft Skills haben sich beide Hochschulen verschrieben und versuchen, die weichen Kompetenzen teilweise in explizit dafür vorgesehenen Modulen zu behandeln. Die Curricula sehen jedoch überwiegend vor, dass der größte Anteil der vermittelten sozialen Kompetenzen, wie Kommunikations- und Teamfähigkeit, persönliche Kompetenzen, sowie auch die Konfliktbeherrschung mit den team- und praxisorientierten technischen Fächern einhergehen und somit als positiver Nebeneffekt ausgebaut werden. Daher ist der reale prozentuale Anteil der effektiv vermittelten sozialen und persönlichen Kompetenzen nur schwer greifbar, sodass kaum abzuleiten ist, wie hoch beispielsweise der Anteil an vermittelten Kommunikationskompetenzen tatsächlich ist. Darüber hinaus ist nach Meinungen der Experten, sowie in der gegenwärtigen Literatur, die

Vermittlung persönlicher Kompetenzen schwer bis gar nicht möglich. Dennoch ist darauf hinzuweisen, dass - insbesondere durch die vielen praxisnahen Lehrinhalte - der Ausbau von weichen Kompetenzen in den Lehrinhalten durchweg praktische Anwendung findet.

Die internationale Ausrichtung des WI-Masterstudiengangs wird durch das Angebot, die Master-Thesis auch an einer der Partnerhochschulen im Ausland anzufertigen, bekräftigt. Wie aus den Experteninterviews deutlich wurde, gibt es – wenn auch vergleichsweise weniger – IT-Beratungsunternehmen, die dies für wichtig erachten. Selbst im Rahmen des WI-Bachelorstudiengangs werden Praxis-Projekte im Ausland angeboten. Darüber hinaus beinhaltet das Curriculum den Besuch von Sprachkursen neben Englisch und die Wahl von Fächern zur eigenen Persönlichkeitsstärkung aus dem vom Career Service angebotenen Programm „Studium Generale“.[10] Durch die Sprachkurse wird der Ausbau interkultureller Kommunikation bezweckt. Der Studiengang ITMC versucht, der Vermittlung englischer Sprachkompetenzen nachzukommen, indem sie die angebotenen Module und eingesetzten Lehrmaterialien in deutscher und englischer Sprache zugleich anbietet. Inwiefern dies tatsächlich umgesetzt wird und die englischen Sprachkompetenzen ausgebaut werden, lässt sich nicht beurteilen. Daher kommt es wohl auf das eigene Engagement der Studierenden an, entsprechende Kurse für den Ausbau der englischen Sprachfähigkeiten freiwillig zu belegen.

Die wesentlichen Beratertools behandelt ITMC in einem kleinen Modul „Consultingmethoden“, welches u.a. auch den Erwerb diverser Schlüsselqualifikationen vorsieht. Die HS Karlsruhe bietet für beratungsaffine Studenten durch ihren Career Service ein zertifizierendes „Management Consulting“-Seminar an, in welchem das Berufsfeld eines Beraters theoretisch vorgestellt und gängige Methoden und Werkzeuge der Unternehmensberatung vermittelt werden. Im Anschluss werden diese Inhalte anhand eines simulierten Beratungsprojektes praktisch umgesetzt.

Am Beispiel der HS Karlsruhe und der Universität Hamburg sind Bestrebungen erkennbar, u.a. durch verstärkte Integration von Praxisprojekten und Praktika, die Lehre möglichst praxisnah zu gestalten. Sie orientieren sich dabei zum Teil an den aktuellen Marktthemen. Die Uni Hamburg engagiert zudem verstärkt Experten aus der Wirtschaft. Dem Erwerb von Schlüsselqualifikationen wird in den Modulen durchgängig hohe Beachtung geschenkt. So entsteht im Gesamtbild der Eindruck, dass die Lehrinhalte entsprechend den Anforderungen der Wirtschaft angepasst worden sind, um die oftmals beklagten Diskrepanzen weitestgehend zu eliminieren. Die zwei Hochschulen dienen somit aktuell als Best-Practice Beispiele aus dem deutschen Hochschulraum.

5 Zusammenfassung und Schlussbetrachtung

Die vorliegende Arbeit hat anhand der Annoncenanalyse gezeigt, dass sich die Rekrutierungskriterien von IT-orientierten Unternehmensberatungen auf alle Kompetenzbereiche der potentiellen Bewerber erstrecken. Dadurch wird deutlich, dass die IT-Beratung ein fächerübergreifendes, multidisziplinares Tätigkeitsfeld ist. Der Gegenstand der Informationstechnologie in all seiner Komplexität und Vielfalt, sowie dessen Abbildung auf Prozesse im betriebswirtschaftlichen Umfeld stellen die fachliche Basis und somit den Ausgangspunkt in der IT-Beratung dar. Die fachlichen, sowie auch methodischen Kompetenzen werden jedoch nicht als wichtiger empfunden als die sozialen und persönlichen, wie in den Experteninterviews mehrfach verdeutlicht wurde. Den Soft Skills werden ebenso eine herausragende Bedeutung zugemessen, allen voran den kommunikativen Kompetenzen, sowie der Teamfähigkeit.

[10] Vgl. http://www.hs-karlsruhe.de/studierende/career/studiumgenerale.html. Abgerufen am 08.07.2012.

Die interviewten Experten deuten auf Diskrepanzen zwischen dem, was sie als IT-Beratungsunternehmen wünschen bzw. brauchen und dem, was Absolventen nach ihrem Hochschulabschluss aufweisen, explizit hin. Insbesondere wird die fehlende Praxisanlehnung, sowie die Vernachlässigung der sozialen und persönlichen Kompetenzen im Gegensatz zu den weiteren fachlichen Kompetenzen in der Hochschullehre kritisiert. Es lässt sich anhand des Abgleichs mit aktuellen Curricula jedoch feststellen, dass zumindest zwei von vielen Hochschulen diese Lücken bemerkt haben und sich mittlerweile verstärkt dem Ausbau bemängelter Kompetenzen widmen.

Für die gezielte Konstituierung entsprechender Lehrgänge und die Gestaltung adäquater Lehrgänge ist in Zukunft eine stärkere Zusammenführung von Praxis, Forschung und Lehre ein notwendiges Kriterium. Die größte Herausforderung der Hochschulen besteht darin, die Lehrinhalte so zu portionieren, dass möglichst keine der Anforderungen zu kurz kommt. Dieser regelrechte Spagat zwischen den verschiedenen Disziplinen wird nicht einfach zu meistern sein.

Im Folgenden sollen einige Handlungs- und Gestaltungsempfehlungen für die Hochschulen und dessen Curricula-Planung von anwendungsorientierten Consulting-Lehrgängen aufgelistet werden:

1. Herstellen eines möglichst hohen Praxisbezugs
2. Vermittlung eines breiten Fachwissens in IT und BWL
3. Ausbau von Soft Skills möglichst durchgängig in allen Modulen fördern
4. Problemlösungskompetenz vermitteln und Analysefähigkeit stärken
5. Vermittlung berufsspezifischer Methoden und Tools, sowie weiterer Kenntnisse über das Wesen der IT-Beratung
6. Keine übermäßige Differenzierung von IT-Beratungslehrgängen
7. Englisch als Fremd- und Fachsprache fördern

6 Diskussion und Ausblick

Die ermittelten Ergebnisse sollten aus unterschiedlichen Gründen nicht unreflektiert verallgemeinert werden. Zunächst ist die Stichprobe von 70 Stellenanzeigen nur von moderater Größe. Außerdem kann aufgrund des engen Zeitraums der Untersuchung ein selection bias nicht ausgeschlossen werden. Die getroffenen Aussagen sind daher nicht zwingend repräsentativ. Des Weiteren bietet die IT-Beratung weitaus mehr Ausprägungen und Schwerpunkte [14], als die interviewten Experten repräsentieren. Auch ist in Bezug auf die Annoncenanalyse kritisch anzumerken, dass diese methodisch nicht unproblematisch ist. So können Begriffe in Annoncen mehrdeutig bzw. nicht überschneidungsfrei sein. Darüber hinaus beschränkt sich der Vergleich mit bestehenden Curricula auf zwei Best-Practice Beispielen aus Deutschland.

Zukünftige Untersuchungen könnten sich der Fragestellung mit der Auswertung größerer Stichproben unter Anwendung anderer Auswertungsverfahren nähern. Es könnten die Unterschiede zwischen externen und internen IT-Consulting-Unternehmen empirisch belegt oder auch durch größere Stichproben stärker auf Unterschiede in den Rekrutierungskriterien zwischen KMU und großen IT-Unternehmensberatungen aufmerksam gemacht werden. Ebenso erscheint ein Vergleich mit dem Vorschlag für die Ausgestaltung einer Studienvertiefung „IV-Beratung“ von Deelmann und Nissen [4] im Rahmen weiterer Forschung sinnvoll.

Weitere Interviews mit Experten aus unterschiedlicheren Berufsprofilen aus der IT-Beratung könnten Auskunft über unterschiedlichere Erwartungen geben. Interessant wäre die Beleuchtung der Rekrutierungskriterien von klassischen Strategie- und Prozessberatern, was eine deutlichere Abgrenzung zu den Ausprägungen der zu vermittelnden Lehrinhalte an Hochschulen ermöglichen würde. Durch die schnellen Veränderungen, die der Markt für IT-Dienstleistungen durchläuft, könnten sich in relativ naher Zukunft neue Anforderungen und Paradigmen bilden, sodass die Rekrutierungskriterien IT-orientierter Unternehmensberatungen und deren Relevanz für die Ausbildung an Hochschulen im Sinne der Beratungswissenschaft als Betrachtungsgegenstand wissenschaftlicher Auseinandersetzungen regelmäßig an Bedeutung gewinnen kann.

7 Literatur

[1] Adams SM, Zanzi A (2012): Introduction. In: Adams SM, Zanzi A (Hrsg) *Preparing Better Consultants: The Role of Academia*.. IAP, Charlotte, NC, xiii-xxi.

[2] Bortz J, Döring N (2006): Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler. 4. Aufl., Springer, Berlin [u.a.].

[3] Diekmann A (2009): Empirische Sozialforschung. 20. Aufl, Rowohlt, Reinbek bei Hamburg.

[4] Deelmann, T.; Nissen, V. (2011): Lehrkonzept für eine Studienvertiefung „IV-Beratung“. Forschungsberichte zur Unternehmensberatung 2011-02. Ilmenau, 2011. urn:nbn:de:gbv:ilm1-2011200501

[5] Drews P (2012): Berufsprofile in der IT-Beratung: Ergebnisse einer Auswertung von Anforderungen und Tätigkeiten in Stellenanzeigen. In: Mattfeld D C, Robra-Bissantz S (Hrsg) *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012*. GITO, Berlin, 387-367.

[6] Flick U, Kardoff E, Steinke I (2010): Qualitative Forschung – Ein Handbuch. 8. Aufl, Rowohlt, Reinbek bei Hamburg.

[7] Fuchs J (1998): Die neue Art Karriere im schlanken Unternehmen. Harvard Business Manager 20(4):83-92.

[8] Grupp B (2000): Der professionelle IT-Berater. mitp, Frechen.

[9] Klaus H (2009): Employability und Studium. In: Speck P (Hrsg) Employability – Herausforderungen für die strategische Personalentwicklung. 4. Aufl, Gabler, Wiesbaden, 173-187.

[10] Loos P (2009): Perspektiven für ein anwendungsorientiertes Universitätsstudium. IWi im DFKI, Vortrag von Peter Loos: http://www.future-consulting.info/fileadmin/user_upload/forum_europrofession/Praesentationen/Loos.pdf. Abgerufen am 14.07.2012.

[11] Lünendonk GmbH (Hrsg.) (2009): Lünendonk-Guide 2009. Anbieter von Technologie-Beratung und Engineering Services in Deutschland, Kaufbeuren. http://luenendonk-shop.de/out/pictures/0/lue_mc_tbes_guide_2009_f151209_fl.pdf. Abgerufen am 14.07.2012.

[12] Mayring P (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. 11. Aufl, Beltz, Weinheim.

[13] Mertens P, Ehrenberg D, Chamoni P, Griese J, Heinrich LJ, Kurbel K, Barbian D (Hrsg) (2008): *Studienführer Wirtschaftsinformatik 2009/2010*. Gabler, Wiesbaden.

[14] Nissen, V. (2013): Stand und Perspektiven der IV-Beratung. HMD-Praxis der Wirtschaftsinformatik 292: 23-32.

[15] Scheer AW, Köppen A, Hans S (2001): Consulting: Ein Überblick. In: Scheer AW, Köppen A (Hrsg) *Consulting – Wissen für die Strategie-, Prozess- und IT-Beratung.* 2. Aufl, Springer, Heidelberg, 1-9.

[16] Vanderhaegen D, Chikova P, Loos P (2008): Analyse Web2.0-basierter Plattformen für das Personalassessment in der IT-Beratung. In: Loos P, Breitner M, Deelmann T (Hrsg) *IT-Beratung: Consulting zwischen Wissenschaft und Praxis.* Logos, Berlin, 59-73.

Do Management and IT Consulting Firms Provide Different Types of Innovations for Their Clients? An Activity Analysis[1]

Andreas Drechsler, Philipp Dörr, Yasmina Hadouyat, Christoph Corten

Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik, 45141 Essen, E-Mail: andreas.drechsler@icb.uni-due.de

Abstract

In this paper, the activities of IT consulting (ITC) and management consulting (MC) firms in Germany are analyzed with regard to the different types of innovations they provide for their clients. Their consulting services – as presented on their websites – are classified according to three categories: "definition" (= delivering conceptual innovations), "implementation" (= delivering instrumental (actual) innovations), and "operation" (= delivering no innovations). In addition, the paper compares the current figures with those of 2002. It shows that ITC and MC firms today place an almost equal emphasis on delivering actual innovations for their clients. While MC firms are found to place a higher emphasis on conceptual innovations, ITC firms are found to offer a higher percentage of operation-related services. Their distribution of activities has basically remained unchanged since 2002, while MC firms have seen a shift toward the delivery of actual innovations.

[1] We would like to thank (in alphabetical order) Mladen Jozic, Jonas Kuhlmann, Zongyuan Li, Oliver May, Frank Ohlhof, Tobias Schwieters, Gladys Ingrid Tchonguang, Tu Ngan Trinh, and Marlon Vonken for their support in gathering the data about services of management and IT consulting firms.

1 Introduction

Along with the development of the information technology (IT) over the last decades, IT is today a solidly vital part of any organization and still plays an increasing economic role [22]. Today, 85% of all companies in Germany are using IT in their organizations [21]. Thus, there is a high need for IT professionals to create and introduce novel and innovative information systems within the organizations as well as to integrate and maintain the existing ones [3]. Over time, the field of IT has migrated from the use of internal employees to extensive use of external consultants [22]. Common reasons are, for example, a lack of IT know-how, outsourcing of business processes, or internal resistance to changes [3]. Hence, in cases where organizations are lacking sufficient IT skills, hiring consulting firms constitutes an instrument for supporting an organization's IT endeavors [3].

According to a study of 2012, IT consulting is one of the fastest growing forms of consulting [7]. Two major driving factors in the IT consulting market are, among others: 1) the application of innovative technologies which provide organizations with opportunities to develop innovative products and 2) the integration and improvement of existing technologies [17]. In both cases, IT innovations are delivered to clients.

Following Rogers [20] and his theory of diffusion of innovation, we understand the term "innovation" in a client organization's point of view. A consulting deliverable – which can consist of one or more ideas, practices, or products for the client – is regarded as innovative for an organization when the deciders in the organization perceive the deliverable to be of novelty. For the purpose of this study, we further distinguish two types of innovation: conceptual innovation (ideas and practices serving to inspire and guide the clients' decisions) and instrumental innovation (practices and products – including information systems – that are readily applicable for the client organization). This distinction is based on Nicolai and Seidl's differentiation between conceptual, instrumental, and legitimative relevance of outcomes of management research [16]. Since Nicolai and Seidl conclude that legitimative relevance in management research is only a hidden side-effect at best and Bertschek comes to the same conclusion about the legitimative function of IT consultants in practice [3], the issue of legitimacy is not pursued further in this paper.

According to an analysis conducted by the market research enterprise Lünendonk [12] in 2002, traditional consulting activities (i.e. analyzing, planning, and conceptualizing) amounted to just about 32% of the overall activities of IT consulting firms in Germany at that time. The main activity of IT consultancy firms instead was found to be the actual IT implementation (49%), which does not constitute a traditional consulting activity. The remainder of activities (19%) was concerned with the management and maintenance of IT. This means that the role of IT consultants significantly overlapped with the role of traditional IT vendors whose focus is on developing innovative IT products and selling and introducing them to their customers' organizations. It also overlapped with the role of the internal IT to manage and maintain the existing IT infrastructure. In terms of the two forms of innovation we distinguish for the scope of this study, IT consultancy firms at that time were found to place less emphasis on delivering conceptual innovations, and more on delivering readily and instrumentally applicable innovations. For the field of management consulting on the other hand, the Lünendonk study paints a different picture: Here, traditional activities of consulting (analyzing, planning, and conceptualizing) – and hence the delivery of conceptual innovations – were found to constitute the majority of consultants' activities (58%). Realization and implementation took a clear second place (34%) and management and maintenance-related activities a distant third (8%).

However, more recent sources [4][8] speak of a substantial shift on the consulting market that occurred after the aforementioned Lünendonk study was conducted. This shift is said to lead to a greater emphasis on realization and implementation and therefore to a greater emphasis on the delivery of instrumental innovations. Reasons for this shift are seen in an increased need for consultancy firms to prove the effectiveness of their recommendations due to increasing limitations on consulting budgets on the client side. At the same time, the respective sources provide only anecdotal evidence of a few selected market participants at best. Apart from the fact that the aforementioned Lünendonk study is now over ten years old and the findings therefore are in need of a re-validation anyway, updated results can either provide support or contrary evidence for the shift in the consulting market just mentioned. Such an analysis can also answer the question whether this shift applied to both the management and the IT consulting market in the same manner.

In this light, the goal of this paper is to provide such an analysis of the activities IT and management consulting firms on the German-speaking market, in order to support or refute the notion of a shift in the consulting market in terms of the type of innovations provided to clients. Specifically, two hypotheses are formulated on the basis of the developments mentioned above:

- H_1: The distribution of activities of IT consultancies shifted towards a higher emphasis of realization and implementation activities – and hence, delivery of innovations on a less conceptual and more instrumental and concrete level – compared to 2002.
- H_2: The distribution of activities of management consultancies shifted towards a higher emphasis of realization and implementation activities – and hence, delivery of innovations on a less conceptual and more instrumental and concrete level – compared to 2002.

In order to verify or refute the hypotheses by means of an empirical study, at first, the research methodology for the study is presented. Afterwards, the distributions of activities for IT and management consulting services are shown, compared to the figures from 2002 and to each other, and then interpreted and discussed in terms of the provision of innovations.

2 Research Methodology

2.1 Selection of consultancies for analysis

The foundation of the analysis of the services of consultancies in this paper formed the respective company websites. As Bäcklund and Werr note, consultancies usually present a manifest description of their service portfolio on their websites aimed at informing and persuading potential clients [1]. While they highlight the (social) construction of the viability and importance of the services for potential clients, this "construction of facts" also shapes the way how the outside world – including researchers such as the authors of this paper – perceives the products and services of the consulting companies. In a macro-perspective from the outside, their descriptions constitute a significant portion of the entire market. Therefore, company websites can serve as a useful source for a description and analysis of the consulting market, or in this case, specific segments of the market. The companies were selected from four different, comprehensive databases:

- The so-called "Lünendonk lists" (Lünendonk GmbH is a market research enterprise), containing several top 10 and top 25 lists of management and IT consultancies on the German market. Due to space restrictions, the over ten individual lists used for this study are not cited here individually.

- The so-called "Vault lists", containing comprehensive rankings of top industry-specific consulting firms by an employment portal. Again, due to space restrictions, the individual lists used for this study are not cited here.
- Membership list of the federal association of business consultancies in Germany (Bundesverband Deutscher Unternehmensberater, or BDU for short) [2]
- ConsultingCase101: online database of business consultancies maintained by the University of Chicago and the Northwestern University in Illinois [6]

This study focuses on companies which provide consulting services for the German market. This choice was made for several reasons: First, the focus lies on one of the central markets world-wide for management and IT consulting [23]. Second, the market in question has clear boundaries since it would be very uncommon for a consultancy not to have a website in German if they are targeting potential clients in Germany. Third, Bäcklund and Werr highlight the existence of idiosyncrasies of local consulting markets [1]. Therefore websites in English, aimed at different markets (US, Canada, UK, Australia, etc.) or even international customers might provide a picture diluted by these idiosyncrasies. And last but not least, the choice of a sizable and relevant, yet at the same time manageable market, allows an in-depth analysis of the services.

At first, companies from the aforementioned lists offering no consultancy services were eliminated. Then, "master lists" of IT and management consulting services derived from the company websites that were used for the subsequent analysis were finalized. This took place in the beginning (IT consulting) and the end (management consulting) of 2012, respectively. These two "realms" were analyzed separately later on. On a more in-depth level, the business consulting services were – in line with common distinctions (see, for example, [5]) – further distinguished between services clearly attributable to HR consulting, financial consulting, legal and tax advisory, and auditing on the one hand and general management consulting services on the other hand. Business consulting services were classified in the latter group if their scope did not fit clearly into one of the other six sub-groups. For the group of IT consulting services, a wide perspective on the scope of IT consulting was chosen. Based on the characterization of the entire IT industry by Hofmann [9] and the importance of the implementation phase of IT for consulting success mentioned by Kubr [11], only those services were excluded where there was no consultant-client interaction (such as the development or sale of standard hardware or software). At the same time, services for software selection, customization, and introduction were included, for example. This led to a broader perspective on the IT consulting market as, for example, Nissen and Simon [18] suggest. In the end, this leads to the initial, high-level classification scheme for consulting services shown in figure 1. Only the services classified in the categories set in bold in figure 1 were taken into account for this study.

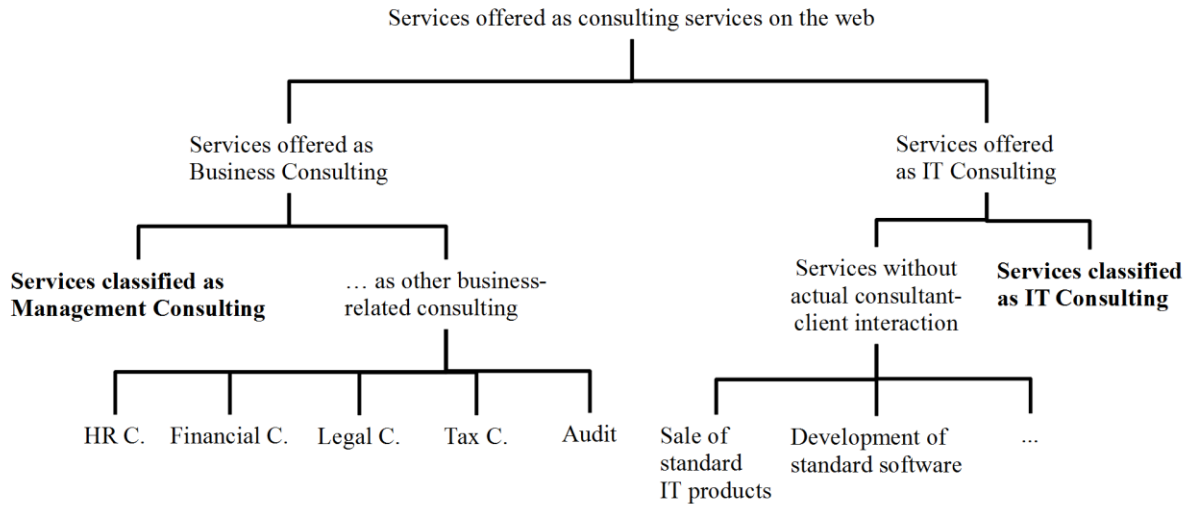


Figure 1: Initial classification of consulting services as IT, management, or other types of consulting

Overall, 1,731 services classified as IT consulting services with overall 3,144 activities and 1,060 management consulting services with overall 1,904 activities were identified. In addition, 440 other business-related consulting services were found to be of one of the specific sub-types (HR, financial, etc.) listed in figure 1. Since the services were assigned to specific activity categories on the service level and not on the company level, several companies which offered both management and IT consulting services are present in both analyses with a different set of services.

2.2 Methodology for the analysis of consulting services

In order to categorize the services according to their main activity, we applied Mayring's qualitative content analysis method [14] to the list of services. The underlying idea of this method is "to preserve the advantages of quantitative content analysis as developed within communication science and to transfer and further develop them to qualitative-interpretative steps of analysis" [13]. The first step consists of defining the material for analysis, in this case, the websites of consultancies offering IT and management consulting services in Germany. Following this, the unit of analysis must be defined. Here, Mayring distinguishes between the coding unit (the minimal element to be analyzed) and the context unit (the maximum element to be analyzed) [14]. In the case of this project, the coding unit is a verb (the main activity of a service) and the context unit is the service description for each service.

The next step is to determine a technique for understanding and interpreting the material in order to develop a category system for the activities. Here, the so-called summary technique was used. Its goal is to summarize the source material so that its essence is preserved and the original material still shines through, but that, at the same time, it is reduced in such a way that it can be easily analyzed and processed further [14]. This allows an inductive category development without the need of presumptions. This was done based on the notion of several authors that it is difficult, if not impossible to draw clear boundaries between the various types of consulting [15][17]. Specifically, the major defining verb(s) for each service were isolated and formed a "reduction" of the usually lengthy service descriptions from the company websites. This reduction result – the main verbs of each identified consulting service – formed the basis for the development of a category system of activity categories. This means that a single service may have been found to consist of one or several activities, depending on the number of verbs that could be identified in its service description.

To build the category system for these activities, all identified verbs in the reductions were firstly scanned for duplication and then grouped together by the use of the DUDEN taxonomy of synonyms. Since the analysis of IT-related consultancy services preceded the analysis of the management consultancy services, the activities of these services served as a basis for the inductive development of the categories. The analysis of the management consultancy services then built upon the categories developed during the first analysis and expanded it. This also means that all categories were initially formulated relying on and reusing terms of the source material. Here, figure 2 shows the expanded and final version of the category system used for the classification of service activities. As the focus of this study lies on the German internet presence of consulting market participants, the verbs and abstractions are correspondingly presented in German in the following figures but afterwards translated in English in the textual remarks.

In a second abstraction step (see figure 3), seven categories were consolidated out of the nine initial ones. Specifically, the categories "analyze" (Analysieren) and "assess" (Bewerten) were grouped together since the content analysis showed that both activities are never performed separated from each other. Furthermore, the categories "recommend" (Empfehlen) and "plan" (Planen) were merged as both activities are regarded as conceptual activities.

In a final step, the abstraction level was further increased resulting in three core activities (see figure 4). In this context, the activity aggregations "analyze, assess" (Analysieren, Bewerten) and "recommend, plan" (Empfehlen, Planen) are regarded as the *definition* of the actual and a target state. In contrast, the activities "develop" (Entwickeln), "optimize" (Optimieren), "implement" (Implementieren), and "train" (Schulen) are perceived as one-time activities in the context of the *realization* (Umsetzung) of a target state. Finally, the activity "control, administrate" (Kontrollieren, Administrieren) is regarded as a continuous *management & operation* (Management & Betrieb), henceforth shortened to just "operation", to retain a previously specified or existing target state.

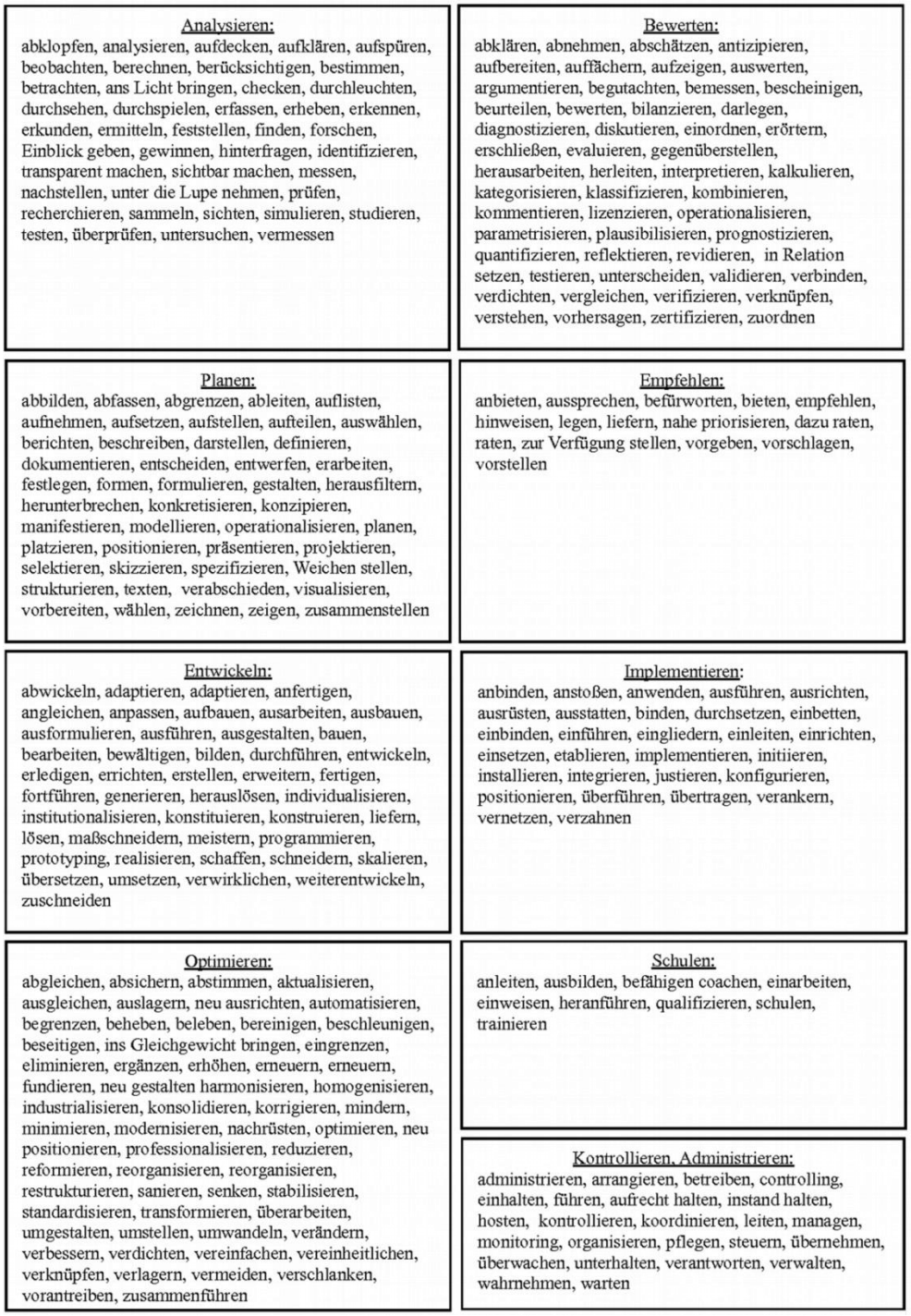


Figure 2: Detailed category system for activity-wise classification of consulting services

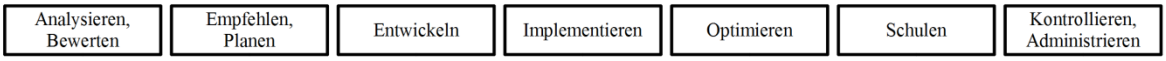


Figure 3: Category system for activity-wise classification of consulting services (1st abstraction step)

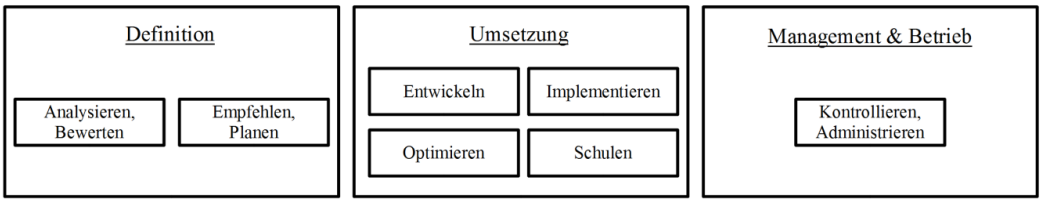


Figure 4: Category system for activity-wise classification of consulting services (2nd abstraction step)

After the development of the category system for the service activities, each service was classified according to one or more of the activity categories, based on its main verbs identified through the reduction mentioned above. Each classification was then verified by at least another researcher, in order to ensure inter-coder reliability. Afterwards, a quantitative analysis of the material was conducted by determining the number of occurrences for each activity category, in order to draw conclusions about the actual activities consultancy firms are currently providing on the consulting market in Germany. These results are now presented – separated by IT consulting and management consulting services – and discussed in the light of the two hypotheses from the introduction regarding the types of innovations that are delivered through the two forms of consulting.

3 Activities of IT and Management Consulting Firms

3.1 Identified Activities of IT Consulting Firms

As the results of the statistical evaluation of the identified core activities for IT consulting firms in figure 5 show, 31.81% of all identified IT consulting activities can be subsumed under the definition category.

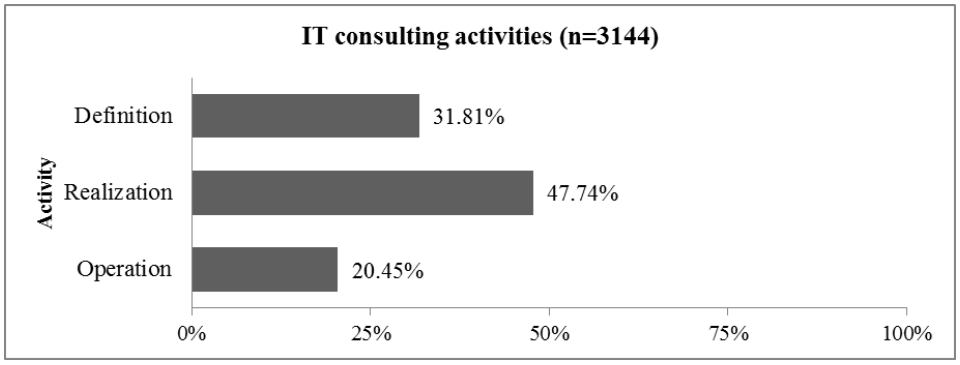


Figure 5: Identified activities of IT consultancy firms

Hence, they can be regarded as traditional consulting work which concentrates on the analysis and evaluation of the existing state for their clients and the subsequent formulation of recommendations and concepts to achieve a desired state. In other words, in this phase, innovation is achieved on a conceptual level. In contrast, 47.74% of all identified IT consulting activities were classified as activities aiming at the realization of a target state (e. g., the development and implementation of individual software, optimization of business processes, end-user training) – or in other words, the delivery and implementation of instrumental innovations. Finally, 20.45% of activities are dealing with the continuous operation of IT infrastructures (e. g., IT hosting) and management of information systems and not with the delivery of specific innovations. Hence, the majority of IT consulting

activities goes beyond the traditional understanding of consulting and delivers instrumental – and not just conceptual – innovations. Furthermore, a not insignificant number are aimed at sustaining a status-quo.

3.2 Identified Activities of Management Consulting Firms

The core activities of management consulting firms show an almost equal distribution of the activity categories of definition (44.70%) and realization (45.17%). To the former group belong services such as strategy development, organizational design, or profitability analysis. Examples for the latter group are the execution of mergers & acquisitions, organizational change, or turnaround management. Services related to activities of operation (for example, interim management or the actual management of client projects) take a distant third with 10.13%. This means that in management consulting, conceptual and instrumental innovations are delivered on an almost equal level, while the operations-related activities do not play a major role.

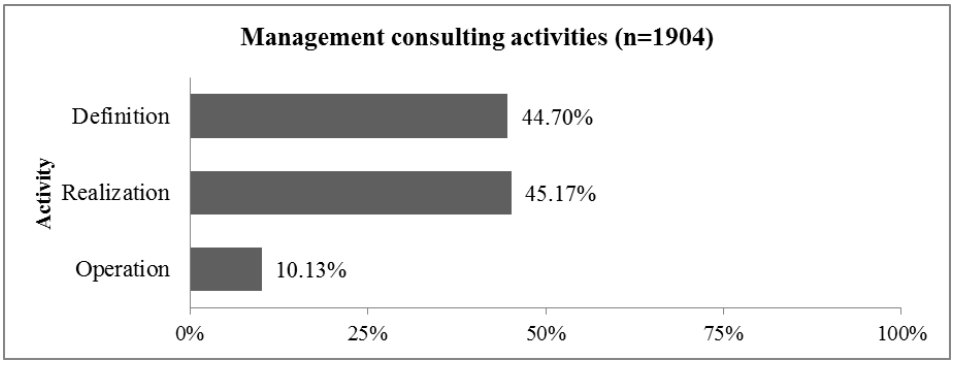


Figure 6: Identified activities of management consultancy firms

Regarding the activities of other forms of business consulting separated from management consulting as outlined in section 2.1 (HR, financial, tax, and legal consulting as well as audit), the distribution of activities was largely similar to the distribution for management consulting services, with the singular exception of audit-related services. Here, definition-related services dominated the activity distribution with nearly 80%. However, these results are of limited validity because no full-scale analysis of the respective market segments was conducted. Only those services were analyzed that were part of the initial sample of services which were identified when looking for business consulting services on the respective websites. Since a full-scale analysis of the respective consulting markets was deemed to be outside of the scope of this research project, these aspects are not pursued or interpreted further.

3.3 Comparison

In order to be able to draw a comparison between the findings shown in the two previous sections and the study from Lünendonk mentioned in the introduction, the respective terminologies need to be harmonized first. Looking at the final results, it becomes obvious that the inductive development of activity categories in this study led not only to the same number of categories (three), but also to effectively the same categories on a content level, with just slight variations in the terminology. Due to this, it is argued that the results of both studies are comparable, despite relying on different methodologies. As far as information can be gathered, the Lünendonk study is not based on a content analysis of service descriptions on websites.

Both studies identify a core activity which corresponds to the classical understanding of consulting, meaning the consulting-related activity of analyzing a present state and planning a desired state within client organizations. In contrast to the Lünendonk study [12] where this activity is denoted as "design, planning, analysis", this study arrived at the more abstract category name of "definition". The core activity "realization" found in the present study is congruent with the activity "realization, implementation" identified by Lünendonk. Both activity concepts can be assumed to deal with the active realization of a target state by consultancies and hence do not reflect the classical understanding of consulting. The identified core activities of "operation" (present study) and of "maintenance, management" (Lünendonk) can be also regarded to be alike and as constituting an activity that goes beyond the traditional understanding of consulting, being aimed at sustaining a certain state.

Based on this general comparability of the two studies, figure 7 shows the comparison of the findings from section 3.1 with the Lünendonk figures of 2002 for IT consulting firms. It becomes obvious that the two studies come to nearly the same results regarding the distribution of activities. Thus, it can be concluded that the activity distribution in the IT consulting market did not significantly change since 2002. The IT consulting market is still dominated by activities such as development and implementation efforts which go beyond the traditional understanding of consulting. Therefore the initial hypothesis H_1 is refuted – no observable shift did occur on the IT consulting market in Germany from 2002 to 2012 in terms of activities of IT consultancies.

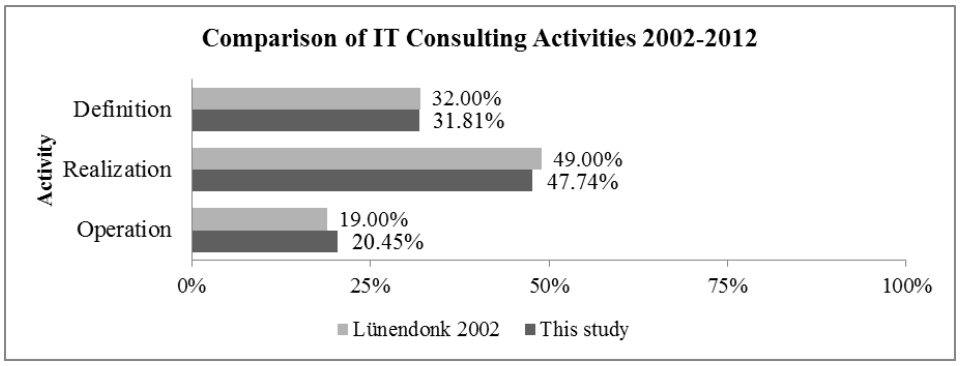


Figure 7: Comparison of IT consulting-related findings with Lünendonk (2002)

For activities of management consulting firms, the comparison (as displayed in figure 8) paints a different picture. Here, the results support the hypothesis H_2, providing indeed empirical evidence for a shift from definition-oriented, traditional consulting to a higher – and almost equal – emphasis of realization-oriented consulting activities.

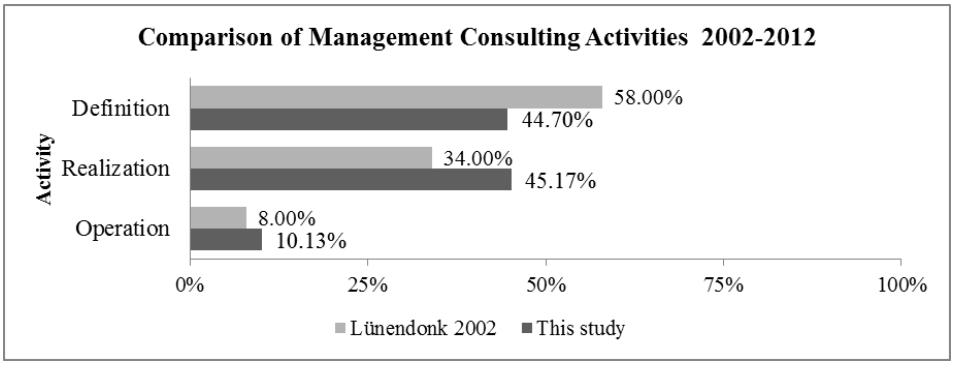


Figure 8: Comparison of management consulting-related findings with Lünendonk (2002)

Operation-related activities remain on the same, fairly low level of occurrence.

And finally, comparing the management consulting and IT consulting figures from this study, figure 9 shows that at the moment, both forms of consulting place the highest and, at the same time, an almost equal emphasis on realization-oriented activities. As mentioned before, these activities do not constitute a traditional form of consulting. At the same time, the two forms of consulting differ greatly in the emphasis they place on definition-related activities (more important for management consulting) and operation-related activities (which are more important for IT consulting). In this regard, IT consulting interestingly can be regarded as placing less emphasis overall on innovations, since about 20% of the services advertised as consulting are not about innovation, but about maintenance and operation, compared to about 10% of the services advertised as management consulting. Here, the innovations happen on the product level (in case of IT hosting, for example), if at all.

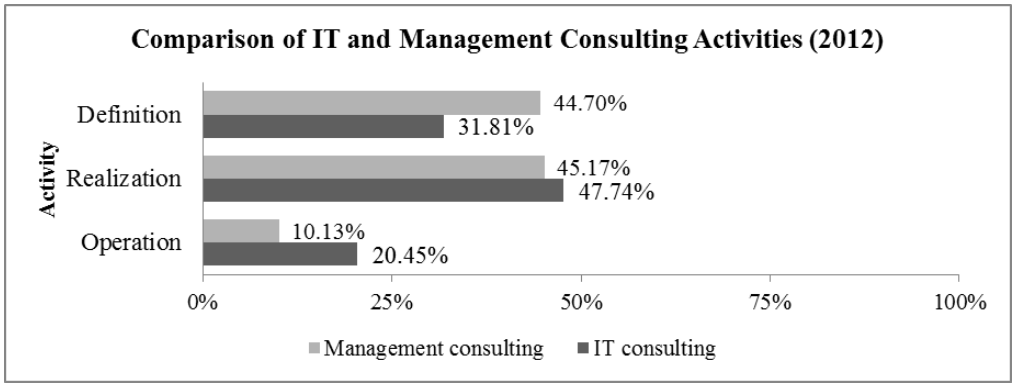


Figure 9: Comparison of current IT and management consulting activities

4 Discussion and Conclusion

In an overall perspective, the findings of this study provide partial empirical support for the shift of the consulting market mentioned in the literature. While the IT consulting market was found to be unaffected by a shift of activities (the initial hypothesis H_1 was refuted), there is indeed empirical evidence for a shift on the management consulting market. Specifically, traditional definition and advice-oriented management consulting services were found to be superseded by non-traditional implementation and realization-oriented management consulting services. The findings also point towards a convergence – at least in terms of the distribution of high-level activities – of the management and IT consulting market. As there has been no such an analysis yet in the consulting literature, this study contributes a first step toward an in-depth understanding of the consulting market in a consulting research perspective, employing a transparent and elaborated methodology. This also allows an easy replication of this study in the future to track developments on the consulting market.

For the generation and delivery of innovations, it was found that IT consulting companies still place a high and almost equal level of emphasis on delivering and implementing instrumental – or actual – innovations for their clients through their services, compared to figures of 2002. In contrast, management consulting companies were found to focus less on delivering innovations on a conceptual level, but to focus more on – and on a similar level compared to IT consulting companies – delivering and implementing instrumental innovations for their clients through their services as well. This shows that the IT consulting market – at least the supply side – has not been affected by the same factors as the management consulting market as outlined in the introduction. In addition, about 20% of the IT consulting services and about 10% of the management consulting services are not about delivering any

kind of innovation to their clients, but to maintain and operate the current status-quo – which also constitutes not a traditional form of consulting.

In sum, and to answer the question raised in the title of the paper, both forms of consulting deliver and implement actual instrumental innovations in slightly less than a half of their activities. Their major difference lies in the higher focus on conceptual innovations of management consulting (about 45% to about 30% for IT consulting services) and the higher focus on non-innovative – maintenance and operation-oriented – services of IT consulting (about 20% compared to about 10% for management consulting). This finding is especially striking since the IT consulting industry is – in line with the IT industry in general – traditionally regarded as being highly innovative [3][22]. It is also striking that in both cases less than half of the services constitute a traditional form of consulting. This leads to the questions for consulting research in the future whether it is not about time to rethink this traditional understanding of consulting and how to differentiate consulting from other services.

One limitation of the present study is its focus on German market. But since Bäcklund and Werr argue that consultancies aim for global harmonization [1], the authors argue likewise that the findings shown and discussed in this paper can be treated as potentially generalizable beyond a local context, until disputed in further studies. To support this notion, further research could replicate this study in other markets, in order to account for the idiosyncrasies in the German market in particular. A second limitation is the different methodology employed in the two studies which were compared. However, due to the high amount of structural similarity of the findings, the lack of availability of other figures, and the "authoritative nature" of the Lünendonk study (the Lünendonk GmbH is frequently regarded as "market expert" for the German consulting market and the study figures are cited very frequently), we argue that there is sufficient ground to justify a comparison of the two figures.

Another area for further research is the aforementioned convergence of management and IT consulting which was identified on the level of consulting activities. Since there are also sources who postulate such a convergence on the level of the actual services themselves that are offered [10][17], it would be interesting to see whether an empirically-validated convergence can indeed be found on this level.

5 References

[1] Bäcklund, J; Werr, A (2004): The Social Construction of Global Management Consulting: A Study of Consultancy Web Presentations. In: Buono, AF (Ed.): Creative Consulting. Information Age Publishing, Charlotte, NC.

[2] BDU (2011): Bundesverband Deutscher Unternehmensberater BDU e.V.: Consultant data base. http://www.bdu.de/index.cfm?&fuseaction=listen.ShowMitgliederList&filter=all&FullList=true. Retrieved on 2011-11-02.

[3] Bertschek, I (2011): Wissensvermittlung versus Legitimationsfunktion – Warum engagieren Unternehmen IT-Berater? In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft 81 (12): 1379-1399.

[4] Buono, AF (2004): Introduction. In: Buono, AF (Ed.): *Creative Consulting.* Information Age Publishing, Charlotte, NC.

[5] Caroli, TS (2007): Unternehmensberatung als Sicherstellung von Führungsrationalität? In: Nissen, V (Ed.): *Consulting Research*. DUV, Wiesbaden.

[6] ConsultingCase101 (2011): List of Top Management & IT Consulting Firms. http://www.consultingcase101.com/list-of-consulting-firms/. Retrieved on 2011-12-29.

[7] FEACO (2012): Survey of the European Consultancy Market 2011/12, European Federation of Management Consultancies Associations.

[8] Fink, D (2009): Strategische Unternehmensberatung. Vahlen, München.

[9] Hofmann, GR (2010): Beratungsbetriebslehre. Ein gestaltungsorientiertes Modell und Kompendium für die Wirtschaftsinformatik. In: Nissen, V (Ed.): Forschungsberichte zur Unternehmensberatung, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, TU Ilmenau.

[10] Jahnes, B (2010): IT-Consulting – Konzepte, Methoden und Instrumente. In: Information Management und Consulting 25 (2): 13–19.

[11] Kubr, M (2002): Management Consulting: A Guide to the Profession, 4th edition. International Labour Office, Geneva.

[12] Lünendonk GmbH (2002): Lünendonk-Studie 2002: Beratung & Realisierung, Lünendonk GmbH Gesellschaft für Information und Kommunikation.

[13] Mayring, P (2000): Qualitative Content Analysis. Forum Qualitative Social Research. http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0002204. Retrieved on 2011-12-29.

[14] Mayring, P (2007): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken, 9th edition. Beltz, Weinheim.

[15] Mieschke, L (2004): Strategisches Geschäftsmodell der Informationstechnologieberatung. DUV, Wiesbaden.

[16] Nicolai, AT; Seidl, D (2010): That's Relevant! Different Forms of Practical Relevance in Management Science, Organization Studies 31 (9/10): 1257-1285.

[17] Nissen, V; Kinne, S (2008): IV- und Strategieberatung: eine Gegenüberstellung. In: Loos, P; Breitner, MH; Deelmann, T (Eds.): *IT-Beratung – Consulting zwischen Wissenschaft und Praxis*. Logos, Berlin.

[18] Nissen, V; Simon C (2009): Kernaufgaben und Vorgehensmodelle in der IV-Beratung. In: Nissen, V (Ed.) Forschungsberichte zur Unternehmensberatung, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, TU Ilmenau.

[19] O'Mahoney, J (2010): Management Consulting. Oxford University Press, Oxford.

[20] Rogers, EM (2003): Diffusion of Innovations, 5th Edition, Free Press, New York.

[21] Statistisches Bundesamt (2012): Informations- und Kommunikationstechnologien. URL: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/UnternehmenHandwerk/IKTUnternehmen/Tabellen/AnteilUnternehmenComputernutzung.html. Retrieved on: 2012-12-15.

[22] Stockam, M; Leung, S; Nyland, J; Said, H (2006): The Information Technology: Filing a Need in the Workforce Today. *Proceedings of the 7th Conference on Information Technology Education*, Minnesota, USA.

[23] Sturdy, A (2011): Consultancy's Consequences? A Critical Assessment of Management Consultancy's Impact on Management. British Journal of Management, 22 (3): 517-530.

Methodenmanagement in der Unternehmensberatung – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung in einem internationalen IT-Beratungsunternehmen

Paul Drews

Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, 22527 Hamburg, E-Mail: drews@informatik.uni-hamburg.de

Leif Janßen

Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, 22527 Hamburg, E-Mail: leif.janssen@informatik.uni-hamburg.de

Abstract

Die Entwicklung, Anwendung und Schulung von Methoden sind wichtige Bestandteile des Wissensmanagements in der Unternehmensberatung. Bei der Entwicklung von Methoden wird Wissen aus verschiedenen Quellen kombiniert, um die Effizienz und Effektivität zukünftiger Projekte zu steigern und um innovative Beratungsprodukte entwickeln und anbieten zu können. Neue Mitarbeiter werden mit diesen Methoden vertraut gemacht, um Projekte standardisiert und strukturiert durchführen zu können. In einer empirischen Studie in einem internationalen IT-Beratungsunternehmen wurde untersucht, welchen Stellenwert Methoden für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben und wie die Organisation des Methodenmanagements und die technische Unterstützung derzeit bewertet werden. Darüber hinaus wurden Defizite und damit Handlungsfelder für eine Verbesserung des Methodenmanagements und der Wissensmanagementsysteme im betrachteten Unternehmen identifiziert.

1 Einleitung

Die Branche Unternehmensberatung ist in besonderem Maße vom Charakter einer wissensintensiven Dienstleistung geprägt [5]. Die wachsende Bedeutung dieser Branche kommt unter anderem darin zum Ausdruck, dass sie in den vergangenen Jahren erheblich gewachsen ist und inzwischen einen Jahresumsatz von mehr 20 Mrd. € in Deutschland erzielt [2]. Auf das Feld der IT-Beratung entfallen davon 22,4%, dabei sind zunehmend Überschneidungen mit der Strategieberatung einerseits sowie der Organisations- und Prozessberatung andererseits festzustellen [2]. Unternehmensberaterinnen und Unternehmensberater werden unter anderem von ihren Kunden beauftragt, da sie über Wissen und Kenntnisse verfügen, die dem Kundenunternehmen fehlen. Wissen stellt somit eine Kernressource und ein Innovationspotenzial für Unternehmensberatungen dar [6][8]. Entsprechend kann das Wissensmanagement als eine Kernkompetenz von Unternehmensberatungen angesehen werden und sollte daher systematisch betrieben werden [7][8][14].

Methoden und Vorgehensmodelle sowie deren Operationalisierungen in Form von Beratungswerkzeugen [1][19] sind neben Erfahrungswissen und Branchenkenntnissen eine wesentliche Wissensgrundlage für die Arbeit von Unternehmensberaterinnen und Unternehmensberatern [9][12]. In ihre Entwicklung fließen Erkenntnisse aus vorangegangenen Projekten sowie aus der fachlichen und wissenschaftlichen Literatur ein. Methoden sollen ein standardisiertes und gleichzeitig ein auf die Bedürfnisse des Kunden und deren Fragestellungen anpassbares Vorgehen in Projekten ermöglichen. Ihrem systematischen Management kommt eine große Bedeutung zu, da Methoden nicht nur die Erfahrungen aus einzelnen Projekten bündeln, sondern durch fortwährende Weiterentwicklung zu einem kontinuierlichen Wissenszuwachs beitragen können.

In diesem Artikel widmen wir uns der Frage, wie – am Beispiel eines internationalen IT-Beratungsunternehmens – das Methodenmanagement derzeit in der Beratungspraxis ausgeprägt ist und welche organisatorischen und technischen Verbesserungspotenziale identifiziert werden können. Diese Fragestellung kann in das Forschungsgebiet Consulting Research [15] und hier im Speziellen in den Bereich des Wissensmanagements in der Unternehmensberatung [7][11][16][17][21] eingeordnet werden. Im Sinne von Loos und Deelmann [13] ist sie der *institutionellen Perspektive der IT-Beratung als Organisation* zuzuordnen. Der Artikel ist im Anschluss an diese Einleitung wie folgt gegliedert: Im zweiten Abschnitt wird das Methodenmanagement als Teilgebiet des Wissensmanagements in der Unternehmensberatung eingeführt. Der dritte Abschnitt erläutert das methodische Vorgehen bei der Durchführung der empirischen Studie. Im vierten Abschnitt werden die Ergebnisse der Studie beschrieben. Im fünften Kapitel werden die Ergebnisse diskutiert und Limitationen aufgezeigt. Der Artikel schließt mit einem Fazit und einem Ausblick.

2 Methodenmanagement als Teilgebiet des Wissensmanagements in der Unternehmensberatung

Unternehmensberatung wird (verkürzt) als professionelle Dienstleistung definiert, die darauf abzielt, betriebswirtschaftliche Probleme eines Unternehmens durch hierarchisch unabhängige Personen zu lösen [15]. Beratungsleistungen sind in hohem Maße individualisiert und wissensintensiv. Daher gilt das Wissensmanagement als einer der Hauptprozesse in Beratungsunternehmen [14]. In der Unternehmensberatung werden dabei sowohl Personalisierungs- als auch Kodifizierungsstrategien für das Wissensmanagement eingesetzt [10][21]. Einerseits gelten Beraterinnen und Berater als wesentliche Wissensquelle im Beratungsprozess, andererseits legen gerade größere

Unternehmensberatungen Wert auf kodifiziertes Wissen, wie beispielsweise Projekt- und Wissensdatenbanken oder Beratungsmethoden. Hofmann unterstreicht den hohen Anteil von Methodenwissen im gesamten Wissenskontext einer Unternehmensberatung [11].

Unter einer Beratungsmethode wird eine „[…] dokumentierte Handlungsanweisung zur wiederholbaren und nachvollziehbaren Lösung eines spezifischen Problems bzw. einer spezifischen Fragestellung […]“ verstanden [9]. Diese Definition weist eine deutliche Parallele zur Definition von Wissen nach Probst et al. [18] auf, die Wissen als „[…] die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen“ definieren. Die Besonderheit des Methodenwissens liegt demnach in der Wiederholbarkeit und der Nachvollziehbarkeit bei der Entwicklung von Lösungen. Zusätzlich können die Eigenschaften von Wissen nach Probst et al. [18] auf das Methodenwissen angewendet werden. Methoden sind demnach strukturiert und verankert, besitzen eine hohe Kontextabhängigkeit und implizieren eine hohe Verhaltenssteuerung und kognitive Handlungsmuster. Das Methodenwissen ist nach Peterson neben dem Erfahrungs- und dem Faktenwissen eine der drei wesentlichen Wissensarten in der Beratung [17]. Es können ferner explizites und implizites Methodenwissen unterschieden werden [17]. Ein Teil des Methodenwissens ist explizierbar und kann in Wissensmanagementsystemen abgelegt werden [17].

Für die Strukturierung der empirischen Studie beziehen wir uns auf die Bausteine des Wissensmanagements nach Probst et al. [18], da Methodenmanagement als eine Spezialform des Wissensmanagements verstanden werden kann und bisher keine spezifischen Modelle für das Methodenmanagement in Beratungsunternehmen existieren.

3 Methode und Vorgehen

Ziel der empirischen Untersuchung war es, den aktuellen Status des Methodenmanagements in einem großen IT-Beratungsunternehmen zu erheben. Dabei sollten sowohl die organisatorische Dimension als auch die technische Unterstützung erfasst werden. Darauf aufbauend sollte ermittelt werden, welche Verbesserungspotenziale für das Methodenmanagement von den Mitarbeitenden genannt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, bot es sich an, eine Online-Befragung durchzuführen, da auf diesem Weg die Einschätzung vieler Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern berücksichtigt werden konnte.

Der Fragebogen für die Online-Befragung wurde entsprechend der Richtlinien von Charlesworth und Morley [3] erstellt und unter der Berücksichtigung der TotalDesign-Methode von Dillmann aufgebaut und durchgeführt [4]. Ziel dieser Methode ist es insbesondere, dem häufig bei Befragungen auftretendem Problem einer geringen Rücklaufquote vorzubeugen [4]. Die Befragung wurde mit Hilfe des Onlinefragebogens von „soscisurvey.de“ realisiert [20]. Entsprechend der Vorgaben der TotalDesign-Methode wurde dem Fragebogen eine Erklärung zum Ziel der Studie beigefügt und den Teilnehmenden wurde Anonymität zugesichert. Der Fragebogen wurde jeweils mit einem Experten zum Themenfeld aus dem Beratungsunternehmen und aus der Forschung besprochen und weiterentwickelt. Es wurden anschließend ein Tech-Test und ein Pre-Test durchgeführt. Im Pre-Test-Modus konnten die Teilnehmer Rückmeldung dazu geben, an welchen Stellen noch Verbesserungsbedarf im Fragebogen besteht.

Der Fragebogen wurde an 229 Mitarbeiter eines Geschäftsbereiches verschickt. Es wurden innerhalb einer Laufzeit von einem Monat 82 (fast) vollständig ausgefüllte Fragebögen abgespeichert. Damit ergibt sich eine Rücklaufquote von ca. 36%. Als eine Schwierigkeit der Beratungsforschung hat sich in der Vergangenheit der empirische Zugang zum Feld der Unternehmensberatung erwiesen [15]. In der in diesem Artikel beschriebenen Studie bestand seitens des Beratungsunternehmens eine große

Offenheit in Bezug auf die Möglichkeiten zur Datenerhebung und -auswertung. Dies kann (im Einzelfall) als Fortschritt gegenüber dem von Nissen [15] beklagten fehlenden Austausch zwischen Beratungsforschung und -praxis gewertet werden.

4 Ergebnisse der empirischen Untersuchung

Von den Beratenden, die befragt worden sind, arbeiten fast 42% erst seit 1-3 Jahren in dem betrachteten Beratungsunternehmen Alpha (Pseudonym). Im Durchschnitt sind die Befragten ca. 6,5 Jahre bei Alpha beschäftigt. Von den Befragten sind die meisten in den Branchen „Öffentlicher Bereich“ (22), „Automobil“ (18), „Telekommunikation und Medien“ (10) sowie „Finanzdienstleistungen“ (9) tätig.

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte entlang der Dimensionen Ziele des Methodenmanagements, (Weiter-)Entwicklung von Methoden, Wissensverteilung und Methodenmanagement-System, Nutzung und Bewahrung. Die Antworten der Teilnehmenden wurden überwiegend deskriptiv unter Zuhilfenahme von Mittelwert und Standardabweichung ausgewertet, eine relationale Analyse fand unter anderem für die Wahrnehmung des Methodenmanagements und die Einstellung zur Methodennutzung statt.

4.1 Ziele des Methodenmanagements und Beurteilung des aktuellen Status

Der erste Abschnitt des Fragebogens zielte darauf ab, die allgemeine Wahrnehmung des Methodenmanagements im Beratungsunternehmen Alpha sowie den ihm individuell aus Sicht der Beraterinnen und Berater zugemessenen Stellenwert zu erheben. Zusätzlich wurden konkrete Beratungsmethoden und -produkte erfragt, welche die Teilnehmenden mit dem Unternehmen Alpha verbinden.

Der **persönliche Stellenwert des Methodenmanagements** wurde relativ neutral bewertet. Mit einem empirischen Mittelwert von 3,31 in einer Spanne von 0 (stimme nicht zu) bis 5 (stimme voll zu) und einer geschätzten Standardabweichung von 0,96 ist dieser Punkt in der Kategorie der persönlichen Einstellung zu dem Thema vergleichsweise schlecht bewertet worden. Die Organisation des Methodenmanagements bei Alpha erreicht in der Bewertung einen niedrigeren Wert. Mit einem Mittelwert von 2,62 und einer Standardabweichung von 1,05 liegt dieser Punkt zwischen „Stimme nicht voll zu“ und dem neutralen Mittelwert. Die volle Zustimmung von zwei Befragten wurde von 15 negativen Bewertungen deutlich überlagert. Freitextangaben zu dieser Frage zeigen, dass ein **organisiertes Vorgehen und klare Verantwortlichkeiten fehlen**. Beispielsweise wurden folgende Angaben gemacht: „Ich habe aktives Methodenmanagement bisher nicht wahrgenommen […]“, „Ich weiß nicht einmal, dass es ein Methodenmanagement bei [Alpha] gibt“.

Auf die Frage, **welche konkreten Beratungsmethoden und -produkte mit dem Unternehmen verbunden werden**, gaben 37,8% der Befragten keine Antwort. Es wurden insgesamt 23 unterschiedliche Methoden und Produkte benannt, von denen jedoch nur vier mehr als zehn Nennungen erhielten. Auf die Nennung der Methoden wird aus Vertraulichkeitsgründen verzichtet, da diese Rückschlüsse auf das Unternehmen zuließen.

4.2 (Weiter-)Entwicklung von Methoden

Im zweiten Abschnitt des Fragebogens stand die Mitwirkung der Befragten an (Weiter-) Entwicklungstätigkeiten von Methoden und Produkten im Mittelpunkt. Zusätzlich wurde erfragt, ob ein potenzielles Interesse an einem zukünftigen Engagement in diesem Bereich besteht.

Es hat sich herausgestellt, dass etwa 63,4% der Befragten bisher nicht **an der (Weiter-)Entwicklung beteiligt** waren und 75% zukünftig gerne mitwirken würden. Nur ein Teilnehmer hatte bereits mitgewirkt und würde dies zukünftig vermeiden wollen. Alle weiteren Mitarbeitenden, die sich lieber von der (Weiter-)Entwicklung fernhalten würden, haben bisher auch noch keine Aktivitäten in diesem Bereich durchgeführt. 28 Beratende waren schon in diesem Aufgabenbereich des Wissensmanagements tätig und wollen es auch weiterhin sein, weitere 32 Beratende würden gerne zukünftig involviert werden. Hieraus lässt sich ein Verbesserungspotenzial ableiten: Einerseits ist die Produkt- und Methoden(weiter-)entwicklung bei Alpha derart interessant für die Beratenden, dass nur ein Befragter dies nicht erneut machen möchte. Andererseits sind viele Beratende (32) durchaus gewillt, sich zu beteiligen, wurden jedoch bisher nicht involviert.

Die **verfügbare Zeit** könnte ein entscheidender Faktor für die Beteiligung an der (Weiter-) Entwicklung sein. Mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,04 (auf der Skala 1-5) und einer Abweichung von 0,91 sind sich die Befragten relativ sicher, dass die verfügbare Zeit nicht ausreichend ist, um sich der (Weiter-) Entwicklung von Methoden und Produkten zu widmen. Dabei haben die Beratenden, die zukünftig gerne einmal mitwirken würden, die verfügbare Zeit am schlechtesten bewertet, gefolgt von den Teilnehmern, die weiterhin mitwirken würden. Eine Erklärung für den genannten Zeitmangel könnte die Aussage aus der folgenden Freitextantwort liefern: “Die <Abteilungsname>-Bereiche in Deutschland sind zu stark umsetzungsfokussiert [...]".

Neben dem Faktor Zeit können auch **Anreizsysteme** gezielt zur Motivation beitragen. Unter den 25 Teilnehmenden, denen Anreizsysteme zur (Weiter-)Entwicklung bekannt sind (30,5%), befinden sich 20, die zukünftig an der (Weiter-) Entwicklung partizipieren möchten. Als genanntes Anreizsystem sticht die Zielvereinbarung mit diversen Untergruppen hervor. Zwei Beratende empfinden die Anreizsysteme problematisch. Dies kommt beispielsweise in der folgenden Antwort zum Ausdruck: „Anreizsysteme für solche Themen reduzieren uns aber auf dressierte Hunde“. Neben dem Angebot ausreichender Zeitkontingente für die (Weiter-)Entwicklung lassen sich offensichtlich auch Anreizsysteme implementieren, um ungenutztes Potenzial in diesem Bereich zu erschließen. Dies veranschaulicht Bild 1, in dem die Beziehung zwischen der Bekanntheit eines Anreizsystems zur Methoden(weiter-)entwicklung und der Partizipationsbereitschaft dargestellt ist. Es wird deutlich, dass die Kenntnis von Anreizsystemen Auswirkungen auf die Motivation zur Partizipation hat. Nur rund 16% der Teilnehmenden, die zukünftig nicht mitwirken wollen, haben Kenntnis von Anreizsystemen, die zur Beteiligung motivieren sollen. Dem gegenüber sind es knapp 40% bei den Beratenden, die bisher schon mitgewirkt haben und auch zukünftig mitwirken wollen.

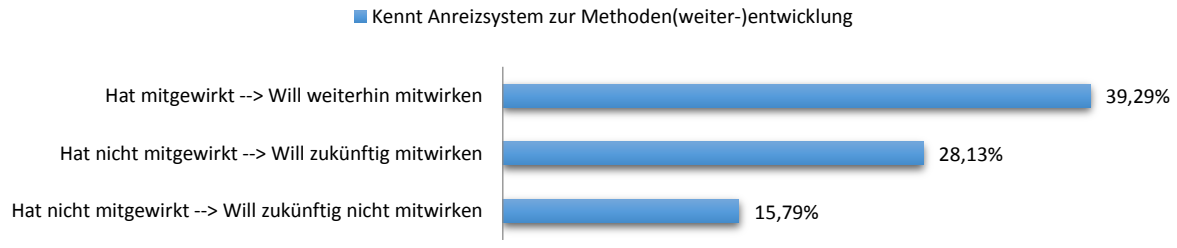
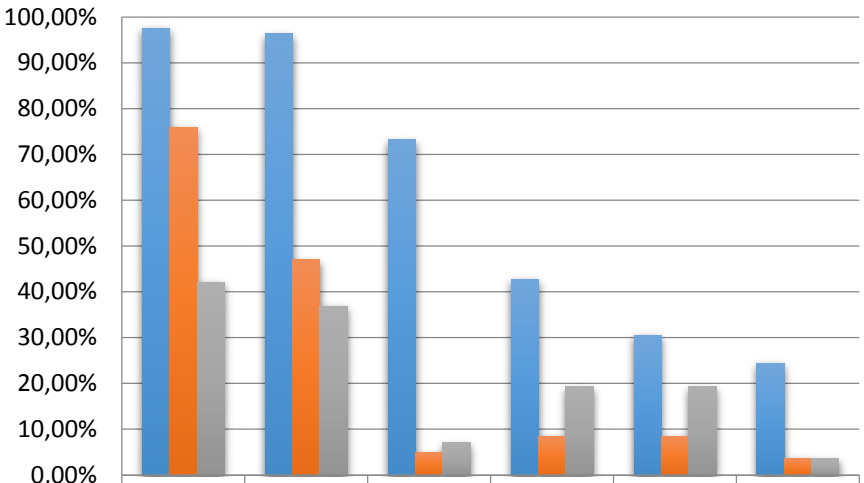


Bild 1: Kenntnis von Anreizsystemen und zukünftige Partizipation

4.3 Wissensverteilung und Methodenmanagement-System

In diesem Abschnitt sind Fragen zur persönlichen Strategie der Methodensuche, der persönlichen Relevanz zusätzlicher Informationen zu den Methoden und der Einschätzung des Umsetzungsgrads bei Alpha gestellt worden.

Bei der Frage nach den **bekannten Wissensplattformen** wurden sechs verschiedene Plattformen im Fragebogen zur Auswahl aufgeführt, die in einer Vorstudie im Beratungsunternehmen erhoben wurden. Zudem bestand die Möglichkeit, weitere Plattformen zu nennen. Als weitere Quellen wurden Sharepoint Sites (7 Nennungen) sowie vier weitere Systeme (jeweils 5 Nennungen) angegeben.



	System 1	System 2	System 3	System 4	System 5	System 6
Bekanntheitsgrad in %	97,56%	96,34%	73,17%	42,68%	30,49%	24,39%
Primär genutzt in %	75,90%	46,99%	4,82%	8,43%	8,43%	3,61%
Genutzt zur Methodensuche in %	42,11%	36,84%	7,02%	19,30%	19,30%	3,51%

Bild 2: Wissensplattformen für die Suche nach Methoden

Bild 2 zeigt für ausgewählte im Unternehmen vorhandene Wissensplattformen den **Bekanntheitsgrad**, die **primäre Nutzung** sowie die **Nutzung der Systeme zur Methodensuche**. Es ist anzumerken, dass 26 Teilnehmende keine Antwort auf die Quellen der Methodensuche abgaben. Bei diesen handelt es sich allerdings nicht primär um die Personen, die meist erfahrungsbasiert arbeiten, wie vermutet werden könnte. Betrachtet man die Personen, die primär methodenbasiert arbeiten, aber keine Plattform angaben, im Verhältnis Nennungen von anderen Medien (Internet, Literatur, Lokaler PC), so wird deutlich, dass 40% dieser Teilnehmenden den **lokalen PC als persönliche Methodenquelle** präferieren. Gründe hierfür könnten in einer wahrgenommenen Unübersichtlichkeit und einer fehlende Transparenz liegen. Die Hälfte dieser 40% bewerteten die Organisation des Methodenmanagements, die Transparenz und Übersichtlichkeit der Methodenlandschaft und den Aufwand der Methodensuche mit der Minimalbewertung von 1 (stimme nicht zu). Allerdings wurden die Transparenz der Methodenlandschaft mit einem Mittelwert von 2,38 und der Aufwand der Methodensuche mit 2,62 auch übergreifend über alle Teilnehmenden hinweg als Problemfaktoren identifiziert. Umso überraschender steht dennoch bei der Priorisierung der vorgegebenen Quellen in der Reihenfolge der Suche nach Beratungsmethoden das Intranet auf Platz 1 der Quellen zur Methodensuche.

Einige in Freitextform getätigte Angaben der Befragten unterstreichen das Verbesserungspotenzial, das in diesem Bereich besteht. Die genannten Quellen im Intranet seien „sehr disjunkt“ und könnten daher nur „unzulänglich alleine“ betrachtet werden. Die Quelle oder die Quellen müssten „je nach Bedarf“ ausgewählt und angewendet werden. Als Verbesserungsvorschläge wurden genannt, dass eine Konsolidierung der verschiedenen Methodenbasen sinnvoll wäre (8 Nennungen) und ein zentraler Einstiegspunkt ausgewiesen sein sollte (4 Nennungen). Dies würde den gewünschten Zugang und die Suche deutlich erleichtern (7 Nennungen). Zudem sollte die Dokumentation der Methoden vereinheitlicht und strukturiert werden (5 Nennungen). Als gut wurde bewertet, dass es bereits eine große Sammlung von Methoden gibt (2 Nennungen), die eine hohe Vielfalt und einen reichen Fundus beherbergen (3 Nennungen). Auch ist Vieles bereits dokumentiert (2 Nennungen), doch die Sammlung ist recht unübersichtlich (2 Nennungen). Ein Zitat verdeutlich dies: „Es ist alles da, man muss es nur finden :-)“. Einige Teilnehmende hatten zudem den Verbesserungsvorschlag, den Methodenbeschreibungen Informationen beizufügen, die vermitteln, wann welche Methode genutzt werden muss, sollte oder kann und welche Methode sich in welchem Kontext bereits bewährt hat (4 Nennungen).

Bild 3 zeigt eine Gegenüberstellung der persönlichen **Relevanz bestimmter Informationen zu den Methoden im Methodenmanagement-System** mit dem wahrgenommenen **Ist-Zustand**. Die dunkelblauen Balken visualisieren die persönliche Relevanz, während die hellblauen Balken den wahrgenommenen Ist-Zustand darstellen. Die Unterschiede zwischen der Relevanz der Informationsquellen und der Qualität der zur Verfügung stehenden Informationen ist erheblich. Die befragten Relevanzen zu den zusätzlichen Informationen wurden im Schnitt durchweg mit größer 4 bewertet und sind somit relativ wichtig für die Teilnehmenden. Der derzeitige Zustand allerdings erfüllt die Anforderungen nicht. Die Mittelwerte der Antworten zum Ist-Zustand liegen alle in der unteren Hälfte der Skala. Sie verweisen auf ein deutliches Verbesserungspotenzial. Bei der Benennung von gut dokumentierten Methoden wurde eine Methode zum Management von Anwendungslandschaften mit Abstand am häufigsten genannt und könnte daher als Vorbild für die Verbesserung der Dokumentation anderer Methoden verwendet werden.

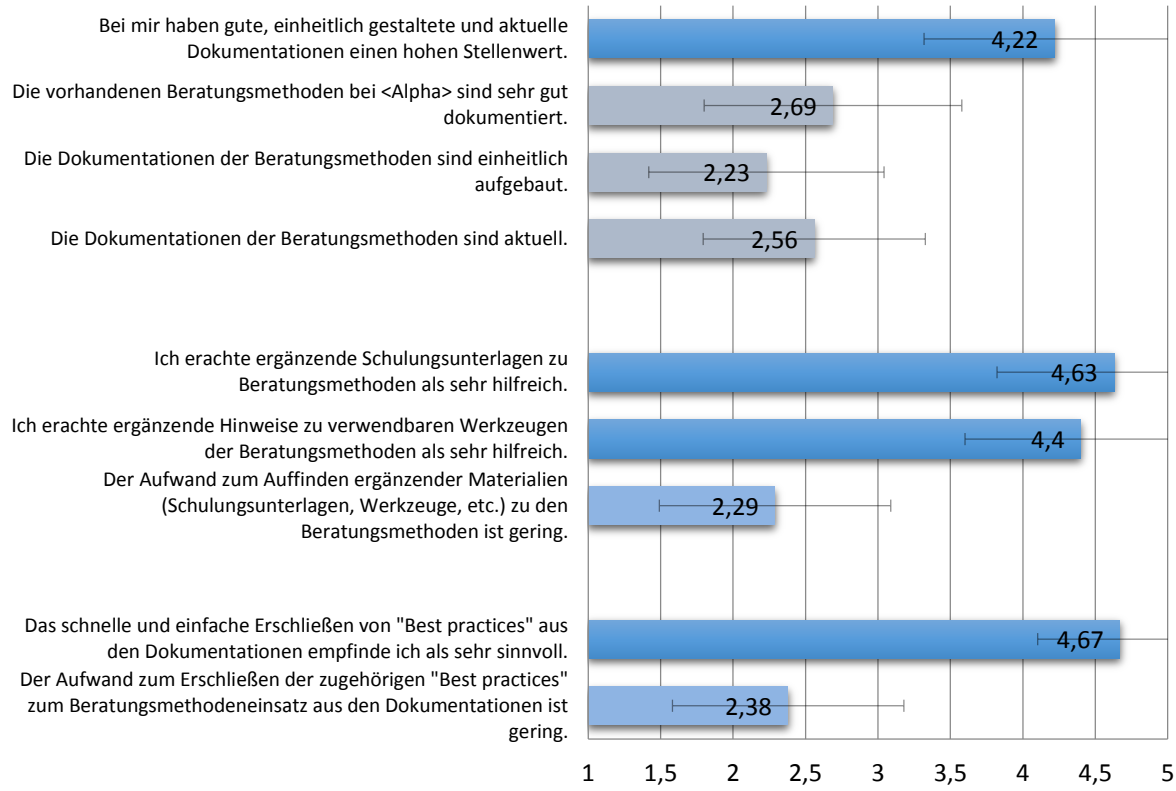


Bild 3: Relevanz von Informationen über Methoden

Bei der Bewertung des wahrgenommenen Ist-Zustands erhielt die Aussage: „Ich kenne explizit benannte Experten für bestimmte Beratungsmethoden, die ich bei Fragen kontaktieren kann.“ mit einem Mittelwert von 3 die größte Zustimmung. Dies wurde auch bei den Freitextantworten deutlich. Hier wurde gesagt, dass es viele Knowhow-Tragende im Unternehmen gibt, die bei Fragestellungen helfen (3 Nennungen). Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Aussage: "Wenn man die richtigen Ansprechpartner kennt, hat man Zugriff auf Wissen, dass Gold wert ist :)". Dies ist wahrscheinlich der Grund, weshalb die entsprechende Frage mit einem Mittelwert von 3 zwar vergleichsweise gut, aber dennoch nur mit der mittleren Bewertung auf der Skala abschneidet. Es könnte also das Potenzial, das Alpha durch die erfahrenen Mitarbeitenden besitzt, besser erschlossen werden, wenn eine explizite Benennung von Experten zu den jeweiligen Methoden systematisch erfolgen würde. Auf diese Wiese ließe sich das Methodenwissen leichter zugänglich machen.

Neben der eigentlichen Bereitstellung der Methoden, dem Zugriff und der Benennung von Experten (Pull-Prinzip) sind auch aktive Maßnahmen (Push-Prinzip) sinnvoll, um das Methodenwissen zu verbreiten. Hier wurde die Aussage überprüft: „Es gibt ausreichend Fortbildungen für Beratungsmethoden, die meine Sektorausrichtung und Arbeitsinhalte betreffen“. Diese Aussage erhielt mäßige Zustimmung (Mittelwert: 2,61). Zwar besitzt Alpha diverse Schulungsunterlagen, die auch als Quelle der Methodensuche genannt worden sind, doch das Angebot ist ausbaufähig. Die Aussage "Heute ist man abhängig davon, Projekte mit erfahrenen Kollegen gemacht zu haben." unterstreicht diesen Mangel. Dabei kamen die bisher durchgeführten Schulungen bei den Teilnehmenden gut an (3 Nennungen). Als Vorschläge wurde genannt, dass das Schulungsangebot gezielt auch für Methoden entwickelt und angeboten werden sollte und zudem die Zeit zur Teilnahme eingeräumt wird (8 Nennungen). Denn das „Feedback [zu Schulungen] hat immer wieder gezeigt, dass hier Bedarf zur

gezielten Methodenschulung wäre.“. Zudem könnten Einstiegsseminare neue Mitarbeitende in das Methodenrepertoire einführen (2 Nennungen).

4.4 Nutzung und Bewahrung

Eine Einschätzung der **derzeitigen Arbeitsweise** wurde mit der „Arbeiten Sie primär methodenbasiert oder erfahrungsbasiert?“ erhoben. Hier gab ein großer Anteil der Teilnehmenden (71,6%) an, dass sie primär erfahrungsbasiert arbeiten. Diese Arbeitsweise beeinflusst nicht zwangsläufig die schlussendliche Qualität der jeweiligen Dienstleistung, wenn der Beratende sich in der Materie auskennt. Für eine systematisch organisierte Methodenwissensentwicklung ist dies allerdings eindeutig kontraproduktiv. Durch die erfahrungsbasierte Arbeit wird nicht auf das kollektive Methodenwissen zugegriffen. Die hat zur Folge, dass Erfahrungswerte und Best Practices aus vorherigen Projekten von Kolleginnen und Kollegen unberücksichtigt bleiben und zudem die in Projekten neu gewonnenen Erfahrungen nicht in den gemeinsamen Wissenspool eingebracht werden bzw. nur über die jeweilige Person verfügbar sind. Somit entwickelt sich zwar jeder Beratende mit den Projekten, die er bewerkstelligt, weiter, doch das organisationale Lernen kann nur in reduzierter Form stattfinden. Es besteht das Risiko, dass sich bereits von Kollegen begangene Fehler wiederholen und große Probleme durch die in der Branche übliche hohe Fluktuationsrate entstehen. Hinzu käme eine fehlende Erschließung von weiteren Potenzialen, beispielsweise durch Skalen- und Synergieeffekte, die standardisierte Arbeitsprozesse bewirken können.

Interessant ist die Feststellung, dass ein Großteil der Beratenden, die primär methodenbasiert arbeiten, erst 1-3 Jahre bei dem Beratungsunternehmen beschäftigt sind. Der Anteil lag hier bei knapp 42%. Mit zunehmender Beschäftigungsdauer wird eher erfahrungsbasiert gearbeitet. Allerdings ist es naheliegend, dass sich neue Mitarbeitende mit geringer Projekterfahrung bemühen, ihre Problemstellungen mit unternehmensspezifischen Methoden zu lösen. Ebenso ist es auch nachvollziehbar, dass mit zunehmender Beschäftigungsdauer die Arbeitsschritte internalisiert werden und dann vorzugsweise auf die eigene Erfahrung zurückgegriffen wird. Diese Situation verdeutlicht Bild 4, in dem die Antworten auf die Frage „In welcher der aufgeführten Situationen bedienen Sie sich der Hilfe von Beratungsmethoden?“ widergibt. Am häufigsten werden Methoden bei neuen Problemstellungen sowie bei kritischen Projekten eingesetzt. Bei bekannten Problemen hingegen ist die Einsatzhäufigkeit deutlich geringer. Doch genau hier liegt der Ansatzpunkt des organisationalen Lernens. Der Erfahrungsschatz der dienstälteren Beratenden bezüglich bekannter Problemstellungen dürfte sehr wertvoll für das Unternehmen selbst und für die neueren Kolleginnen und Kollegen sein, wird auf diese Weise jedoch nicht allgemein verfügbar. Anhand der in Bild 4 dargestellten Ergebnisse lässt sich zudem ableiten, dass die Beratenden das Gefühl haben, durch den Einsatz von Methoden eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit oder zumindest eine Risikominimierung zu erzielen, da bei kritischen Projekten vermehrt auf methodisches Vorgehen gesetzt wird.

Das Ziel in diesem Bereich des Methodenmanagements sollte es sein, eine **aktive Methodennutzung** zu erreichen und die bei der Nutzung entstehenden Erfahrungswerte und Best Practices durch die Etablierung von sogenannten Projektreviews zu extrahieren, zu formalisieren und somit der kollektiven Beraterbasis zugänglich zu machen.

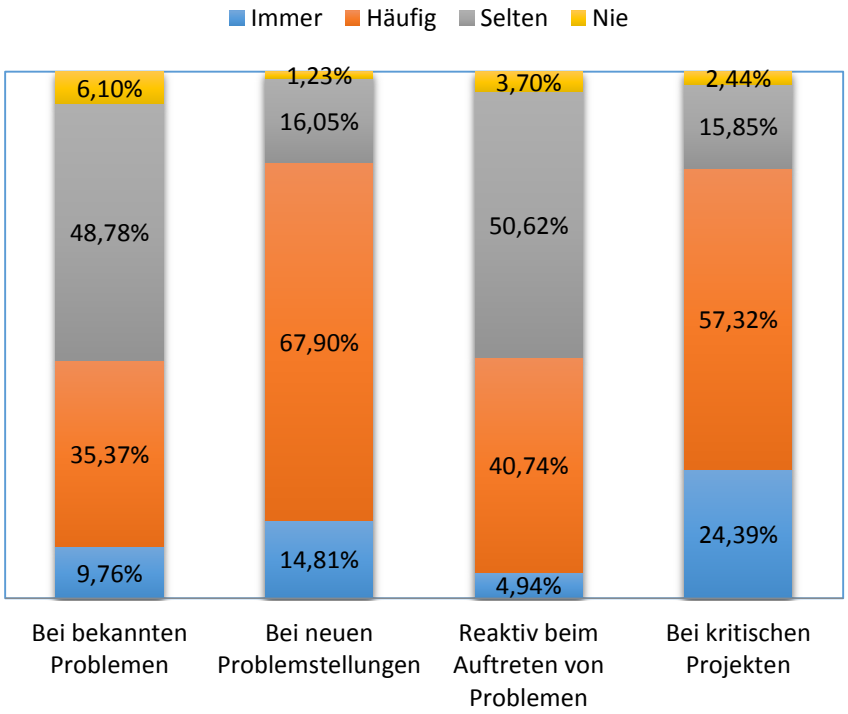


Bild 4: Einsatz von Methoden in Abhängigkeit vom Kontext

Bei Alpha ist eine explizite Nutzung von Methoden in bestimmten Problembereichen selten vorgeschrieben. Nur knapp 24% der Teilnehmenden ist eine solche Vorgabe in bestimmten Bereichen bekannt. Dies verweist auf ein Verbesserungspotenzial: Auch wenn als positive Eigenschaft des Methodenmanagements bei Alpha derzeit die „Freie Wahl der Waffen“ genannt wurde und keine expliziten Vorgaben bezüglich der Methodennutzung existieren, kann dies als Problem verstanden werden. Denn die Problemstellungen in Beratungsunternehmen sollten sich in der „Komfortzone“ [11] befinden und somit mit Methodenwissen bedient werden können. Die Feststellung, dass keine Methode für ein Problem zur Verfügung steht, ist ein wichtiger Indikator und kann ein Auslöser für einen Generierungszyklus von Methodenwissen sein, in dem diese Lücke analysiert und geschlossen wird. Ein Teilnehmender weist darauf hin, dass es im Kontext eines internationalen Beratungsunternehmens auch länderübergreifende, gruppenweite Standards geben kann und dies auch ansatzweise umgesetzt wird.

Grundsätzlich sollte die Methodennutzung den Problemlösungsprozess unterstützen und somit die Arbeit erleichtern. Die Nutzung selbst sollte also einen Mehrwert für den Beratenden bieten, sodass dieser die intrinsische Motivation besitzt, sich der Hilfe von Methoden zu bedienen. Die Personen, die eine primär methodenbasierte Arbeit angaben, bewerteten die Produktivitätssteigerung durch Methodeneinsatz etwas höher als die primär erfahrungsbasiert arbeitenden Beratenden (Differenz knapp 0,22). Auch bei der wahrgenommenen Standardisierung lag eine Differenz von über 0,5 vor. Ein Einflussfaktor könnte hier der empfundene Aufwand der Methodensuche sein. Zwar bewerteten die primär methodenbasiert arbeiteten Beratenden den Aufwand der Suche etwas höher (Differenz knapp 0,27). Dies könnte mit der durch die häufigere Suche bedingten intensiveren Auseinandersetzung erklärt werden. Doch über beide Gruppen hinweg lag hier eine relativ schlechte Bewertung vor (2,62 auf einer Skala von 1 (stimme nicht zu) bis 5 (stimme voll zu)).

Neben der Optimierung der Suche kann auch ein **verbessertes Schulungsangebot** positiven Einfluss auf die Nutzung haben. Bild 5 zeigt die Auswirkungen von als ausreichend wahrgenommenen Schulungen auf die Arbeitsweise (methoden- vs. erfahrungsbasiert) und auf die Kenntnis von Beratungsmethoden und -produkten auf.

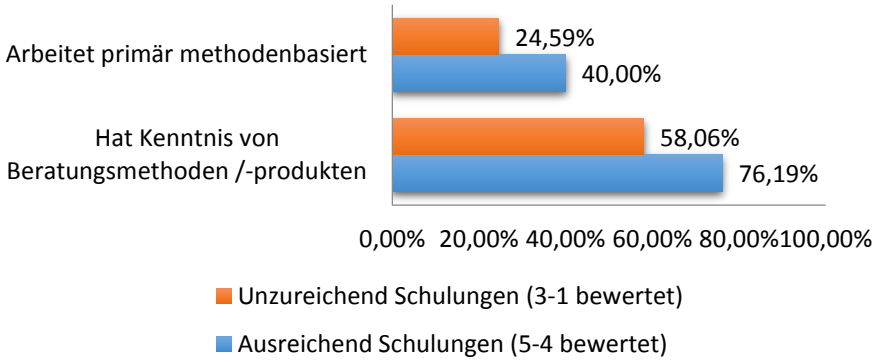


Bild 5: Auswirkung von Schulungen

Ist eine Nutzung von Methoden im Problemkontext der Beratungsprojekte erreicht, so sollten **Reviews** die Erfahrungen und Best Practices festhalten und bereitstellen. Diese Reviews sind bislang jedoch selten fest vorgeschrieben. Nur etwa 25% der Teilnehmenden sind Projektreviews überhaupt bekannt, in denen eine kritische Methodenreflexion durchgeführt wird. Ein solch niedriger Bekanntheitsgrad von Reviews zum Methodeneinsatz erscheint bedenklich.

Diese **kritische Methodenreflexion** sollte in jeden Beratungsprozess fest verankert werden, um somit sukzessive die Qualität der Methoden zu erhöhen, langfristig die Aktualität dieser Informationen zu gewährleisten und die Entwicklung von Beratungsprodukten voran zu treiben. Diese Ansicht vertreten einige Teilnehmer. Bei den Freitextantworten wurde vorgeschlagen, die Aktualisierung des Methodenwissens systematisch in den Projektabschluss zu integrieren (eine Nennung), um somit das bestehende Wissen zu bewahren und weiter zu entwickeln (eine Nennung). Um die Motivation zur Weitergabe selbst erworbenen Wissens zu erhöhen, wurde auch vorgeschlagen, diesbezüglich Anreize zu schaffen (eine Nennung). Dass solche Anreizsysteme tatsächlich eine positive Wirkung haben können, ist im vorherigen Bereich „Entwicklung“ bereits dargelegt worden.

4.5 Zusammenfassung der Verbesserungspotenziale

Die empirische Analyse zeigt einige Verbesserungspotenziale für das Methodenmanagement im betrachteten Unternehmen auf. Zwar war die Studie primär auf den Nutzungszyklus fokussiert, da die Teilnehmenden die Nutzenden der Methoden repräsentieren, doch hat sich gezeigt, dass gerade hier ein großes Verbesserungspotenzial liegt. Das Beratungsunternehmen hat in der Vergangenheit eine große Methodenbasis aufgebaut und auch gezielt Methodenentwicklung betrieben. Aus diesem Grund besteht zunächst kein Mangel an Methodenwissen. Das größte Problem liegt derzeit vielmehr in der gezielten Verteilung dieses Methodenwissens, seinem expliziten Einsatz in den Projekten und seiner kontinuierlichen Pflege und Aktualisierung. Durch eine Konsolidierung der diversen Methodenbasen und durch eine strukturierte Aufbereitung könnte der Aufwand bei der Suche deutlich reduziert werden. Dies hätte in Verbindung mit gezielten Schulungsangeboten und einer expliziten Benennung von Experten eine erhöhte Nutzbarkeit des vorhandenen Methodenwissens zur Folge. Gezielte Anreizsysteme, die Verankerung von kritischen Methodenreflexionen in den Projektreviews und die

Bereitstellung ausreichender Zeitkontingente für diese Aufgabe könnten die Beteiligung an der kontinuierlichen Methoden(weiter-)entwicklung positiv beeinflussen. Auf diese Weise ließen sich die Qualität des Methodenwissens und damit das Interesse und die diesbezügliche Anwendungsbereitschaft der Berater und Beraterinnen verbessern. Es haben sich zudem einige der untersuchten Relationen bewahrheitet. Wahrgenommene Anreizsysteme und ausreichende Zeitkontingente zeigen einen positiven Einfluss auf die Partizipationsbereitschaft an der Methoden(weiter-)entwicklung. Der wahrgenommene Aufwand der Methodensuche hat Einfluss auf die Medienwahl, allerdings wurde keine Auswirkung auf die präferierte Arbeitsweise festgestellt. Zunehmende Berufserfahrung korreliert zwar eher mit einem Rückgang der primär methodenbasierten Arbeit, Schulungen allerdings verbessern die Kenntnis von Beratungsmethoden und -produkten und können so den Anteil des methodenbasierten Arbeitens auch bei dieser Zielgruppe steigern.

5 Diskussion und Limitationen

Die eingangs aus der Literatur abgeleitete Annahme einer großen Relevanz des Methodenmanagements in der Unternehmensberatung ist nach der Auswertung der empirischen Ergebnisse differenziert zu betrachten. Einerseits wird dem Methodenmanagement nur eine mittlere Bedeutung zugemessen, andererseits ist dies jedoch vor dem Hintergrund einer verhältnismäßig schlechten Situation des Methodenmanagements im betrachteten Unternehmen zu beurteilen. Die Teilnehmenden haben deutlich ihren Wunsch nach einer Verbesserung in diesem Bereich zum Ausdruck gebracht.

Die in diesem Artikel vorgestellten Ergebnisse sind insbesondere durch die Beschränkung auf eine Abteilung eines Beratungsunternehmens in ihrer Aussagekraft begrenzt. Ob und in wie weit diese Ergebnisse über den betrachteten Einzelfall hinaus generalisiert werden können, kann ohne weitere Erhebungen in anderen Unternehmen nur abgeschätzt werden. Das in den Befragungen geäußerte Problem des Zeitdrucks wird vielfach in der Literatur als Merkmal der Situation in Beratungsunternehmen geschildert. Insofern ist davon auszugehen, dass auch den Mitarbeitern in anderen Unternehmen der Branche zu wenig Zeit für eine inhaltliche (im Sinne einer Weiterentwicklung von Methoden und einer Projektreflexion) oder strukturelle (im Sinne einer Organisation des Methodenmanagements) Verbesserung des Wissensmanagements zur Verfügung steht. Vereinzelte Initiativen zur Erarbeitung einzelner Methoden oder zur Überarbeitung der Methodenlandschaft können zwar kurzzeitig größere Defizite beheben. Ein strukturiertes und systematisches Wissensmanagement für Beratungsmethoden kann damit allerdings nicht erreicht werden. Einerseits ergibt sich die Notwendigkeit für ein solches Methodenmanagement unmittelbar aus der Bedeutung der Ressource Wissen in der Unternehmensberatung. Andererseits sollte im Sinne eines Lean-Methodenmanagements darauf geachtet werden, dass der betriebene Aufwand den Nutzen nicht übersteigt.

6 Fazit und Ausblick

Ausgangspunkt für diesen Artikel war die Feststellung, dass das Methodenmanagement ein wesentlicher Bestandteil des Wissensmanagements in Unternehmensberatungen ist, der bisher jedoch kaum in wissenschaftlichen Publikationen beschrieben wird. Um diesem Defizit zu begegnen, wurde eine empirische Studie in einer Abteilung eines großen und internationalen IT-Beratungsunternehmens durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass dort eine Vielzahl an Methoden und verschiedene

Methodenmanagementsysteme im Einsatz sind. Darüber hinaus wurde deutlich, dass die Mitarbeiter erheblichen Verbesserungsbedarf im Bereich des Methodenmanagements sehen.

Zukünftig sollten vergleichbare Untersuchungen in anderen Beratungsunternehmen durchgeführt werden, um die Situation bezüglich des Methodenmanagements unternehmensübergreifend besser einschätzen zu können. Die Entwicklung eines Reifegradmodells und entsprechender Kennzahlen können hier mögliche Forschungsziele darstellen. Darüber hinaus erscheint die IT-Unterstützung für das Methodenmanagement im konkreten Fall verbesserungsfähig. Verschiedene Systeme und Ablagen werden hier von Beratern eines Unternehmens unterschiedlich genutzt. Hier wäre zu evaluieren, welche Verbesserungspotenziale in der IT-Unterstützung für die Berater gesehen werden und wie die unterstützenden Systeme besser gestaltet werden können.

7 Literatur

[1] Bätz, V (2001): Internetbasierte Abwicklung von Consulting-Projekten und -Analysen im Umfeld betriebswirtschaftlicher Softwarebibliotheken. Dissertation, Universität Würzburg.

[2] BDU (2012): Facts & Figures zum Beratermarkt 2011/2012. Bundesverband Deutscher Unternehmensberater e.V., Bonn.

[3] Crowther, D; Lancaster, G (2009): Research methods. A concise introduction to research in management and business consultancy. Butterworth-Heinemann, Amsterdam.

[4] Danylec, A (2008): Total-Design-Methode nach Dillmann - Erhöhung der Akzeptanz bei Befragungen. GRIN, München.

[5] Dauer, D; Nissen, V (2007): Wissensmanagement in Beratungsunternehmen. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung deutscher Unternehmensberatungen. Forschungsbericht 2007-001, Technische Universität Ilmenau.

[6] De Lange, A; Smith, W; Taminau, Y (2009): Innovation in management consulting firms through informal knowledge sharing. Journal of Knowledge Management 2009(13): 42-55.

[7] Gable, G; Davenport, T (2004): The IT Consulting Process Through a Knowledge Management Lens. In: *PACIS 2004 Proceedings*, Paper 106.

[8] Grolik, S; Kalmring, D; Lehner, D; Frigerio, C (2003) Analysis of Interrelations Between Business Models and Knowledge Management Strategies in Consulting Firms. In: *ECIS 2003 Proceedings*, Paper 71.

[9] Hammerschall, U (2008): Flexible Methodenintegration in anpassbare Vorgehensmodelle. Dissertation, Technische Universität München.

[10] Hansen, MT; Nohria, N; Tierney T (1999): What's Your Strategy For Managing Knowledge? Harvard Business Review 77(2): 106 - 116.

[11] Hofmann, R (2004): Wissensmanagement in IT-Unternehmensberatungen. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.

[12] Kirsch, W; Eckert, N (2002): Die Strategieberatung im Lichte einer evolutionären Theorie der strategischen Führung. In: Bamberger, I (Hrsg), *Strategische Unternehmensberatung. Konzeptionen, Prozesse, Methoden*. Gabler, Wiesbaden.

[13] Loos, P; Deelmann T (2006): Aufgaben und Herausforderungen der IT-Beratung. In: Lehner F et al. (Hrsg). *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2006*. Passau.

[14] Nissen, V (2005): Entwurf eines Prozessmodells für Beratungsunternehmen. Forschungsberichte zur Unternehmensberatung Nr. 2005-01, Technische Universität Ilmenau.

[15] Nissen, V (2007): Consulting Research – eine Einführung. In: Nissen, V (Hrsg), *Consulting Research – Unternehmensberatung aus wissenschaftlicher Perspektive*. Gabler, Wiesbaden.

[16] Nissen, V (2008): Wissensmanagement in der Unternehmensberatung – Ergebnisse eines empirischen Vergleichs zwischen Strategieberatung und IT-orientierter Beratung. In: Loos, P (Hrsg), *IT-Beratung – Consulting zwischen Wissenschaft und Praxis*. Logos, Berlin.

[17] Peterson, M (2001): Wissensmanagement in der strategischen Unternehmensberatung. Erfolgsfaktoren, Methoden und Konzepte. DUV, Wiesbaden.

[18] Probst, GJB; Raub, S; Romhardt, K (2010): Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler, Wiesbaden.

[19] Reineke, R; Bock, F (2007): Gabler Lexikon Unternehmensberatung. Gabler, Wiesbaden.

[20] SoSci Survey (2013): SoSci Survey. https://www.soscisurvey.de/. Abgerufen am 20.09.2013.

[21] Venkitachalam, K; Scheepers, R; Gibbs, M (2003): Supporting Knowledge Strategy in Consulting Organizations: Codification, Personalization or Both. In: *PACIS 2003 Proceedings*, Paper 85.

Teilkonferenz: Business Intelligence

Das Feld der integrierten Management- und Entscheidungsunterstützung (Business Intelligence, BI) unterliegt derzeit maßgeblichen Transformationen. So halten neue, massiv parallele Architekturkonzepte zum performanten Umgang mit un- und semistrukturierten Daten Einzug in BI-Architekturen („Big Data“), es werden neue analytische Verfahren konzipiert (etwa für das Geschäftsprozessmanagement oder die Bedarfsprognose in volatilen Märkten) oder Ansätze für eine agile BI auf Basis flexibler Architekturen verfolgt. Parallel erfolgt eine Erweiterung des Einsatzgebietes der BI auf immer neue Anwendungsdomänen (u.a. im Energiesektor oder in der Produktion). Den dabei wachsenden Herausforderungen einer integrierten Steuerung der BI wird u.a. mit neuen Ansätzen beim Datenqualitäts- und im Stammdatenmanagement begegnet. Der Track zeigt, dass und wie die BI-Forschung dazu beiträgt, die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einsatz der BI zu durchdringen bzw. diese durch eine aktive gestaltungsorientierte Forschung zu schaffen. Im Rahmen des Tracks „Business Intelligence“ stellen Autorinnen und Autoren in insgesamt 13 Beiträgen ihre Ergebnisse zu den angesprochenen Forschungsbereichen vor. Die adressierten Gebiete thematisieren neben dem neuen Feld „Big Data“ auch klassische Fragestellungen der BI und des Data Warehousing (etwa BI-Architekturen, BI-Datenmodellierung, Erfolgsfaktoren der BI), domänenspezifische BI-Anwendungen sowie das zunehmend an Sichtbarkeit gewinnende Gebiet „Analytics“.

Dezember 2013

Henning Baars

(Teilkonferenzleitung)

Identifikation und Beschreibung von Qualitätsmerkmalen für Produktstammdaten

Günther Schuh

FIR e.V. an der RWTH Aachen, 52074 Aachen, E-Mail: Guenther.Schuh@fir.rwth-aachen.de

Marcel Scheibmayer

FIR e.V. an der RWTH Aachen, 52074 Aachen, E-Mail: Marcel.Scheibmayer@fir.rwth-aachen.de

Abstract

Obwohl viele produzierende Unternehmen bereits Stammdatenmanagement-Programme etabliert haben, zeigen Umfragen, dass Anwender die Qualität der Stammdaten immer noch als schlecht bewerten. Dabei werden insbesondere Diskrepanzen in der Wahrnehmen von Stammdatenqualität zwischen den IT- und den Fachabteilungen deutlich. Diese Arbeit untersucht gängige Modelle zur Beschreibung von Daten- und Informationsqualität und bewertet diese unter Einbezug der Praxis auf ihre Eignung zur Beschreibung von Stammdatenqualität. Anschließend wird ein Modell der zehn wesentlichen Stammdatenqualitätsmerkmale und deren Ausprägungen vorgestellt, das Unternehmen als einheitliche Grundlage zur Ableitung von Qualitätsanforderungen an die Stammdaten dienen kann.

1 Einleitung und Problemstellung

Produzierende Unternehmen sehen sich durch die fortschreitende Globalisierung einer Vielzahl an Herausforderungen ausgesetzt. Einerseits erfordert die Sicherstellung globaler Konkurrenz- und Wettbewerbsfähigkeit die Erfüllung stetig steigender Marktanforderungen, wie die Individualisierung von Produkten oder die Verkürzung von Produktlebens- und Innovationszyklen (vgl. [1], [2]). Andererseits steigt durch die fortschreitende globale Vernetzung die organisatorische Komplexität und Dynamik und führt zu höheren Anforderungen an die Systematik der Planung und Steuerung der Produktionsprozesse (vgl. [3], [4], [5]). Die steigende Komplexität erfordert insbesondere ein effizientes Berichtswesen und Controlling als Grundlage eine proaktive Unternehmensführung. Zu diesem Zweck setzen produzierende Unternehmen auf Business Intelligence (BI) Lösungen. Aktuelle Ansätze arbeiten an der Umsetzung von „Real-Time Business Intelligence“, d.h. der Verwendung von Daten aus den operativen Systemen für das Reporting ohne zeitliche Verzögerung (vgl. [6]).

Voraussetzung für die Realisierung von BI ist eine hohe Datenqualität. Studien zeigen, dass mangelnde Datenqualität weiterhin ein zentrales Problem bei BI-Projekten ist (vgl. [7]). Im Fokus produzierender Unternehmen liegen dabei insbesondere die Produktstammdaten (kurz: Produktdaten), die Informationen über die technischen und kaufmännischen Eigenschaften der Erzeugnisse enthalten und ein Bezugspunkt für Bestands- und Bewegungsdaten sind. Die Referenzierung auf Stammdaten ist Kernbestandteil der modernen Informationsverarbeitung. Durch die konsequente Referenzierung in den Geschäftsprozessen können jedoch bereits singuläre Qualitätsprobleme in einzelnen Datensätzen systematische Auswirkungen auf das Berichtswesen sowie die operativen Prozesse zur Folge haben (vgl. [8]). Folgendermaßen hängt die Effizienz des Berichtswesens und Controllings in großem Maße von der Qualität der Stammdaten ab. Die Realisierung einer unternehmensweiten BI-Lösung bedingt daher hohe Anforderungen an die Qualität der Stammdaten, für deren Gewährleistung die Organisation und nachhaltige Pflege der Stammdaten unabdingbar ist (vgl. [9]).

IT-Leiter haben dies erkannt und messen dem Stammdatenmanagement (SDM) sowie dem Datenqualitätsmanagement über die letzten Jahre eine konstant hohe Bedeutung zu (vgl. [10], [11]). Umfragen zeigen, dass ein Großteil der Unternehmen bereits Stammdatenmanagement-Programme etabliert haben bzw. in der Planung und Umsetzung sind (vgl. [12]). Paradoxerweise zeigen Untersuchungen, dass trotz der hohen Bedeutung in den IT-Abteilungen und dem hohen Umsetzungsgrad von Stammdatenmanagement in Unternehmen Mitarbeiter die Qualität der Stammdaten weiterhin als schlecht einstufen (vgl. [13], [12], [7], [14]). Während Finanz- und Personaldaten aufgrund ihrer sensiblen Natur und den rechtlichen Vorgaben meist als hochwertig erachtet werden, weisen gerade Material- und Produktdaten oft große Mängel auf. Zeitgleich werden gerade diese Daten als besonders relevant erachtet (vgl. [15], [7]). Die Ursache für dieses Paradoxon liegt oft in dem Umstand begründet, dass die Verantwortung für das Stammdatenmanagement in Unternehmen in den meisten Fällen geteilt ist. Während die IT-Abteilungen für die strategischen und taktischen Aufgaben, u.a. die Struktur der Stammdaten, die Umsetzung in den IT-Systemen sowie die generellen Qualitätsvorgaben und Prozesse verantwortlich ist, liegt die Verantwortung für die operativen Aufgaben wie bspw. die Anlage und Aktualisierung der Stammdatensätze bei den Fachabteilungen (vgl. [7], [15]). Dabei besteht eine Diskrepanz in der Wahrnehmung der Stammdatenqualität zwischen den IT- und den Fachabteilungen. Dies liegt darin begründet, dass die Fachabteilungen Datenqualität aus ihrem Nutzungskontext heraus bewerten, IT-Abteilungen in vielen Fällen die Datenqualitätsanforderungen in den Fachprozessen nicht kennen (vgl. [12]). Es fehlt ein einheitliches Verständnis der Anforderungen an die Produktstammdatenqualität zwischen den Datennutzern und den Daten-Architekten.

2 Stand der Wissenschaft und Technik

Es existiert eine Vielzahl von wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten, die sich mit der Beschreibung und Messung von Daten- und Informationsqualität befassen. Eine der ersten und gleichzeitig bedeutendsten Arbeiten im Bereich Datenqualität geht auf WANG U. STRONG zurück, die ein Modell zur Beurteilung von Datenqualität aus insgesamt 15 Qualitätsdimensionen entwickelten, auf denen später der Ansatz des Total Data Quality Management aufgebaut wurde (vgl. [16], [17]). Diese Qualitätsdimensionen finden sich heute größtenteils in den IQ-Dimensionen der Deutschen Gesellschaft für Daten- und Informationsqualität (DGIQ) wieder. Auch andere Autoren wie beispielsweise REDMAN, MILLER, ENGLISH, EPPLER und WÜRTHELE entwickelten in ihren Untersuchungen eigene Rahmen für Daten- und Informationsqualität, die teilweise auf den Modellen von Wang u. Strong aufbauten (vgl. [16], [18], [19], [20], [21], [22]). Diese Modelle werden von anderen Autoren wie bspw. HEINRICH oder KRCMAR aufgegriffen und in allgemeine Rahmenwerke zur Beschreibung und Gestaltung des Daten- und Informationsmanagements eingebettet (vgl. [23], [24]). Auch Ansätze und Rahmenwerke zum Stammdatenmanagement, wie bspw. das Meta-Modell für das Stammdatenmanagement von SCHEMM, bauen auf allgemeinen Modellen zur Beschreibung von Datenqualität auf (vgl. [25]). Jedoch wird bei diesen Untersuchungen keine Stammdaten-spezifische Ausgestaltung dieser Dimensionen angegeben, d.h. es bleibt unklar, welche dieser vielzähligen Dimensionen bzw. Merkmale für Stammdaten tatsächlich relevant sind und welche Ausprägungen es für diese Merkmale gibt.

In diesem Kontext verfolgt diese Arbeit das Ziel, einheitliche Qualitätsmerkmale für Stammdaten zu identifizieren und zu beschreiben. Diese Qualitätsmerkmale sollen zukünftig als Basis zur Bewertung der Produktstammdaten und somit als Grundvoraussetzungen für ein effektives Stammdatenmanagement dienen.

3 Forschungsansatz

Zur Erreichung des Ziels der Identifikation und Beschreibung von Qualitätsmerkmalen für Produktstammdaten wurde ein Vorgehen gewählt, das auf dem systemtechnischen Modellierungsansatz basiert (vgl. [26]). Das Vorgehen orientiert sich an den Phasen der Referenzmodellierung nach SCHÜTTE und besteht aus insgesamt aus 5 Phasen (vgl. [27]). Die erste Phase umfasst die Definition der Problemstellung und Formulierung der Zielsetzung. In der zweiten Phase wurde die Stammdatenverarbeitung in produzierenden Unternehmen basierend auf Literaturrecherchen systematisiert und in einem Ordnungsrahmen abgebildet. In der dritten Phase wurden zunächst allgemeine Merkmale zur Beschreibung von Daten- und Informationsqualität recherchiert. Anschließend wurden diese Merkmale analytisch deduktiv den Elementen des Ordnungsrahmens zugeordnet. Zur Reduktion der Komplexität und Sicherstellung der Handhabbarkeit wurden die gesammelten Qualitätsmerkmale in der vierten Phase für die Stammdatendomäne der Produktdaten evaluiert. Zu diesem Zweck wurden die Merkmale in Experteninterviews mit sechs Anwendern aus dem Maschinen- und Anlagenbau sowie zwei Beratern im Bereich Stammdatenmanagement bewertet und priorisiert (vgl. [26]). Die hoch-priorisierten Qualitätsmerkmale für Produktstammdaten wurden in der fünften Phase detailliert beschrieben, um Ausprägungen ergänzt und abschließend in einem morphologischen Kasten zusammengefasst (vgl. [28]). Das Vorgehen wird in Abbildung 1 dargestellt.

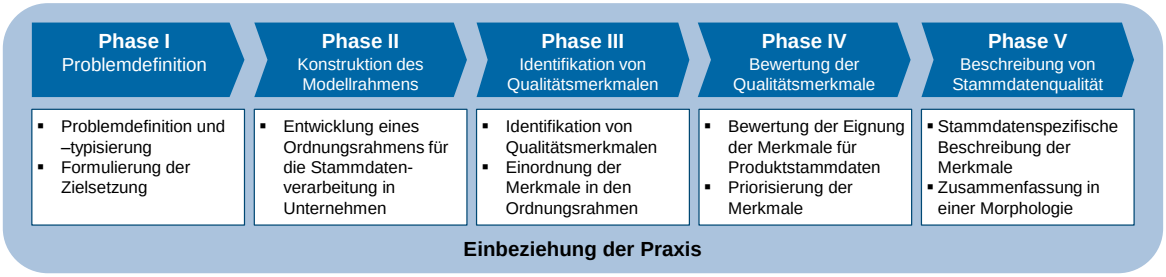


Abbildung 1: Gewählter Forschungsansatz und –vorgehen i.A.a. SCHÜTTE

4 Ordnungsrahmen Stammdatenverarbeitung

Gemäß der ISO Norm zu Qualitätsmanagement wird die Qualität eines Produktes aus der Sicht des Kunden oder aber durch gesetzliche Vorgaben definiert. WANG U. STRONG haben für Informationsprodukte in diesem Zusammenhang den Begriff „Fitness for use“ eingeführt, der sich in der Daten- und Informationsqualitätsforschung durchgesetzt hat. Fitness for use bedeutet, dass die Eignung der Informationen für den jeweiligen Einsatzzweck ausschlaggebend für die Beurteilung der Informationsqualität ist (vgl. [16], [20], [23], [22]). Grundvoraussetzung für die Bestimmung und Beschreibung von Merkmalen für Stammdatenqualität ist somit ein systematisches Verständnis des Einsatzes und der Verarbeitung von Stammdaten in Unternehmen. Nach OTTO hängt die Verarbeitung von Stammdaten in Unternehmen von unternehmensspezifischen Faktoren ab, wie bspw. der Branche, der Aufbau- und Ablauforganisation sowie der IT-Unterstützung (vgl. [29]). Um diese Komplexität beherrschbar zu machen, bedarf es eines Ordnungsrahmens, der die zentralen Elemente der Stammdatenverarbeitung und deren Zusammenhänge darstellt (vgl. [30]). Ordnungsrahmen legen die Sichtweise des Modellierers auf das Objektsystem und Modellsystem sowie das zur Spezifikation verwendete Begriffssystem fest und ist daher Voraussetzung für die Modellierungsaufgabe. Sie unterstützen bei der Beschreibung der realen Welt und schaffen dadurch einen Beschreibungsrahmen über die zu betrachtenden Elemente (vgl. [31]).

Stammdaten beschreiben die wesentlichen Geschäftsobjekte innerhalb eines Unternehmens wie Produkte, Kunden oder Anlagen. Sie zeichnen sich durch ihre existenzielle Unabhängigkeit von anderen betrieblichen Datenarten sowie durch ihre Eigenschafts- bzw. Zustandsorientiertheit aus. Stammdaten lassen sich in Stammdatendomäne (oder Objektgruppen), wie bspw. Produkte oder Geschäftspartner unterteilen und in die Elemente Objekt, Segment und Merkmal strukturieren (vgl. [25], [30]). Die Verarbeitung von Stammdaten lässt sich in Anlehnung an den Informationsverarbeitungsprozess nach NADJA in die Phasen der Stammdatenentstehung, Stammdatenverwaltung und Stammdatenverwendung unterteilen (vgl. [32], [23]).

Die Phase der Stammdatenverwendung umfasst sowohl die Verarbeitung der Stammdaten durch den Anwender als auch ihre Weitergabe. Während der Stammdatenentstehung werden Objektinformationen produziert, die reale, den Stammdaten zugrunde liegenden Objekte beschreiben. In diesem Zusammenhang liegt der Fokus auf der Erfassung der reinen Informationen, unabhängig von den späteren Ablagestrukturen. Jede Objektinformation hat ihren Ursprung in einer Quelle. Quellen sind natürliche Personen oder technische Einrichtungen, die Objektinformationen liefern (vgl. [23], [33]). Der Begriff Quelle beschreibt somit lediglich den Ursprungsort der Informationen, macht aber keine Aussage über Verantwortlichkeit oder Zuständigkeit.

In der Phase Stammdatenverwaltung werden die während der Stammdatenentstehung erfassten Objektinformationen in den Stammdaten abgebildet. Im Allgemeinen bedeutet die Abbildung von

realen Objekten eine Kanalisierung der Objektinformationen in die dafür vorgesehenen Datenstrukturen. Stammdaten werden in Datenhaltungssystemen gespeichert. Nach FERSTL UND SINZ sind Datenhaltungssysteme Teil der Backend-Architektur, in der betriebliche Daten bedarfsgerecht verwaltet, vorgehalten und bereitgestellt werden, unabhängig von der zugrunde liegenden Datenstruktur (vgl. [31]). Weiterhin werden die Stammdaten von Stammdaten-Managern verwaltet. Stammdaten-Manager sind organisatorische Rollen, die für alle Aufgaben der Pflege der Stammdaten verantwortlich sind (vgl. [25]). OTTO unterscheidet weiterhin zwischen fachlicher und technischer Verantwortlichkeit unterschieden (vgl. [29]).

In der anschließenden Phase der Stammdatenverwendung werden die Stammdaten von Anwendungssystemen zur Steuerung der Geschäftsprozesse eingesetzt. Ein Geschäftsprozess ist eine Abfolge von zeitlich und sachlich zusammenhängenden Funktionen zur Erstellung eines betriebswirtschaftlich relevanten Ergebnisses (vgl. [34]). Die Steuerung von Geschäftsprozessen durch Stammdaten kann dabei durch direkte Verwendung geschehen (z.B. bei der Prüfung eines Produkts durch Zugriff auf die entsprechenden Produktinformationen im Materialstamm), als auch durch die Verwendung von Bewegungs- und Bestandsdaten, die wiederum auf Stammdaten referenzieren (vgl. [25]). Anwendungssysteme sind betriebliche Software, die für einen bestimmten Einsatzzweck im Unternehmen bereitgestellt werden, um durch ihren Funktionen Mitarbeiter in ihren Aufgaben zu unterstützen (vgl. [23], [31]). Als typische Funktionalitäten von Anwendungssystemen in Bezug auf Stammdaten beschreibt OTTO u.a. die Anlage, das Auslesen, die Manipulation sowie das Löschen (vgl. [35]: 404 ff.). Neben den Stammdaten verwenden Anwendungssysteme ebenfalls Bewegungs- und Bestandsdaten zur Steuerung der Geschäftsprozesse. Anwendungssysteme werden von Mitarbeitern und Führungskräften genutzt, die in den Geschäftsprozessen arbeiten in dem jeweiligen Prozesskontext eine bestimmte Rolle einnehmen und damit verbundene Aufgaben und Verantwortlichkeiten übernehmen. Sie sind somit Empfänger bzw. Adressat der Objektinformationen, die diese zur Weiterverarbeitung in ihrem jeweiligen Prozesskontext innerhalb des Unternehmens benötigen (vgl. [30]).

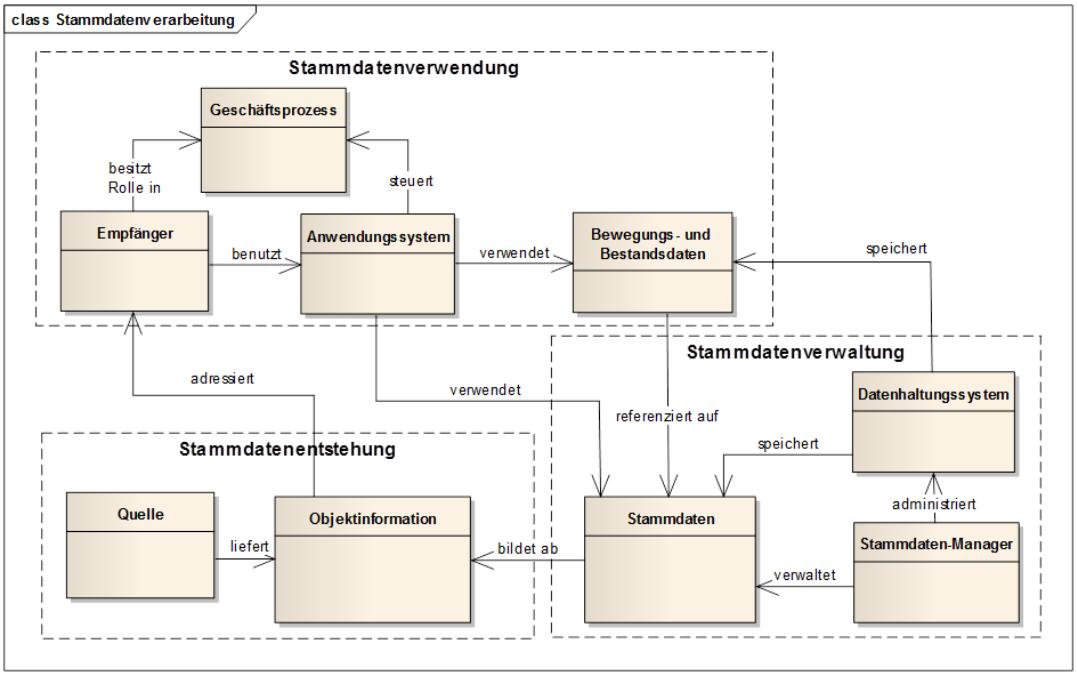


Abbildung 2: Ordnungsrahmen für die Stammdatenverarbeitung in Unternehmen

Die beschriebenen Elemente sowie die Relationen zwischen diesen bilden den Ordnungsrahmen der Stammdatenverarbeitung für die weiteren Untersuchungen. Der Ordnungsrahmen wird in Abbildung 2 in Form eines UML-Klassendiagramms dargestellt.

5 Qualitätsmerkmale für Stammdaten

5.1 Identifikation geeigneter Qualitätsmerkmale für Stammdaten

Basierend auf diesem Ordnungsrahmen wurden in Phase 3 des Vorgehens durch Literaturrecherchen insgesamt 19 verschiedene Ansätze zur Beschreibung von Daten- und Informationsqualität[1] untersucht. Dabei lag der Fokus auf der Identifizierung von Merkmalen, die sich generell für die Beschreibung von Stammdatenqualität in Bezug auf die Systemelemente eignen. Diese Merkmale wurden analytisch deduktiv den Elementen des Ordnungsrahmens zugeordnet. Beispielsweise kann die Verständlichkeit einer Information nur durch den Empfänger beurteilt werden. Somit besteht ein Bezug zwischen diesem Qualitätsmerkmal und dem Element „Empfänger“.

Das Ergebnis dieser Untersuchung sind insgesamt 22 Merkmale, die einen Bezug zu den Elementen der Stammdatenverarbeitung aufweisen. Diese Merkmale sind generell für die Beschreibung von Stammdatenqualität geeignet und sollen im weiteren Verlauf der Untersuchungen näher betrachtet werden. Abbildung 3 fasst das Ergebnis dieser Untersuchung als UML-Klassendiagramm zusammen.

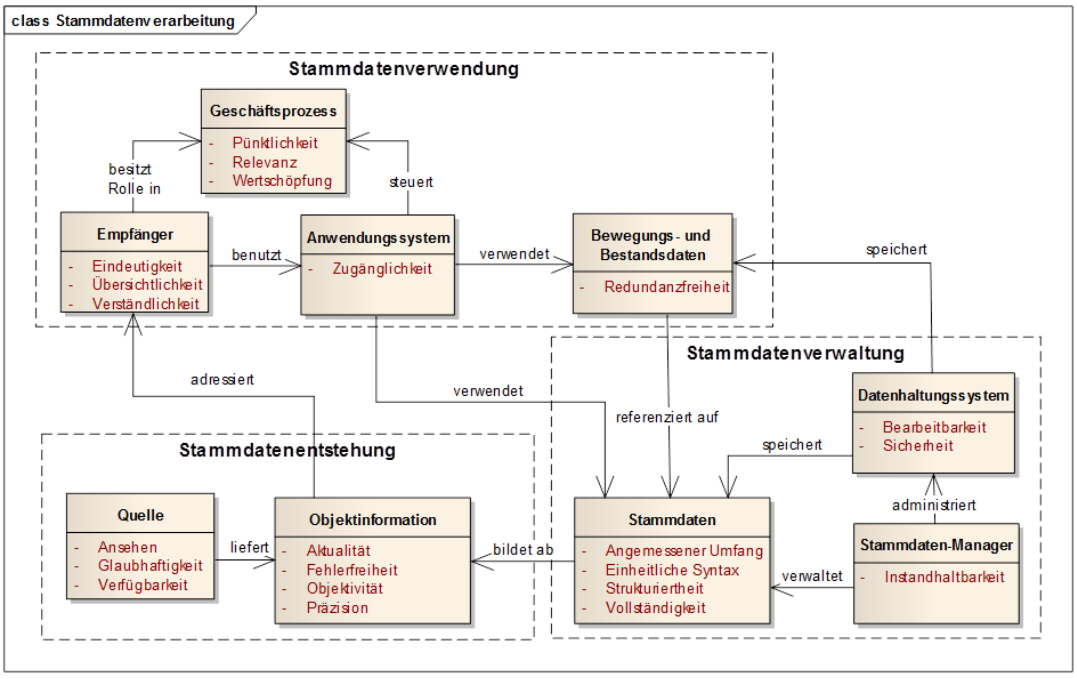


Abbildung 3: Einordnung der Qualitätsmerkmale in den Ordnungsrahmen

5.2 Bewertung und Priorisierung der allgemeinen Qualitätsmerkmale

Die gelisteten Kategorien und Merkmale bilden einen Maximalkatalog, der generell zur Beschreibung von Stammdatenqualität für alle Stammdatendomänen geeignet ist. Gespräche mit Anwendern ergaben jedoch, dass eine Betrachtung aller Merkmale dieses Katalogs aufgrund der *großen Anzahl* nicht praktikabel ist. Gemäß den Aussagen der Anwender sind maximal zehn Merkmale je

[1] [16], [18], [19], [36], [20], [37], [38], [39], [21], [40], [23], [41], [22], [42], [43], [44], [45], [46], [47]

Stammdatendomäne handhabbar. Auf Grund der mangelnden Handhabbarkeit ist eine Reduktion der Merkmale mit Fokus auf die Domäne der Produktdaten notwendig. Die Reduktion der Merkmale geschieht in Anlehnung an den Problemlösungszyklus nach HABERFELLNER durch die Bewertung der Merkmale sowie durch die Entscheidung, welche Merkmale im weiteren Verlauf der Untersuchungen fokussiert werden (vgl. [26].

Nach HABERFELLNER werden Bewertungskriterien benötigt, „*die zum Ausdruck bringen, welche Eigenschaft oder Wirkungen als wesentlich erachtet werden* (vgl. [26]). Die Relevanz eines Qualitätsmerkmals kann somit über die entstehenden informationelle Schwachstellen und prozessualen Probleme bewertet werden, die bei einer negativen Stammdatenqualität in diesem Merkmal entstehen (vgl. [48]). Das Bewertungskriterium ist somit die Häufigkeit des Eintretens von Problemen in der jeweiligen Qualitätsdimension sowie der Aufwand für die Behebung des entstandenen Schadens. Als Bewertungsschema wurde eine Ordinalskala für die Bewertung der potenziellen prozessualen Auswirkungen gewählt (vgl. [26]).

Auf Basis dieser Kriterien wurden die Qualitätsmerkmale für die Stammdatendomäne der *Produktdaten* in insgesamt acht strukturierten Experteninterviews bewertet. Der Expertenkreis setzte sich aus sechs Anwendern von Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus, sowohl KMU als auch Konzernen, sowie zwei Beratern im Bereich Stammdatenmanagement zusammen. Die Interviews wurden in jeweils 2-stündigen Workshops durchgeführt, in denen zunächst ein gemeinsames Verständnis der Qualitätsmerkmale aufgebaut wurde und anschließend die Bewertung selbstständig durch die Anwender vorgenommen wurde. Auf der Grundlage der Bewertung wurde anschließend eine Priorisierung der Merkmale vorgenommen. Gemäß der Anforderung nach Handhabbarkeit wurden nur die hochpriorisierten Merkmale für die weiteren Untersuchungen berücksichtigt. Dabei ergeben sich für die Stammdatendomäne Produkte genau zehn Stammdatenqualitätsmerkmale, die in Abbildung 4 dargestellt und im Folgenden beschrieben werden.

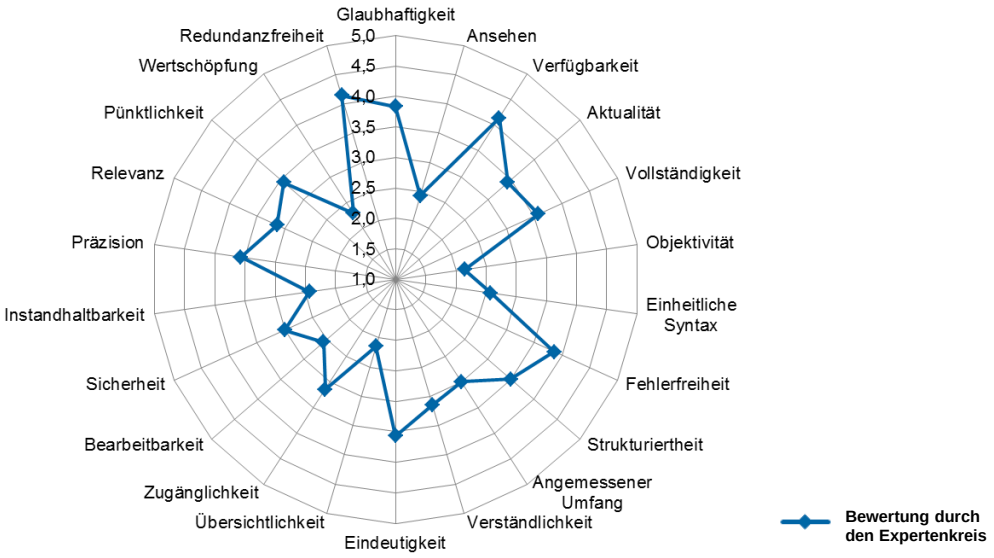


Abbildung 4: Ergebnis der Bewertung der Qualitätsmerkmale durch den Expertenkreis

5.3 Beschreibung der ausgewählten Qualitätsmerkmale für Produktstammdaten

Die ausgewählten Stammdatenqualitätsmerkmale werden im Folgenden durch die Angabe von Produktdaten-spezifischen Definitionen weiter konkretisiert. Neben einer eindeutigen Begriffsbestimmung umfassen die Definitionen Ausprägungen für niedrige und hohe Anforderungen

an das jeweilige Merkmal. Die Merkmale lassen sich gemäß ihrer Einordnung in die Stammdatenverarbeitung in 6 verschiedene Kategorien unterteilen: herkunftsbezogene Merkmale, objektbezogene Merkmale, strukturbezogene Merkmale, empfängerspezifische Merkmale, prozessbezogene Merkmale und systembezogene Merkmale.

In die Kategorie der herkunftsbezogenen Merkmale fallen die Glaubhaftigkeit und die Verfügbarkeit. **Glaubhaftigkeit** (engl.: *believability*) beschreibt das Maß, in dem Informationen als wahr und zuverlässig angesehen werden (vgl. [16], [39]). Die Glaubhaftigkeit von Informationen ist direkt abhängig von der Glaubhaftigkeit der Informationsquelle und kann sich daher sowohl auf ganze *Stammdatenobjekte*, als auch auf *Stammdatensegmente* oder *Merkmale* beziehen. Weiterhin ist Glaubhaftigkeit ist ein subjektives Maß, das sich nicht absolut bewerten lässt (vgl. [21]). Aufgrund dieser Subjektivität ist es nicht zweckmäßig, für das Merkmal Glaubhaftigkeit nominale Ausprägungen der Form „nicht glaubhaft“ bis „sehr glaubhaft“ zu formulieren. Sinnvoller ist es, praxistaugliche Indikatoren für die Glaubhaftigkeit von Objektinformationen zu identifizieren. Allgemeine Indikatoren für hohe Glaubhaftigkeit sind Zertifikate, die einen hohen Qualitätsstandard ausweisen, sowie der Aufwand, der für die Informationsgewinnung, –verbreitung und -überprüfung betrieben wurde (vgl. [19], [44]). Das Merkmal **Verfügbarkeit** (engl.: *availability*) beschreibt, inwiefern Informationen in einer geforderten Zeitspanne zur Verfügung stehen (vgl. [16], [21]). Die Verfügbarkeit von Objektinformationen ist dabei direkt abhängig von der Verfügbarkeit der der Informationsquelle, die die Information liefert. Für Stammdaten kann sich die Verfügbarkeit sowohl auf *Stammdatenobjekte*, *Stammdatensegmente* als auch auf einzelne *Merkmale* beziehen. Ein Maß für die zeitliche Verfügbarkeit ist die Wartezeit zwischen dem Zeitpunkt der Informationsanforderung und der Bereitstellung durch die Quelle. Für Objektinformationen sind nach Ansicht der befragten Anwender die folgenden Ausprägungen sinnvoll: *Einmalig verfügbar*, *verfügbar mit hoher Wartezeit*, *verfügbar mit geringer Wartezeit* und *verfügbar in Echtzeit*.

Die Kategorie der objektbezogenen Merkmale beschreibt die semantischen Aspekte der Stammdatenqualität. Die Bewertung ergab, dass für die Beschreibung von Produktstammdatenqualität in dieser Kategorie die Merkmale Aktualität, Fehlerfreiheit und Präzision relevant sind. **Aktualität** (engl: *currency* oder *timeliness*) beschreibt den Grad, zu dem Informationen zu einem bestimmten Zeitpunkt der Realität entsprechen (vgl. [16], [38], [39]). Sie bezieht sich auf die Zeitdimension der Anpassung von Informationen an Änderungen in der realen Welt (vgl. [44]). Aktualität bezieht sich daher i.A. auf *Stammdatensegmente* oder auf einzelne *Merkmale*, wie bspw. den Preis von Produkten. Vor dem Hintergrund der rein zeitlichen Betrachtung der Aktualität liegt es nahe, die Objektinformationen nach dem Alter der Stammdaten einzuordnen. **Fehlerfreiheit** (engl.: *correctness*) beschreibt, inwiefern Daten und Informationen korrekt und frei von Fehlern sind (vgl. [16], [39], [22]). Fehlerfreiheit besitzt sowohl eine semantische als auch eine syntaktische Perspektive (vgl. [41]). Die semantische Perspektive umfasst die inhaltliche Fehlerfreiheit einer Information. Da in Datenhaltungssystemen abgelegte Daten und Informationen zwangsläufig eine Vergröberung der Realität darstellen, wird die inhaltliche Fehlerfreiheit i.A. als Widerspruchsfreiheit der abgebildeten Objekteigenschaften zur Realität aufgefasst ([44]). Demgegenüber kann die syntaktische Fehlerfreiheit von Daten und Informationen anhand des zugrundeliegenden Sprach- und Struktursystems sowie des Regelwerks bewertet werden (vgl. [41]). Gemäß dieser Definition wird die Fehlerfreiheit auf *Merkmalsebene* bewertet und es kann für Stammdaten zwischen fehlertoleranten, syntaktischer Fehlerfreiheit und semantischer Fehlerfreiheit unterschieden werden. **Präzision** (engl. *accuracy*) beschreibt den Grad, zu dem Information die Realität abbilden (vgl. [19], [38], [22]). Im Gegensatz zum Merkmal Fehlerfreiheit fokussiert die Präzision den Detaillierungsgrad und nicht die Korrektheit

der abgebildeten Realität (vgl. [22], [44]). Dabei wird ebenfalls vorausgesetzt, dass die durch Stammdaten abgebildeten Objektinformationen zwangsläufig eine Vereinfachung der Realität sind. Stammdaten sind somit im Sinne dieser Arbeit präzise, wenn die Objektinformationen die Eigenschaften der zugrundeliegenden realen Objekte im richtigen Detaillierungsgrad abbilden. Der Detaillierungsgrad bezieht sich dabei auf die Abbildung von Informationen in den *Merkmalen* und steht in Abhängigkeit von den Informationsbedarfen der verschiedenen Anspruchsgruppen an die Stammdaten (vgl. [23]). Somit kann im Allgemeinen zwischen einem niedrigen und einem hohen Detaillierungsgrad unterschieden werden.

Die strukturbezogenen Merkmale fokussieren primär die syntaktischen Aspekte der Stammdatenqualität, d.h. der den Stammdaten zugrunde liegende Sprache, Regeln und Struktur. Die Bewertung durch Anwender ergab, dass für Produktstammdaten in dieser Kategorie die Merkmale Strukturiertheit und Vollständigkeit relevant sind. **Vollständigkeit** (engl.: *completeness*) beschreibt, inwiefern die dafür vorgesehenen Informationen in einem Datensatz vorhanden sind (vgl., [18], [38], [21]). Im Rahmen dieser Arbeit bezieht sich die Vollständigkeit explizit auf das Vorhandensein von Stammdatensätzen sowie deren Inhalt und nicht darauf, ob alle relevanten Informationen in der Struktur des Datensatzes abgebildet sind. Das Merkmal bezieht sich somit sowohl auf *Stammdatenobjekte*, als auch auf *Stammdatensegmente* und *Merkmale*. Die Anforderung, auf welcher dieser Ebenen eine Vollständigkeit gefordert wird, ist gleichzeitig die Ausprägung dieses Merkmals. **Strukturiertheit** (engl.: *Structuredness*) beschreibt den Grad, in dem ein System durch ein einheitliches Muster zur Organisation ihrer unabhängigen Bestandteile beschrieben werden (vgl. [49]). Im Kontext von Daten und Informationen entspricht das Muster einem einheitlichen Datenformat bzw. einer einheitlichen Datenstruktur (vgl. [16], [41], [44]). Per Definition handelt es sich bei Stammdaten bereits um strukturierte Daten. Das Merkmal Strukturiertheit ist dahingehend als eine weitere Detaillierung bzw. Konkretisierung der Stammdaten zu verstehen und bezieht sich auf die einheitliche Abbildung der Objektinformationen durch das Datenschema, d.h. die Stammdatenstruktur (vgl. [41]). Hierbei kann zwischen *unterschiedlichen Graden der Strukturiertheit* unterschieden werden. Folglich erfordert die Strukturiertheit, dass einheitliche *Segmente*, *Merkmale* und *Merkmalsausprägungen* zur Beschreibung der *Stammdatenobjekte* verwendet werden.

Prozessbezogene Merkmale bewerten die Stammdatenqualität vor dem Hintergrund des Stammdateneinsatzes in einem spezifischen Prozesskontext. Gemeinsam mit den empfängerspezifischen Merkmalen bedient diese Kategorie den Aspekt der *Pragmatik*. Die Bewertung durch Anwender ergab, dass in dieser Kategorie für die Produktdaten lediglich das Merkmal der Pünktlichkeit relevant ist. **Pünktlichkeit** (engl.: *timeliness*) beschreibt, inwiefern Informationen zum richtigen Zeitpunkt im Prozess bereitstehen ([22], [44]). Pünktlichkeit beschreibt den zeitlichen Aspekt des Merkmals Vollständigkeit und wird daher in vielen Ansätzen dieser Kategorie zugeordnet (vgl. [41], [44]). Demnach bezieht sich die Pünktlichkeit gemäß dieser Definition sowohl auf *Stammdatenobjekte* als auch auf *Stammdatensegmente* und *Merkmale*. Für Produktstammdaten ist nach Anwendermeinung eine Unterscheidung nach verzögerungstolerant, taktgebend und just-in-time sinnvoll.

Die Kategorie der systembezogenen Merkmale umfasst diejenigen Merkmale, welche die Qualität des IT-Systems beschreiben, in dem die Stammdaten gespeichert und verwaltet werden. Eine Bewertung von Stammdatenqualität in diesen Merkmalen bewertet somit immer das zugrunde liegende IT-System. Bei der Expertenbewertung hat sich lediglich das Merkmal der Redundanzfreiheit als relevant für die Produktdaten herausgestellt. **Redundanzfreiheit** (engl.: *redundance-free* oder *consistency*) beschreibt das Maß, zu dem ein Datenbestand frei von Redundanzen ist (vgl. [21]). Redundanzfreiheit

ist die Grundvoraussetzung für einen konsistenten Datenbestand, d.h. die Widerspruchsfreiheit der Daten in sich (vgl. [38], [22], [21]). Im Kontext von Stammdaten kann sich die Redundanzfreiheit sowohl auf *Stammdatenobjekte* als auch auf *Merkmale* beziehen. Redundanz in den Stammdatenobjekten wird i.A. als Dubletten bezeichnet. Dubletten sind Stammdatensätze mit gleichem Inhalt, die mehrfach im IT-System vorkommen, z.B. aufgrund unterschiedlicher Schreibweisen oder Fehler in der Objektbezeichnung. Im Gegensatz dazu bedeutet Redundanzfreiheit auf Merkmalsebene, dass Informationen nicht in mehr als einem Merkmal abgebildet werden. Im Kontext dieser Arbeit werden Redundanzen auf Merkmalsebene jedoch vernachlässigt und der Fokus auf *die Redundanzfreiheit von Stammdatenobjekte* gelegt. In diesem Kontext kann bei Produktstammdaten zwischen *tolerierter Redundanz*, *kontrollierter Redundanz* und *Redundanzfreiheit* unterschieden werden.

Neben den prozessbezogenen Merkmalen fokussiert auch die Kategorie der empfängerspezifischen Merkmale den Aspekt der Pragmatik. Dabei wird der Kontext durch die Erfahrungen, Fähigkeiten und Empfindungen des Anwenders definiert. In dieser Kategorie wurde das Merkmal Eindeutigkeit als besonders relevant für die Produktdaten bewertet. **Eindeutigkeit** (engl.: *uniqueness* oder *interpretability*) beschreibt den Grad, zu dem eine Information durch alle Empfänger gleich verstanden wird (vgl. [16], [39], [21], [44]. Der Fokus liegt somit auf dem Empfänger der Information, da nur dieser bestimmen kann, ob die Information vor dem Hintergrund seiner Erfahrungen und seinem Wissen, d.h. seiner Fachkompetenz eindeutig sind. Im Kontext von Stammdaten bezieht sich die Eindeutigkeit auf den Inhalt der Objektinformationen auf *Merkmalsebene* und nicht auf die Darstellung der Informationen. Dies umfasst die zur Beschreibung der Objektinformationen verwendeten *Sprachen*, *Zeichen*, *Maßeinheiten* und *Definitionen*. Eindeutigkeit ist somit eine Grundvoraussetzung für zentralisierte Stammdatenbestände. Produktstammdaten können somit *interpretierbar*, *lokal normiert* oder *global normiert* sein.

Glaubhaftigkeit	**ungeprüft**	**verifiziert**	**zertifiziert**	
Verfügbarkeit	**einmalig verfügbar**	**hohe Wartezeit**	**niedrige Wartezeit**	**Echtzeit**
Aktualität	**jahres-aktuell**	**monats-aktuell**	**wochen-aktuell**	**tages-aktuell**
Fehlerfreiheit	**fehlertolerant**	**syntaktisch fehlerfrei**	**inhaltlich fehlerfrei**	
Präzision	**niedriger Detaillierungsgrad**	**hoher Detaillierungsgrad**		
Vollständigkeit	**Objektebene**	**Segmentebene**	**Merkmalsebene**	
Strukturiertheit	**unstrukturiert**	**schwach strukturiert**	**stark strukturiert**	
Pünktlichkeit	**verzögerungstolerant**	**taktgebend**	**just-in-time**	
Redundanz-freiheit	**tolerierte Redundanz**	**kontrollierte Redundanz**	**redundanzfrei**	
Eindeutigkeit	**interpretierbar**	**lokal normiert**	**global normiert**	

Abbildung 5: Morphologie zur Beschreibung von Produktstammdatenqualität

Abbildung 5 fasst die herkunfts-, objekt-, struktur-, prozess- und systembezogenen sowie empfängerspezifischen Merkmale zur Beschreibung von Produktstammdatenqualität in einem morphologischen Kasten zusammen. Der morphologische Kasten ist ordinär skaliert, d.h. die links angeordneten Ausprägungen beschreiben die niedrigste Stufe der jeweiligen Qualitätsdimension während die rechts angeordneten Ausprägungen die höchste Stufe beschreiben.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse der Untersuchungen legen nahe, dass die identifizierten Qualitätsmerkmale und -ausprägungen zur Beschreibung von Produktstammdatenqualität geeignet sind. Der auf dieser Basis erstellte morphologische Kasten versetzt Unternehmen in die Lage, die Anforderungen an die Qualität von Produktdaten auf Objekt-, Segment- und Merkmalsebene einheitlich und strukturiert zu beschreiben. Die erarbeiteten Modelle wurden unter Einbezug der Praxis entwickelt und anhand realer Unternehmen validiert. Der nächste Schritt dieser Forschungen ist es nun abzuleiten, welche konkrete Ausprägung in jeder Dimension ein spezifisches Unternehmen geeignet ist, d.h. welche Zielgrößen für diese Qualitätsmerkmale abhängig vom Unternehmenstyp existieren. Zu diesem Zweck müssen zunächst Unternehmensmerkmale bestimmt werden, welche die Anforderungen an die Stammdatenqualität beeinflussen (sog. Einflussfaktoren). Anschließend die Wirkung der Einflussfaktoren auf die Anforderungen an die Qualitätsmerkmale erklärt werden und eine entsprechende Logik abgebildet werden. Auf diese Art entsteht eine Methodik, die Unternehmen hilft, vor dem Hintergrund ihrer ganz spezifischen Situation geeignete Zielgrößen für die Stammdatenqualität abzuleiten.

7 Literatur

[1] Schuh, G., Stich, V., Schmidt, C. (2008): Produktionsplanung und -steuerung in Logistiknetzwerken. In: Beiträge zu einer Theorie der Logistik, Hg. Nyhuis, P., Berlin, Springer, S. 249–73

[2] ElMaraghy, H., Azab, A., Schuh, G., Pulz, C. (2009): Managing variations in products, processes and manufacturing systems. In: CIRP Annals - Manufacturing Technology, S. 441–46

[3] Schuh, G., Bauhoff, F., Brosze, T., Fuchs, S., Hering, N., Potente, T., Runge, S., Schürmeyer, M. (2011): Integratives, hochauflösendes Supply Chain Management. In: Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer, Hg. Brecher, C., Berlin, Heidelberg, Springer, S. 797–849

[4] Westkämper, E., Zahn, E. (2009): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen. Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag

[5] Nyhuis, P., Klemke, T., Wagner, C. (2010): Wandlungsfähigkeit. Ein systematischer Ansatz. In: Wandlungsfähige Produktionssysteme, Hg. Nyhuis, P., Berlin, GITO, S. 3–21

[6] Bitterer, A., Schlegel, K., Hostmann, B., Gassman, B., Beyer, M. A., Herschel, G., Radcliffe, J., White, A., Payne, T., Andrews, W., Newman, D. (2007): Hype Cycle for Business Intelligence and Performance Management.

[7] Mack, M., Grosser, T., Bange, C. (2011): Datenqualitätsmanagement: Organisation und Initiativen. BARC Institut, Würzburg, unveröffentlicht

[8] Fleisch, E., Fuchs S., Gottschalk S. Güthenke T. Höhne T. Jacobs F. . &. Schuh G. (2008): High Resolution Production Management. Auftragsplanung und Steuerung in der Individualisierten Produktion. In: Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik: Aachener Perspektiven., Hg. Brecher, C., Aachen, Apprimus-Verlag, S. 451–71

[9] Seufert, A., Oehler, K. (2009): Grundlagen Business intelligence. Stuttgart, Berlin, Steinbeis-Ed, 1. Aufl.

[10] Dumslaff, W., Lempp, P. (2010): IT-Trends 2010. Strategisch planen, kurzfristig umsetzen. Capgemini Deutschland Holding GmbH, Berlin, Wien, Zürich, unveröffentlicht

[11] Dumslaff, W., Lempp, P., Heimann, T. (2013): IT-Trends 2013. Strategisch planen, kurzfristig umsetzen. Capgemini Deutschland Holding GmbH, Berlin, Wien, Zürich, unveröffentlicht

[12] Rizy, C., Feil, S., Sniderman, B., Hall, M. E. (2010): Managing Information in the Enterprise: Perspectives for Business Leaders, New York

[13] Meister, D. (2006): The Cost of Poor Data Quality. How to make better business decisions and positively affect your bottom line, London (Kanada)

[14] Forrester Research (2011): Trends In Data Quality And Business Process Alignment, Cambridge

[15] Messerschmidt, M., Stüben, J. (2011): Verborgene Schätze - Eine internationale Studie zum Master-Data-Management.

[16] Wang, R. Y., Strong, D. (1996): Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Customers. Journal of Management Information Systems(Vol. 12), S. 5–34

[17] Wang, R. Y. (1998): A product perspective on total data quality management. Communications of the ACM (CACM)(41), S. 58–65

[18] Redman, T. C. (1996): Data Quality for the Information Age. Norwood, MA, Artech House Inc., 1. Aufl.

[19] Miller, H. (1996): The multiple dimensions of information quality. Information Systems Management(Vol. 13 No. 2), S. 79–82

[20] English, L. P. (1999): Improving Data Warehouse and Business Information Quality. Methods for Reducing Costs and Increasing Profits. Canada, John Wiley & Sons, Inc., 1. Aufl.

[21] Würthele, V. G. (2003): Datenqualitätsmetrik für Informationsprozesse. Dissertation, eidgenössische technische Hochschule Zürich, Zürich

[22] Eppler, M. J. (2006): Managing Information Quality. Increasing the Value of Information in Knowledge-intensive Products and Processes. Heidelberg, Springer, 2. Aufl.

[23] Krcmar, H. (2005): Informationsmanagement. Berlin, Heidelberg, Springer, 4. Aufl.

[24] Heinrich, L., Lehner, F. (2005 // 2002): Informationsmanagement. Planung, Überwachung und Steuerung der Informationsinfrastruktur. München Wien, Oldenbourg, 8 // 7

[25] Schemm, J. W. (2009): Zwischenbetriebliches Stammdatenmanagement. Lösungen für die Datensynchronisation zwischen Handel und Konsumgüterindustrie. Berlin Heidelberg, Springer

[26] Haberfellner, R., Fricke, E., Weck, O. de, Vössner, S. (Hg.) (2012): Systems Engineering. Grundlagen und Anwendung. Zürich, Orell Füssli Verlag, 12. Aufl.

[27] Schütte, R. (1998): Grundsätze ordungsgemäßer Referenzmodellierung. Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Wiesbaden, Gabler

[28] Zelewski, S.: Grundlagen. In: Corsten, Reiß (Hg.) 2008 – Betriebswirtschaftslehre 1, S. 1–98

[29] Otto, B., Kokemüller, J., Weisbecker, A., Gizantis, D. (2011): Stammdatenmanagement: Datenqualität für Geschäftsprozesse. In: Stammdatenmanagement, Hg. Hildebrand, K., Otto, B. et al., Heidelberg, dpunkt-Verl., S. 5–16

[30] Scheuch, R., Gansor, T., Ziller, C. (2012): Master Data Management. Strategie, Organisation, Architektur. Heidelberg, dpunkt.verlag GmbH, 1. Auflage

[31] Ferstl, O. K., Sinz, E. J. (2008): Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. München, Oldenbourg Verlag, 6. Aufl.

[32] Nadja, L. (2001): Informations- und Kommunikationstechnologie in der Unternehmensberatung: Möglichkeiten, Wirkungen und Gestaltung des Einsatzes. Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag, 1. Aufl.

[33] Dinter, B., Winter, R. (Hg.) (2008): Integrierte Informationslogistik. Berlin Heidelberg, Springer, 1. Aufl.

[34] Heinrich, L. J., Heinzl, A., Riedl, R. (2011): Wirtschaftsinformatik. Einführung und Grundlegung. Berlin [u.a.], Springer, 4. Aufl.

[35] Otto, B., Hüner, K. M., Österle, H. (2012): Toward a functional reference model for master data quality management. Information Systems and e-Business Management 10(3), S. 395–425

[36] Davenport, T. H., Prusak, L. (1997): Information ecology: Mastering the information and knowledge environment. New York, Oxford, Oxford University Press on Demand

[37] Schuh, G., Klocke, B., Brecher, C., Schmitt, R. (Hg.) (2007): Excellence in Produktion. Aachen, Apprimus Verlag

[38] Fisher, C. W., Kingma, B. R. (2001): Criticality of data quality as exemplified in two disasters. Information & Management(39), S. 109–16

[39] Pipino, L. L., Lee, Y. W., Wang, R. Y. (2002): Data Quality Assessment. Communications of the ACM (CACM)(Vol. 45 No. 4), S. 211–18

[40] Hildebrand, K. (2004): Datenqualität im Supply Chain Management. In: Informatik 2004 – Informatik verbindet, Hg. Dadam, P., Reichert, M., Ulm, Bonner Köllen Verlag, S. 239–43

[41] Batini, C., Scannapieca, M. (2006): Data quality. Concepts, Methodologies and Techniques. Berlin, Heidelberg, Springer

[42] Heinrich, B., Kaiser, M., Klier, M. (2007): Metrics for measuring data quality – Foundations for an economic data quality management. 2nd International Conference on Software and Data, Barcelona

[43] Otto, B., Hüner, K., Österle, H. (2009): Unternehmensweite Stammdatenqualität. ERP Management(3), S. 19–21

[44] Rohweder, J. P., Kasten, G., Malzahn, D., Piro, A., Schmid, J. (2011): Informationsqualität – Definitionen, Dimensionen und Begriffe. In: Daten- und Informationsqualität. Auf dem Weg zur Information Excellence, Hg. Hildebrand, K., Gebauer, M. et al., Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag, 2. Aufl., S. 25–45

[45] Heinrich, B., Klier, M. (2011): Datenqualitätsmetriken für ein ökonomisch orientiertes Qualitätsmanagement. In: Daten- und Informationsqualität. Auf dem Weg zur Information Excellence, Hg. Hildebrand, K., Gebauer, M. et al., Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag, 2. Aufl., S. 46–67

[46] Loshin, D. (2011): The practitioner's guide to data quality improvement. Amsterdam, Elsevier u.a

[47] Packowski, J., Gall, J. (2013): Strategisches Management von Stammdatenqualität. Nachhaltigkeit bestimmt den Erfolg. Camelot Management Consultants, Mannheim

[48] Krallmann, H., Frank, H., Gronau, N. (2007): Systemanalyse im Unternehmen. Partizipative Vorgehensmodelle, objekt- und prozessorientierte Analysen, flexible Organisationsarchitekturen. München, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 5. Aufl.

[49] Boehm, B. W. (1979): Characteristics of software quality, University of Michigan

On The Impacts of Data Modeling on Representational Information Quality (Abstract Only)

Michael Schulz

Philipps-Universität Marburg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 35032 Marburg, E-Mail: michael.schulz@wiwi.uni-marburg.de

Tom Hänel

Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 09599 Freiberg, E-Mail: tom.haenel@bwl.tu-freiberg.de

Abstract

Organizational and technical changes challenge standards of data warehouse design and initiate a redesign of contemporary Business Intelligence and Analytics environments. Hence, the use of multidimensional models for performance oriented reasons is not necessarily taken for granted, which means that simple data models or operational structures emerge as a basis for complex analyses especially in the context of ad hoc reporting. The approach of this paper therefore refers to the techniques of laboratory experiments to verify to what extent the quality of analysis of a non technical user is influenced by alternating data models. The result of the research in progress is an experimental framework to compare perceptible and observable quality aspects of ad hoc analyses. This includes a formulation of hypotheses to provide a basis for further research.

Themen und Trends der Wirtschaftsinformatik – Eine Analyse unter Einsatz von Big-Data-Technologie

Jens Kaufmann

Universität Duisburg-Essen, Department of Technology and Operations Management, 47057 Duisburg, jens.kaufmann@uni-due.de

Lars Bathen

Universität Duisburg-Essen, Department of Technology and Operations Management, 47057 Duisburg, lars.bathen@cundus.de

Research in Progress Paper

Abstract

Die Wirtschaftsinformatik unterliegt in Forschung und Praxis starken sowie stark wechselnden Einflüssen durch technischen Fortschritt, betriebswirtschaftliche Interessen und konsequenten Druck der Internationalisierung von Methoden, Lösungen und Publikationen. Eine Unterscheidung der aufgebrachten Themen in langfristige Trends und kurzfristige Modeerscheinungen wurde durch einzelne Untersuchungen mit geringem Automatisierungsgrad in der Vergangenheit bereits vorgenommen. Aktuelle Verfahren im Kontext von Big Data stellen Werkzeuge für eine stärker automatisierte und umfangreichere Analyse relevanter Publikationen bereit. Der vorliegende Beitrag zeigt, wie diese Verfahren eingesetzt werden können, um Themen zu identifizieren und zu klassifizieren. Es wird dazu eine erste Einordnung von Publikationen mit Fokus auf die Wirtschaftsinformatik anhand einer prototypischen Umsetzung vorgenommen.

1 Einleitung und Motivation

Eine wissenschaftliche Disziplin muss für einen Erkenntnisgewinn, oder allgemeiner einen messbaren Fortschritt, einen Weg anstreben, der ein langfristiges Ziel verfolgt und nicht um einen status quo oszilliert [9]. Die Wirtschaftsinformatik, insbesondere im deutschsprachigen Raum, versucht daher beständig ein Selbstbewusstsein im eigentlichen Sinne zu erreichen. Es wurden dazu in den vergangenen Jahren immer wieder Studien und Beobachtungen zur aktuellen Themensetzung und Positionsbestimmung der Disziplin durchgeführt [5, 10, 11]. Dabei wurde zum einen auf die Abgrenzung zu verwandten Gebieten der Geistes-, Sozial-, Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften Bezug genommen, zum anderen insbesondere das Verhältnis zum angelsächsischen *Information Systems* thematisiert – sowohl aus methodischer wie auch aus inhaltlicher Sicht [16, 19].

Zur Identifikation von Themenschwerpunkten der Wirtschaftsinformatik existiert eine wiederholt überarbeitete und zitierte Studie [9, 10]. Mertens führt dort eine Stichwort-basierte Untersuchung einer populären, praxis-orientierten Fachzeitschrift (*Computerwoche*) durch und identifiziert unterschiedliche Themen aus dem IT-Umfeld, die maßgebliche Trends (nachhaltige Entwicklungen) oder Moden (kurzfristige, ggf. wiederholende Interessensschwerpunkte) darstellen. Ein anderer Beitrag zeigt durch eine umfangreiche Literaturanalyse, dass sich Wirtschaftsinformatik und Information Systems bei den Themenschwerpunkten erkennbar unterscheiden [16]. So weist die Wirtschaftsinformatik einen in der Regel geringeren Abstraktionsgrad und eine größere Themenvielfalt auf. Die Autoren betonen, dass das Spektrum der untersuchten Zeitschriften breiter ist als bei Mertens, fokussieren im Gegenzug aber auf wissenschaftlich anerkanntere Publikationen.

In beiden Fällen wurde eine händische Analyse durchgeführt, die Titel, Schlagwörter und Abstract der Artikel beinhaltet, diese auf Schlüsselwörter untersucht und nur mit hohem Aufwand durchgeführt werden konnte [9], was eine schnelle Aktualisierung der Analysen behindert. Zeitschriftenartikel in natürlicher Sprache, z.B. als HTML- oder PDF-Dokumente, stellen im Sinne der maschinellen Auswertbarkeit semi- oder unstrukturierte Daten dar [4]. Die analytische Verarbeitung großer Datenmengen dieser Art, wird derzeit im Fachgebiet Business Intelligence unter dem Begriff *Big Data* diskutiert. Die bisher gängigste Big-Data-Definition liefert Russom mit Verweis auf Gartner [8] mit dem 3V-Modell: „Size matters, but there are other important attributes of big data, namely data variety and data velocity“[14]. Big-Data-Technologien umfassen somit neben Techniken der Verarbeitung großer Datenmengen (Volume) auch den Umgang mit semi-strukturierten Daten (Variety) und deren stetige Veränderung (Velocity). Eine Prüfung der Einsetzbarkeit dieser Methoden auf die oben beschriebene Problemstellung liegt nahe.

Im Gegensatz zu ihrer angelsächsischen Schwesterdisziplin ist die Wirtschaftsinformatik stark konstruktiv oder gestaltungsorientiert ausgerichtet. Die bei diesem Ansatz geschaffenen Artefakte, z.B. Software, sollen zwar der Überprüfung von vorher aufgestellten Thesen dienen [6], das Prototyping, also ein schneller Entwurf mit anschließender Implementierung, kann aber auch neue Erkenntnisse aus dem Erstellungsprozess selbst heraus generieren [19]. Für den vorliegenden Beitrag wurde daher ein prototypischer Ansatz zur Prüfung des Einsatzes von Big-Data-Technologien gewählt. In Abschnitt 2 werden zunächst Forschungsfragen und –vorgehen detailliert. Anschließend wird ein neuentwickelter Prototyp vorgestellt, der mit Hadoop das derzeit populärste Framework zur Aufbereitung von Big Data [15] verwendet (Abschnitt 3). Die Ergebnisse der Analyse werden in Abschnitt 4 thematisiert. Abschnitt 5 gibt einen Ausblick auf die zukünftige Forschung im Hinblick auf den vorliegenden Research-in-progress-Beitrag und schließt mit einem Fazit.

2 Forschungsfragen und Forschungsvorgehen

Für den Beitrag ergeben sich auf Basis der bisherigen Überlegungen zwei Forschungsfelder. Das fachlich-inhaltlich orientierte Forschungsfeld setzt sich mit den Themen der Wirtschaftsinformatik, soweit sie als Ergebnis einer Analyse identifiziert werden können, auseinander. Es werden dazu drei Forschungsfragen formuliert:

a1. Was sind aktuelle Themen in der Wirtschaftsinformatik und welche Trends oder Moden sind dabei erkennbar?

a2. In welchem Maße unterscheiden sich diese Themen, Trends und Moden bei der differenzierten Betrachtung wissenschaftlicher und praxis-orientierter Publikationen?

a3. Inwieweit besteht eine Abhängigkeit (z.B. temporaler Art) der Themenbehandlung über die genannten Publikationsarten?

Das technisch orientierte Forschungsfeld nimmt Bezug auf die Eignung von Big-Data-Technologie (konkret realisiert durch Hadoop) zur Beantwortung der fachlich-inhaltlichen Fragestellungen und deren Verallgemeinerbarkeit auf andere Themenfelder. Es ergeben sich zwei Kernfragestellungen:

b1. Ist das Framework Hadoop ein geeignetes Werkzeug zur Bearbeitung der fachlichen Fragestellungen und wenn ja, mit welchen Elementen des Frameworks?

b2. Liefert der Einsatz im Vergleich zu klassischen BI-Methoden einen Mehrwert für die Analyse, insbesondere bei Ressourceneinsatz, zeitlichem Umfang und Erkennung neuer Muster?

Zur Durchführung der Untersuchung mit Hilfe eines Prototyps wird die Design Science Research Methodolgy herangezogen [13] (siehe Bild 1). Problemidentifikation, Motivation und Zielbeschreibung wurden bereits gegeben. Design und Umsetzung der prototypischen Lösung werden in Abschnitt 3 behandelt und demonstriert. Eine Evaluation der Ergebnisse findet mit der Beantwortung der Fragen b1 und b2 statt und wird letztlich im vorliegenden Beitrag vorgestellt.

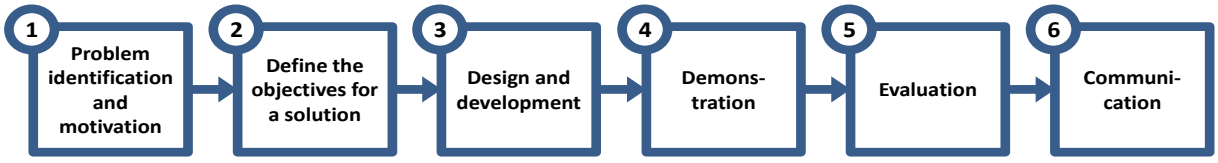


Bild 1: Design Science Research Methodology (nach Peffers [13]**)**

Die initiale Auswahl des Datenbestandes besteht im vorliegenden Fall aus der Auswahl der zu verwendenden Publikationen nach Spektrumsbreite, Relevanz und Verfügbarkeit. Um sowohl praxis-orientierte wie auch wissenschaftliche Publikationen zu berücksichtigen, sind zunächst die Computerwoche (CW), die wöchentlich erscheint, sowie die Reihe HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik (HMD), die zwei-monatig mit Schwerpunktheften erscheint, berücksichtigt worden. Die Relevanz der Medien ist dabei durch Auflage und/oder wissenschaftliches Ranking belegt [20]. Die Publikationen sind elektronisch bis in die Jahre 1974 (CW), und 2000 (HMD) verfügbar und ermöglichen so eine Erkennung auch länger anhaltender Trends oder wiederkehrender Muster. Zudem besteht eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu den genannten bisherigen Arbeiten.

3 Technische Umsetzung des Prototyps

Die zu Grunde liegenden Daten erfüllen nicht die vollständige Definition des 3V-Modells. Geprüft wird daher explizit der Einsatz von Big-Data-Technologie, die eben auch ‚Variety' gezielt behandeln kann, für die beschriebenen semi-strukturierten Daten. Im Vergleich zu klassischen Text-Mining-Werkzeugen, wie z.B. der KNIME Text Processing Engine, die grundsätzlich für die Fragestellung geeignet wären, bietet die Verwendung des Big-Data-Frameworks Hadoop für die Implementierung komfortablere und umfangreichere Möglichkeiten. Stärken von Hadoop sind insbesondere Schnittstellen, Verarbeitung der Rohdokumente und Skalierbarkeit. Dazu kommen die kostenlose Verfügbarkeit, die Möglichkeit einer einfachen Integration in alle relevanten analytischen Informationssysteme (Datenbanken, BI-Tools, Excel), die hohe Skalierbarkeit und Plattformunabhängigkeit der Software, die Möglichkeit, eine Vielzahl von Varianten gespeicherter Daten auszuwerten – Beispiele sind Pig, HQL, R und MapReduce-Jobs in einer Vielzahl von Programmiersprachen – sowie die Verwendbarkeit von Mahout als umfangreicher und etablierter Data-Mining-Suite zur Auswertung.

Für die tatsächliche Implementierung wurde auf die Distribution von Microsoft HDInsight [12] zurückgegriffen. Diese erleichtert Konfiguration sowie Management der Softwareumgebung erheblich und bietet eine zuverlässige Anbindung an die Microsoft-Produktpalette, insbesondere an den etablierten SQL Server, was eine leichte Überprüfbarkeit der Ergebnisse gewährleistet.

Zur Aufbereitung der Rohdaten wurde hier das MapReduce-Framework von Hadoop eingesetzt. Dieses erlaubt es, die Daten aus den Rohdatendateien massiv-parallel zu verarbeiten [3] und im Hadoop File System (HDFS) zu speichern [18]. Dort werden die Daten in Form von standardisierten Textdateien abgelegt. So harmonisiert lassen sich mit MapReduce-Algorithmen Analysen auf dem Datenbestand durchführen. Die Analyseergebnisse werden in Hive, der relationalen Engine von Hadoop, abgelegt und sind von dort über eine standardisierte Schnittstelle mit gängigen Analysewerkzeugen auslesbar (vgl. Bild 2).

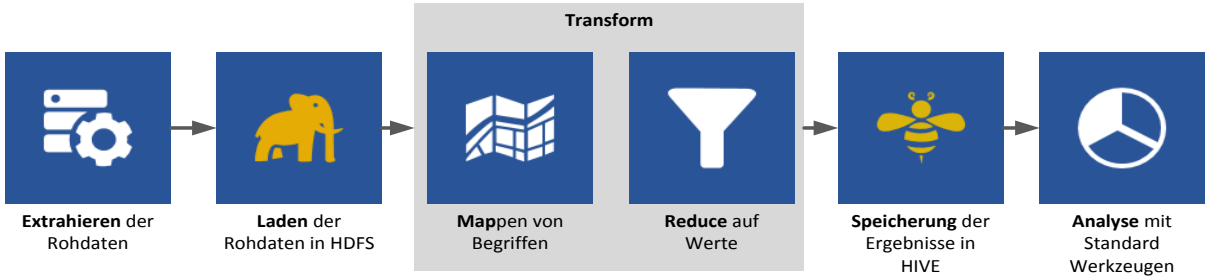


Bild 2: Schematischer Datenverarbeitungsprozess

Die Anbindung unterschiedlicher Datentypen wurde bei der Einbindung der Datenquellen berücksichtigt. Die Artikel der Computerwoche lagen als HTML-Dokumente vor, die Daten der Reihe HMD als PDF-Dokumente. In beiden Fällen wurden die Volltexte von den Metadaten (Autor, Datum, Schlagworte, etc.) separiert und in die Datenbank geladen. Der eigentliche Analyseprozess basierte auf einer Wörterbuch-gestützten Schlagworterkennung und -zählung, die die Daten aufbereitete und bereinigte, und setzte damit Verfahren ein, die im Text Mining üblich sind [17]. Technisch wurden mehrere MapReduce-Jobs verwendet, deren Grundprinzip eine Parallelisierung von Aufgaben über die vorliegenden Daten und die anschließende Zusammenführung der Ergebnisse ist [3].

4 Analyse der bisherigen Ergebnisse

In der manuellen Textanalyse kann ein Katalog von gefundenen Begriffen, die relevant für die Wirtschaftsinformatik sind, explorativ erstellt werden. Eine rein computergestützte Analyse bedingt dagegen die (vorherige) Festlegung von Suchbegriffen. Als Basis-Wörterbuch für die Suche wurden sämtliche Schlagwörter der Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik [7] als redaktionell geführtes und regelmäßig aktualisiertes Lexikon verwendet. Hier sei auf die kritische Betrachtung dieses Vorgehens in Abschnitt 5 verwiesen. Als Betrachtungszeitrum wurde der Zeitraum von 2000 bis 2012 gewählt, den beide betrachteten Publikationen vollständig abdecken. Es wurde eine Schlagwortsuche nach allen Begriffen im Volltext der Artikel durchgeführt und so die Entwicklung der Begriffe über die Jahre aufgezeigt. Für eine Einschätzung der Begriffe im Sinne ihrer Entwicklung wurde auf die Einteilung von Steiniger et al. [16] zurückgegriffen, die Trends, negative Trends, Moden, wiederkehrende Moden, oszillierende Themen und sonstige Verläufe als idealtypische Verläufe anhand des Vergleichs mit einer linearen Regression über die Anzahl gefundener Worte identifizieren. Tabelle 1 zeigt die jeweiligen Top 20 Schlagworte der betrachteten Publikationen und ihre Klassifikation. Schattiert gekennzeichnet sind die Begriffe, die in beiden Fällen unter der Top 20 sind.

	CW			HMD		
#	Begriff	rel. Häuf.	Klassifikation	Begriff	rel. Häuf.	Klassifikation
1	System	11,58%	Sonstige	System	12,23%	Sonstige
2	Software	11,17%	Neg. Trend	Anwendung	7,22%	Osz. Thema
3	Internet	5,37%	Mode	Software	6,66%	Osz. Thema
4	Anwendung	5,13%	Sonstige	Wissen	4,19%	Osz. Thema
5	Microsoft	4,92%	Sonstige	Internet	3,91%	Wiederk. Mode
6	SAP	4,85%	Mode	Modell	3,64%	Osz. Thema
7	NC	2,60%	Neg. Trend	SAP	2,13%	Osz. Thema
8	Applikation	2,52%	Neg. Trend	Applikation	1,95%	Osz. Thema
9	Cloud Computing	2,17%	Sonstige	Outsourcing	1,88%	Sonstige
10	Plattform	2,16%	Wiederk. Mode	Plattform	1,75%	Sonstige
11	Oracle	2,04%	Sonstige	CRM	1,73%	Osz. Thema
12	ERP-System	2,00%	Osz. Thema	Cloud Computing	1,73%	Sonstige
13	E-Mail	1,93%	Wiederk. Mode	ERP-System	1,69%	Sonstige
14	Betriebssystem	1,91%	Sonstige	SOA	1,62%	Sonstige
15	Java	1,86%	Sonstige	Netzwerk	1,62%	Osz. Thema
16	Modell	1,76%	Wiederk. Mode	XML	1,54%	Sonstige
17	CRM	1,73%	Sonstige	Portal	1,49%	Sonstige
18	Portal	1,41%	Neg. Trend	Transaktion	1,45%	Sonstige
19	Outsourcing	1,35%	Mode	Governance	1,34%	Sonstige
20	Business Intelligence	1,24%	Osz. Thema	Wiki	1,24%	Sonstige

Tabelle 1: Top 20 Schlagwörter Computerwoche und HMD (2000 bis 2012)

Deutlich erkennbar ist die hohe Übereinstimmung (13 von 20) der Schlagwörter sowie eine ähnliche Verlaufskurve der relativen Häufigkeiten, wenngleich die Reihenfolge der vier Top-Begriffe System, Software, Internet und Anwendung differiert. Die Untersuchung der nicht übereinstimmenden Schlagwörter hingegen kennzeichnet deutlich die Art der Publikation. So weist die CW eine deutlich stärkere Nennung von Anbieter- und Produktnamennamen (Microsoft, Oracle, Java) auf, während in den HMD-Publikationen weitere Technologie- und Methodenbezeichnungen geführt werden (SOA, Netzwerk, XML, Governance), was eine neutralere, wissenschaftsorientiertere Darstellung stützt.

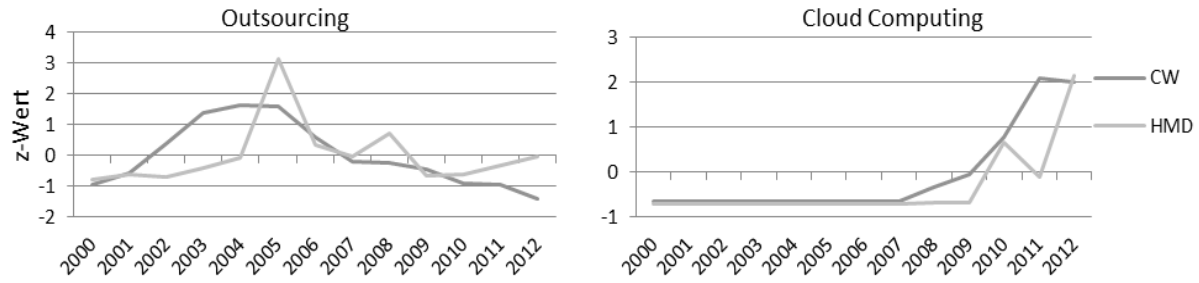


Bild 3: Ausgewählte Themen im zeitlichen Verlauf im Vergleich (standardisierte Werte [16]**)**

Der Vergleich der Zeitverläufe zweier Begriffe über die Publikationen (Bild 3) wurde mit Hilfe einer Standardisierung auf z-Werte erzeugt [1]. Er zeigt eine typische Eigenschaft, die auch bei anderen Begriffen zu finden ist und sich in der Klassifikation der Begriffe widerspiegelt. Obwohl Outsourcing und Cloud Computing in ihrer Tendenz (einmal steigend und wieder fallend, einmal steigend) gleichartig erscheinen, wirkt der Verlauf in der CW im Vergleich zu HMD geglättet. Eine Erklärung dafür kann die größere Anzahl an Ausgaben pro Jahr sein (52 gegen 6), so dass einzelne Schwerpunkte weniger stark gewichtet werden. Eine ausführliche Analyse über alle Themen und mit mehreren Publikationen ist hier in jedem Fall vonnöten.

5 Fortgang der Forschung und Fazit

Die prototypische Implementierung von Big-Data-Technologie hat in kurzer Zeit gezeigt, dass eine technische Analyse der Daten möglich ist und auswertbare Ergebnisse generiert. Des Weiteren bieten die Methodik und die technische Plattform die Möglichkeit, weitere Quellen unter Beibehalt der Analysewerkzeuge anzubinden. In Bezug auf die technisch-orientierten Forschungsfragen kann daher konstatiert werden, dass Hadoop als Big-Data-Technologie geeignet erscheint, um die durchgeführten Analysen zu unterstützten und dass durch den Einsatz der Technik der zeitliche Aufwand und die personelle Belastung gering gehalten werden können.

Der bisherige Umfang von lediglich zwei Publikationen kann nur einen ersten Einblick in die Thematik der Wirtschaftsinformatik bieten (Forschungsfrage a1), insbesondere da bisher noch keine umfangreiche Datenbasis streng wissenschaftlich-orientierter Literatur verwendet wurde. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass hier das Aufkommen von Begriffen untersucht wird, nicht die Relevanz der Thematik im Alltag. So zeigt sich, dass sich die Wirtschaftsinformatik stark und recht konstant mit allgemeinen Themen wie ‚System' und ‚Anwendung' befasst. Die Kennzeichnung von ‚Internet' (Position 3, bzw. 5) als (wiederkehrende) Mode macht aber auch deutlich, dass das Thema zwar relevant ist, als eigenständiger Forschungsgegenstand aber offenbar nur zu bestimmten Zeiten von Interesse war.

Generell weisen die bisher identifizierten Themen eine Übereinstimmung mit den bisherigen Untersuchungen auf. Sie unterscheiden sich, wie bei Betrachtung einer aktuelleren Zeitspanne zu erwarten, in Rang, Reihenfolge und Klassifikation der Themen (z.B. wird Outsourcing bei [16] auf Platz 4 als „Sonstiges“ geführt, ERP-System auf Platz 5 als „Wiederkehrende Mode“). Die dedizierte Analyse der unterschiedlichen Publikationsarten ist auf Basis weiterer Quellen und entsprechender Auswertungen durchzuführen, dies stellt sich vor dem bisherigen Erkenntnisstand als vielversprechend dar, da die bisherigen Ergebnisse auf Unterschiede schließen lassen (Frage a2). Speziell der zeitliche Verlauf der Themen (Bild 3) lässt eine zeitliche Verschiebung zwischen praxisorientierten und Publikationen mit wissenschaftlichem Anspruch vermuten. Es ist weiter zu analysieren, ob dies eine generelle Eigenschaft ist und, wenn ja, wie diese begründbar wäre (Frage a3). Denkbar ist z.B., dass die in der Wissenschaft üblichen Review-Prozesse die Publikation von Themen, die gleichzeitig in Wissenschaft und Praxis Interesse wecken, gegenüber Praxiszeitschriften verlangsamen.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, vor allem in fachlicher Hinsicht, nur einen kleinen Ausschnitt der möglichen Analysen. Kritisch zu hinterfragen ist die Verwendung eines Schlagwortkatalogs. Dieser basiert i.d.R. auf bereits etablierten Themen. Wird dazu ein redaktionell geführter Katalog verwendet, besteht die Gefahr, kurzfristige Moden zu ‚verpassen‘ oder vollständig zu ignorieren. Ebenfalls ist die Semantik der Begriffe zu prüfen. So wird z.B. das ‚System‘ nicht nur im WI-Kontext verwendet. Für die vorliegende Arbeit wird eine kontextuelle Fehlinterpretation durch die Auswahl fachspezifischer Datenbasen im Wesentlichen verhindert. Sollen umfangreichere Werke berücksichtigt werden, sind ggf. aufwändigere Verfahren vonnöten. Dies ist auch der Fall, wenn Synonyme, Flexionen und Internationalisierung (z.B. Anglizismen) mit einbezogen werden sollen. Dem erhöhten Mehraufwand dieser Konfiguration im Vergleich zur manuellen Abarbeitung der Quellen und der automatischen Berücksichtigung der Parameter durch den fachkundigen Bearbeiter steht die vielversprechende Möglichkeit gegenüber, eine wesentliche umfangreichere Menge an Quellen zu berücksichtigen. Die Ergebnisse dieser und zukünftiger Arbeiten können dann nicht nur der Wirtschaftsinformatik im Speziellen, sondern einer automatischen Trend- und Modenanalyse im Allgemeinen dienen, wie sie in der Konsumgüterindustrie durch die Analyse von (digitalen, sozialen) Medien gefordert wird [2].

6 Literatur

[1] Bortz, J; Schuster, C (2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 7. Auflage. Springer, Berlin.

[2] Chen, H; Chiang, Roger H. L.; Storey, VC (2012): Business intelligence and analytics. MIS Quarterly 36(4): 1165–1188.

[3] Dean, J; Ghemawat, J (2004): "MapReduce: Simplied Data Processing on Large Clusters". http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/research.google.com/en//archive/mapreduce-osdi04.pdf. Abgerufen am 17.08.2013.

[4] Felden, C (2006): Text Mining als Anwendungsbereich von Business Intelligence. In: Chamoni, P; Gluchowski, P (Hrsg), *Analytische Informationssysteme*. 3. Auflage. Springer, Berlin [u.a.].

[5] Heilmann, H; Heinrich, LJ (2006): Erkenntnisobjekte der Wirtschaftsinformatik. In: Fröschle, H; Strahringer, S (Hrsg), *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*. dpunkt.verlag.

[6] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1): 75–105.

[7] Kurbel, K; Becker, J; Gronau, N; Sinz, E; Suhl, L (2013): "Enzyklopädie der Wirschaftsinformatik". http://enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de. Abgerufen am 12.09.2013.

[8] Laney, D (2001): "3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety.". http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf. Abgerufen am 12.12.2013.

[9] Mertens, P (1995): Wirtschaftsinformatik: Von den Moden zum Trend. In: König, W (Hrsg), *Wirtschaftsinformatik '95*. Physica-Verl, Heidelberg.

[10] Mertens, P (2006): Moden und Nachhaltigkeit in der Wirtschaftsinformatik. Arbeitsbericht des Lehrstuhls für BWL, insbes. Wirtschaftsinformatik I, Universität Erlangen-Nürnberg.

[11] Mertens, P; Barbian, D (2012): Materialien zum Forschungs- und Diskussionsthema „Grand Challenges“. Arbeitsbericht, Universität Erlangen-Nürnberg.

[12] Microsoft (2013): "Microsoft Big Data". http://www.microsoft.com/en-us/sqlserver/solutions-technologies/business-intelligence/big-data.aspx. Abgerufen am 12.09.2013.

[13] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. JMIS 24(3): 45–77.

[14] Russom, P (2011): Big Data Analytics. tdwi.

[15] Russom, P (2013): Integrating Hadoop Into Business Intelligence And Data Warehousing. tdwi.

[16] Steininger, K; Riedl, R; Roithmayr, F; Mertens, P (2009): Moden und Trends in Wirtschaftsinformatik und Information Systems. Wirtschaftsinformatik 51(6): 478–495.

[17] Weiss, SM (2005): Text mining. Springer, New York.

[18] White, T (2012): Hadoop. 3. Auflage. O'Reilly, Farnham, Sebastopol, Calif.

[19] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. Wirtschaftsinformatik 49(4): 280–287.

[20] WKWI (2008): WI-Orientierungslisten. Wirtschaftsinformatik 50(2): 155–163.

Business Intelligence & Analytics for Processes – A Visibility Requirements Evaluation

Enrico Graupner

University of Mannheim, Institute for Enterprise Systems, 68161 Mannheim,
E-Mail: graupner@es.uni-mannheim.de

Commerz Business Consulting GmbH, 60327 Frankfurt (Main),
E-Mail: enrico.graupner@commerzbank.com

Martin Berner

University of Mannheim, Institute for Enterprise Systems, 68161 Mannheim,
E-Mail: berner@es.uni-mannheim.de

SAP AG, 69190 Walldorf, E-Mail: martin.berner@sap.com

Alexander Maedche

University of Mannheim, Chair of Information Systems IV and Institute for Enterprise Systems, 68161 Mannheim, E-Mail: maedche@es.uni-mannheim.de

Harshavardhan Jegadeesan

SAP AG, 69190 Walldorf, E-Mail: harshavardhan.jegadeesan@sap.com

Abstract

Leveraging Business Intelligence and Analytics (BI&A) for better decision making on the operational level will become a key differentiator for competition. This paper moves beyond the data-centric view and argues that a process-centric use of BI&A is highly beneficial, as it creates visibility by setting single pieces of data into a business process context. We establish a conceptual framework for analyzing if business processes require enhanced visibility of recent BI&A advances like Big Data analytics. Grounded in the Information Processing View of the firm, we argue that enhanced BI&A is particularly valuable for processes with high visibility requirements. These processes are characterized by high process intricacy, interdependence, and importance. We use an exemplary real-world process to illustrate our framework and show why enhanced visibility is needed. Practically, the framework helps organizations to identify processes that require sophisticated BI&A.

1 Introduction

Significant business benefits are expected from the utilization of Big Data and associated analytics in private enterprises and government agencies. Benefits include the creation of transparency, the tailoring of products as well as services to customer needs, and the support of human decision making [31]. Frequently mentioned application fields contain marketing (e.g. location-based recommender systems), security (e.g. fraud detection), and health care (e.g. drug effect analysis) [6, 34]. Existing research related to Big Data and associated analytics has mainly focused on the data dimension. In this regard, the foundational technologies, their application domains and their benefits have been the key interest of scholars [6, 27]. However, a process-centric view has barely been established in research.

This paper argues that Business Intelligence and Analytics is particularly valuable for the process dimension, as value creation in organizations occurs in business processes[1] [33, 47]. Making process execution visible and leveraging the gained process information analytically creates situational awareness. This awareness sets single pieces of data into a contextualized view, and may enable making better decisions faster [14]. However, it remains vague for which processes increased visibility is beneficial. This leads to our research objective:

Which business process characteristics determine high visibility requirements?

The term visibility originates from the field of supply chain management (SCM). Creating transparency across the entire supply chain is commonly referred to as "supply chain visibility" [41]. It has been identified to be essential for high process performance [2, 48, 56]. The increased information transparency improves operational performance, customer service, and solution development [48]. Beyond the area of SCM, it is important for software vendors and deploying organizations to understand which processes require visibility. Taking supply chain visibility as an analogy, this paper understands visibility in a more general process context. It exceeds the visualization aspect and refers to the sharing, analysis, and accessing of process information in an operational context [4]. Thus, it enables an overall process understanding and includes the recognition of statuses, problems, responsibilities, interdependencies [24].

As this paper is motivated by recent technological advances, the next chapter elaborates on visibility enabling technologies. Therefore, it introduces the current state-of-the-art in Business Intelligence and Analytics for processes. In chapter 3, we establish a framework that helps to understand for which processes enhanced BI&A is particularly valuable. In chapter 4 the framework is applied to a selected example process. We end our work with a conclusion that includes limitations and an outlook for future research.

2 Business Intelligence and Analytics for Business Processes

Business Intelligence and Analytics (BI&A) refers to "techniques, technologies, systems, practices, methodologies, and applications that analyze critical business data to help an enterprise better understand its business and market and make timely business decisions" [6]. The following sections introduce the current development within BI&A towards more process-centric and real-time decision support as well as the consideration of Big Data within it.

[1] A business *process* is a set of activities to jointly realize a business goal [53]. This paper uses the terms business process and process synonymously.

2.1 Establishing Process-centricity and Operational Decision Support

Initially BI&A was data-centric and focused on strategic and tactical decision support based on historical data [5, 54]. Traditional data analysis and provisioning is not or is only loosely coupled to the process execution. The vast majority of data is therefore used without considering its process context. Furthermore, latest analytical data are not available for day-to-day decision making. Currently, BI&A moves to overcome both limitations: The development towards process-centricity and enhanced operational decision support is outlined as follows.

First, the need for more process-centricity in BI&A is driven by the complementary increase of process-orientation in enterprises. Process-orientation refers to the management of work and budget around end-to-end processes instead of functional units [20, 55]. This change has been discussed as highly beneficial for organizations: "In virtually every industry, companies of all sizes have achieved extraordinary improvements in cost, quality, speed, profitability, and other key areas by focusing on, measuring and redesigning their customer-facing and internal processes" [19]. These benefits have been confirmed in various studies [23, 25, 38]. Most observable characteristics of "process enterprises" are the existence of process roles like process owners [20]. These roles require information about process quality, process cycle time, process cost, and process flexibility to manage and optimize processes [21]. Such visibility is needed for a micro level referring to individual process instances as well as for an aggregation on a macro level referring to entire processes. As a result, BI&A becomes increasingly process-aware and sets data into the process context by linking pre-occuring, co-occuring and post-occuring sets of data [37]. Business Activity Monitoring (BAM) and Business Process Intelligence (BPI) label such decision support technologies that create process visibility. BAM refers to business process monitoring software packages for improving operational speed and effectiveness which are often deployed together with Business Process Management (BPM) systems [32]. BPI describes the application of BI&A to business processes for their analysis, prediction, monitoring, control, and optimization [16].

Second, the shift from managerial task support towards operational decision support marks one important movement in BI&A [54]. Frontline workers require analytical information for identifying opportunities and detecting problems in daily business. Organizations which provide analytical information to their operational decision makers perform better than those without analytical information provisioning on the operational level [28]. BI&A technology focusing on operational decision support is called Operational Business Intelligence (OpBI). It has the challenge to provide up-to-date information from transactional systems with minimal latency. Thus, associated discussions emphasize the architecture of "right-time" data integration with transactional systems [54]. One limitation of OpBI is that it is falling short in relating analytical information to its process-context [5]. However, the process-context is essential because processes have to translate firm strategies to the operational level [36].

Figure 1 visualizes the development of the previously outlined BI&A software package categories. None of them address the process-centric and operational decision support challenges altogether: BPI claims process-centricity but has little focus on the operational level. BAM is closely related with BPM and therefore lacks to address processes that are not explicitly under the ambit of a single BPM system. Finally, OpBI provides operational decision support, but lacks process-centricity. Whereas previously outlined technologies develop either towards process-centricity or operational decision support, analysts predict that the software packages are combined with additional technologies and their boundaries are vanishing: Gartner introduces Intelligent Business Operations as generic term for real-time usage of BI&A technologies enhanced with complementary software packages like Complex

Event Processing (CEP), Business Rules Management, and BPM. IDC analysts use an analogy from the car industry and label such combined and enhanced solutions Business Navigation Systems [11].

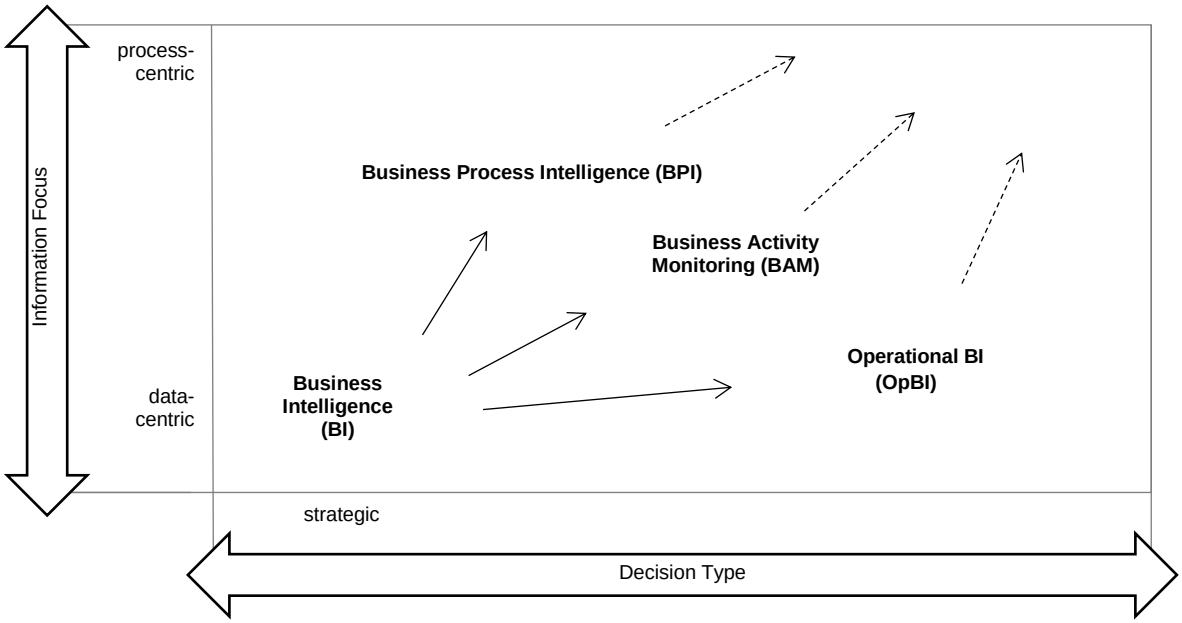


Figure 1: The BI&A Trend towards Process-centricity and Operational Decision Support

2.2 Linking Big Data and Business Processes

Lately, BI&A has faced new challenges and opportunities by large data amounts – called Big Data. It refers to the size of datasets which exceeds the abilities of typical databases in terms of capturing, storing, managing, and analyzing [31]. More precisely, Big Data is not only huge in terms of volume, but also in terms of velocity and variety (called the "3Vs of Big Data" [26, 42][2]). Subsequently, we adapt this 3V-terminology and outline related challenges for BI&A in the process context.

First, data volume in today's economy has become increasingly huge and continues to grow steadily. Organizations double their total data volume approximately every 18 months [12]. From the perspective of a single enterprise data quantities above one terabyte are considered big today [45]. Whereas the data-centric notion referred to volume as amount of data, the process-centric notion extends the meaning towards the number of process instances and the amount of information per process instance. Accordingly, the correlation of millions of business events to its process context is a significant technological challenge [10].

Second, high data stream velocity is a characteristic of Big Data. Velocity refers to the "speed at which data is created, accumulated, ingested, and processed" [34]. Whereas the data-centric view identifies data latency, reporting latency, and analysis latency as challenges, the process-centric view puts emphasis on the decision latency [9]. An example refers to algorithmic trading: It is crucial to finish the decision making process and take a buy or sell decision within 0.5 milliseconds. Otherwise, value of the information declines – a phenomenon generally referred to as the "time value of information" [22].

[2] Some authors see *veracity* as the fourth characteristic of Big Data [18, 45]. It emphasizes the unreliability of some data types and sources associated with Big Data. We agree to this, but argue that variety, volume, and velocity implicitly result in lower data reliability. Thus, veracity can be seen as a consequence of the 3Vs rather than a fourth characteristic.

Third, the huge variety is a defining characteristic of Big Data. Variety characterizes the diversity in terms of data types, sources, as well as entities represented [42]. Putting the variety characteristic into a process context, it is particularly the variety of systems that creates challenges. Establishing end-to-end visibility of processes may embrace numerous organizational functions and involve multiple application systems. Functions may even exceed organizational boundaries making cross organizational process mining particularly relevant [1].

From a technology perspective the processing, management, and analysis of Big Data is associated with diverse classical and advanced BI&A technologies. Specific software tools connected to the three characteristics of Big Data include parallelization platforms (Hadoop), advanced data visualization, CEP engines, as well as in-memory, columnar and NoSQL databases [6, 31, 42]. Whereas classical BI&A technology requires the preparation and optimization of potential queries already at design time, new database technologies and massively distributed architectures allow full flexibility at query execution time. Big Data analytics are based on statistical techniques and machine learning. Instead of reporting on historical data, prediction models can be derived to forecast future process events [17]. Beyond aggregated historical process performance indicators, these new technological capabilities can provide actionable information on instance level during process execution in real-time. Accordingly, BI&A vendors increasingly incorporate Big Data analytics in their process-centric and operational decision support solutions[3].

In summary, the usage of Big Data combined with process-centric BI&A can offer new opportunities to make processes visible. To justify investments in such technologies it is important to understand which processes need enhanced visibility and which capabilities are particularly relevant. Thus, the next chapter outlines visibility requirements of processes.

3 Processes and their Visibility Requirements

To synthesize prior empirical findings this paper is grounded in the *Information Processing View of the Firm* (IPV) [7, 13, 50]. The IPV suggests that organizational effectiveness depends on the fit between information processing requirements and information processing capabilities of organizations. Information processing describes "the gathering, interpreting, and synthesis of information in the context of organizational decision making" [50]. IPV's focus on information processing for organizational decision making sets it as a promising foundation for our research that studies which business processes desire enhanced visibility in daily operations. This chapter conceptualizes processes with high visibility requirements as Big Processes and derives a definition from existing research.

Information systems research has applied the IPV in the domain of SCM and outsourcing relationships on the organizational level [29, 40, 52]. In contrast, this paper focuses on business processes in general and establishes the process as unit of analysis. This focus is beneficial, as it chooses the unit that information technology affects directly and at which the performance impact is best observable and measurable [3, 33, 35, 49]. Accordingly, this section derives visibility requirements of processes.

[3] Examples include, but are not limited to the following: Vitria Technology integrates Hadoop and NoSQL databases in their process analytics offering and stresses the relevancy of Big Data in OpBI [51]. SAP launched "Operational Process Intelligence" based on its in-memory database technology [44]. Software AG announced In-Genius as their new in-memory platform for process intelligence [46].

In the IPV, information processing requirements describe the amount of information that must be collected, processed, and disseminated for achieving a certain level of performance [29]. The basic assumption of IPV is that organizations require information to reduce uncertainty and equivocality: *Uncertainty* characterizes the lack of information that is required to perform and predict organizational tasks [7, 13, 50]. In contrast, *equivocality* describes the existence of multiple and conflicting interpretations of data [7, 8]. The higher the uncertainty and equivocality, the higher the information processing requirements [7, 50]. Uncertainty and equivocality are reflected in the previously introduced visibility challenges: First, the process-centric challenges in an operational decision context are bound to a lack of contextualized and up-to-date information. This information deficit is associated to IPV's underlying concept of uncertainty. Second, the data-centric challenges referring to volume, velocity, and variety are closely related with unreliable data – usually referred to as data veracity. These multiple as well as conflicting interpretations are inherent characteristics of Big Data and correspond to equivocality.

Uncertainty and equivocality influence the information processing requirements. More specifically, IPV-related research focusing on outsourcing relationships identifies three determinants of information processing requirements that are linked to uncertainty and equivocality: complexity of the task environment, interdependence of the task environment, and strategic importance of the outsourced process [29, 30]. We consider our focus on the process as unit of analysis and transform these three determinants to a process-specific perspective.

First, *process intricacy* relates to the complexity of the task environment and is one determinant for the visibility requirements of processes. The IPV links high complexity with low task analyzability and high task variety [8]. High levels of complexity result in high equivocality and with it in high information requirements [8]. In our process visibility context complexity is particularly driven by the previously mentioned challenges of volume, velocity and variety. Informed by those challenges, we argue that business processes become more complex, the larger the number of process instances and events that need to be correlated, the faster the required throughput and decision speed, and the higher the diversity of systems, data types, and sources. Accordingly, this paper defines process intricacy as the complexity of a process in terms of volume, velocity, and variety. In summary, the higher the intricacy of the business process, the higher the required degree of visibility to cope with the equivocality of the process.

Second, *process interdependence* is another determinant for the visibility requirement and is derived from the IPV. Within the IPV context high inter-unit task dependencies are associated with frequent and unexpected changes in the task environment resulting in high uncertainty [50]. Considering an end-to-end process perspective, dependencies may consist between single process steps as well as across various processes. From a technology perspective, dependencies between technical systems can occur, as processes usually span across multiple systems in a heterogeneous landscape. From an organizational perspective, dependencies between multiple organizational units can arise, as business processes link multiple departments and potentially various organizations. Based on this, this paper describes process interdependence as the degree to which processes and their inherent steps interact. Thus, the higher the interdependence within and across the process, the higher the required degree of visibility to cope with the uncertainty of the process.

Third, the *process importance* determines the criticality of the process. In IPV research, high criticality calls for extensive monitoring in order to cope with uncertainty [40]. Process importance is the degree to which a process impacts the competitiveness of organizations [30]. The higher the importance of the process, the higher the required degree of visibility to cope with the uncertainty and equivocality of

the process. In general, the importance can vary along various process types. For instance, Porter's differentiation [39] between core and support processes may provide an initial orientation: Core processes contribute to the value creation and are therefore critical for a firm's competitiveness. Although support processes only provide an indirect contribution to the value creation, they are not unimportant per definition. Some of them can influence a firm's competitiveness as well and can therefore be important; for example due to legal liabilities, regulatory compliance risks, or impacts on customer satisfaction.

Processes can be distinguished along a continuum of their visibility requirements (Table 1). Along the high end of the continuum, processes are characterized by high degrees of process *intricacy*, high process *interdependence*, and high process *importance*. We call such processes Big Processes. Analogous to Big Data they exceed the ability of traditional process-centric BI&A capabilities – particularly, in respect to the above outlined prediction and real-time capabilities.

Dimension	*Description*
Process Intricacy	Degree to which a process is complex in terms of volume, velocity, and variety
Process Interdependence	Degree to which processes and their inherent steps, participants, organizations, and technical systems interact
Process Importance	Degree to which a process affects the competitiveness of organizations

Table 1: Dimensions of Process Visibility Requirements

Creating visibility for processes with high requirements is crucial to ensure effective and efficient operations. Accordingly, various studies indicate that visibility is related to high process performance [2, 56]. More specially, visibility improves operational performance, customer service, and solution development. Accordingly, the previously introduced framework helps to identify cases with improvement potential, but also avoids the inefficient deployment of advanced BI&A technology by guiding the decision for which processes it is especially useful.

This section derived visibility requirements for business processes by combining existing IPV related research with findings of our previous state-of-the-art review. We conclude that process intricacy, interdependence, and importance are determinants for the visibility requirements of processes. We introduce Big Processes as processes with high occurrences on all three dimensions.

4 Applying the Framework to a Real World Process

This section applies the framework to a real-world setting. In the following we describe the context from which the example was drawn. Subsequently, we introduce the Assortment Planning and Replenishment Process as an example and evaluate the visibility requirements for this process.

4.1 Research Context

From September to November 2012 one co-author joined the planning phase of a new software implementation project in a European supermarket chain. The supermarket chain has approximately 4,000 retail outlets and 200,000 employees. A key differentiator for the firm is its locally adapted assortment. The retail group contains both, affiliated as well as unaffiliated stores that are linked to the

headquarters in various ways. The project focused on the evaluation of a process-centric BI&A solution based on in-memory database technology. The overarching goal was to establish increased performance for critical business processes based on real-time process visibility.

Observations were gained from workshops, expert interviews and on-site observations in the project. Participants included management, IT personnel and key users to establish a broad overview. All conclusions were drawn as follows: The co-author who was involved in the project teamed with the other authors who were not involved in the observations to share and discuss his observations (see [43] for similar approach). Goal of this paper is to develop a framework that evaluates which processes require enhanced visibility and thus, for which processes investments in advanced process-centric BI&A pays off. Accordingly, data gathering in such an implementation project seems appropriate.

The planning phase of the explored implementation project evaluated two processes for the new BI&A implementation. The first process relates to the vendor creation. For the sake of limited space this process is excluded, as the evaluation showed that no enhanced visibility requirements existed. In accordance, an advanced process-centric BI&A solution was not recommended. The second process deals with the assortment planning and replenishment. The next section introduces the application of the framework for the second process.

4.2 Evaluation of Visibility Requirements

This section applies our framework to the 'Assortment Planning and Replenishment Process' of a large European supermarket chain. The process consists of four steps (Figure 2): First, the stocking of stores happens either based on article listing requests (store owners explicitly order certain articles to stock and sell in their stores) or regular stock replenishment (articles are automatically re-ordered based on a re-order quantity). A central order fulfillment department receives the article orders for validation. Afterwards, the articles are picked and packed from various warehouses and the shipment is initiated by either using in-house or 3rd party logistics providers.

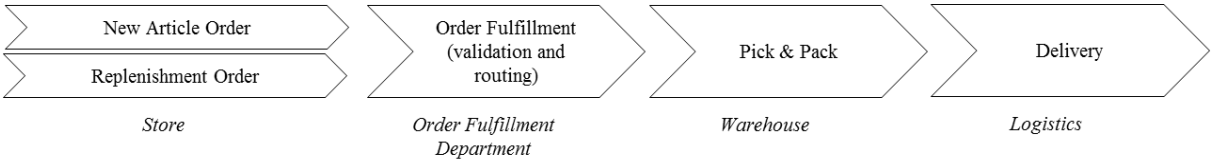


Figure 2: Assortment Planning and Replenishment Process

Table 2 shows the shapes of the visibility requirements for the assortment planning and replenishment process. Due to high process intricacy, high process interdependence, and high process importance we classify the process as a *Big Process* with high visibility requirements. In contrast to the high requirements, the observed visibility is low: First, store managers report that technology does not allow treating important and time-critical requests appropriately. There is no possibility to assign them high priority and process them faster than other transactions, as requests are collected in batches. Furthermore, the capability to extract the right process data at the right time is fragmented. Whereas some process data is available immediately, other pieces of data involve some latency, as they rely on extract-transform-load procedures. No real-time visibility is established which makes it difficult to oversee the end-to-end process and detect issues timely. Second, process participants lack transparency into the process and are therefore unable to anticipate risks or answer customer queries. Basic PPIs from a BI&A solution (e.g. cycle time per store and article category) are only partially

available. The availability depends on whether the goods are perishables or non-perishables. Third, we observe a low information reach, as little actionable analytical information is accessible for process workers for their operational decisions. As a result, wrong decisions are taken and time-consuming coordination procedures have to occur.

Dimension	*Level*	*Shape*
Process Intricacy	High	• Volume: ~ 1.2 million replenishment orders and 250,000 new article listing requests per week coming from 4,000 stores • Variety: structured replenishment requests as well as semi-structured new article orders • Velocity: maximal 6 to 20 hours process throughput time, depending on the product category
Process Inter-dependence	High	• Interrelations: Numerous and highly interacting sub-processes spanning across various standard software packages for retail, point-of-sale terminals, 3rd party warehouse, and logistics • Dependencies: Sub-processes involve multiple departments and warehouses – roles include store managers, order fulfillment operations managers, category managers, logistics operators and 3rd party logistics partners
Process Importance	High	• Criticality: Locally governed store assortment as key differentiator for stores; delayed availability of new products have direct financial impact; non-functioning of replenishment results in costly and inconvenient stock-outs

Table 2: Process Visibility Requirements of the Assortment Planning and Replenishment Process

Based on the high visibility requirements of the process, the evaluation project concluded that more visibility capabilities can help to prevent previously indicated issues. Therefore, the implementation of a process-centric BI&A solution based on in-memory technology was proposed. The visibility gained from traditional data warehouse and related BI tools did not fit the requirements. Data in existing reports were rather outdated due to batch-processing and not actionable on the operational level. Furthermore, existing simulations could only cover a small set of variables, focused on data rather than the entire process and thus, provided unusable predictions. Establishing simulations along the entire process with accurate and latest data was highly appreciated by the management to proactively manage operations. Such predictive capabilities were perceived crucial to gain actionable information and anticipate critical out-of-stock as well as lost business scenarios before they appear.

5 Conclusions

This paper identifies advanced process-centric BI&A as an emerging theme. It creates visibility for operational day-to-day decision making and is driven by the BI&A trends towards the process-centric, real-time, and Big Data-based decision support. To understand which processes need such enhanced visibility, we develop a framework that assesses the visibility requirements of processes. The framework is theoretically grounded in the Information Processing View. It identifies that visibility requirements of processes are determined by the degree of process intricacy, process interdependence, and process importance. Enhanced BI&A support is particularly useful for processes with high shapes

of all three visibility requirements dimensions. A real-world example process from the retail industry illustrates the framework's applicability and the benefits associated with appropriate visibility.

To understand this paper's contribution, we like to highlight its limitations: First, this is a conceptual paper with a framework that is thoroughly derived from literature. The validation of the framework bases on observations that adapted an exemplary process from the retail industry. Future research may choose a broader empirical basis for its validation. Second, this paper provides a framework that identifies processes for which enhanced BI&A support is particularly valuable. Future research can contribute to a more specific understanding of the technical BI&A capabilities that are needed for processes with high visibility requirements. In addition, complementary organizational capabilities should be identified that are necessary to adequately deploy the technical capabilities. Despite these limitations, this paper makes relevant contributions to theory and practice: Theoretically, the analysis of various BI&A software package categories underlines the current movement towards process-centric BI&A. Our derivation of process visibility requirements extends the body of knowledge related to IPV and conceptualizes Big Processes. Practically, the conceptual framework helps to guide investment decisions for enhanced BI&A by evaluating the visibility requirements of processes.

6 References

[1] Aalst, W M P van der (2011): Process Mining: Overview and Opportunities. *ACM Transactions on Management Information Systems* 3(2): 7:1–7:17.

[2] Barratt, M; Oke, A (2007): Antecedents of Supply Chain Visibility in Retail Supply Chains: A Resource-Based Theory Perspective. *Journal of Operations Management* 25(6): 1217–1233.

[3] Barua, A; Mukhopadhyay, T (2000): Information Technology and Business Performance: Past, Present and Future. In: Zmud, RW (ed.), Framing the Domains of Information Technology Management: Projecting the Future...Through the Past. Pinnaflex Press, Cincinnati: 65–84.

[4] Berner, M; Graupner, E; Maedche, A; Mueller, B (2012): Process Visibility - Towards a Conceptualization and Research Themes. *33rd International Conference on Information Systems*: 1–13.

[5] Bucher, T; Gericke, A; Sigg, S (2009): Process-centric Business Intelligence. *Business Process Management Journal* 15(3): 408–429.

[6] Chen, H; Chiang, RHL; Storey, VC (2012): Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly* 36(4): 1165–1188.

[7] Daft, RL; Lengel, RH (1986): Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design. *Management Science* 32(5): 554–571.

[8] Daft, RL; Macintosh, NB (1981): A Tentative Exploration into the Amount and Equivocality of Information Processing in Organizational Work Units. *Administrative Science Quarterly* 26(2): 207–224.

[9] Davenport, TH; Snabe, JH (2011): How Fast and Flexible Do You Want Your Information, Really?. *MIT Sloan Management Review* 52(3): 57–62.

[10] Ferreira, D; Gillblad, D (2009): Discovering Process Models from Unlabelled Event Logs. *7th International Conference on Business Process Management*: 1–16.

[11] Fleming, M (2009): Business Navigation Systems Combine CEP with BPM. http://research.itpro.co.uk/content10235. Accessed December 10, 2013.

[12] Forrester Research (2010): Forrester TechRadar: Enterprise Data Integration. http://www.forrester.com/Forrester+TechRadar+Enterprise+Data+Integration+Q1+2010/fulltext/-/E-RES56028. Accessed December 10, 2013.

[13] Galbraith, JR (1973): Designing Complex Organizations. Addison-Wesley, Reading.

[14] Gartner (2012): Gartner Says Intelligent Business Operations Is the Next Step for BPM Programs. http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1943514. Accessed December 10, 2013.

[15] Gartner (2013): Gartner Says by 2016, 70 Percent of the Most Profitable Companies Will Manage Their Business Processes Using Real-Time Predictive Analytics or Extreme Collaboration. http://www.gartner.com/newsroom/id/2349215. Accessed December 10, 2013.

[16] Grigori, D; Casati, F; Castellanos, M; Dayal, U; Saysal, M; Shan, MC; Sayal, M (2004): Business Process Intelligence. *Computers in Industry* 53(3): 321–343.

[17] Van Grondelle, J (2013): Leveraging Big Data Analytics in Business Processes. http://www.beinformed.com/en/EN/DeclarativeBusinessProcesses. Accessed December 10, 2013.

[18] Gupta, R; Gupta, H; Mohania, M (2012): Cloud Computing and Big Data Analytics: What Is New from Databases Perspective?, *Lecture Notes in Computer Science* (7678): 42–61.

[19] Hammer, M (2007): The Process Audit. *Harvard Business Review* 85(4): 111–123.

[20] Hammer, M; Stanton, S (1999): How Process Enterprises Really Work. *Harvard Business Review* 77(6): 108–118.

[21] Heckl, D; Moormann, J (2010): Process Performance Management. In: Brocke, J vom; Rosemann, M (eds.), Handbook on Business Process Management 2. Springer, Berlin: 115–135.

[22] Inmon, B (2007): Time Value of Information. http://www.b-eye-network.com/view/3365. Accessed December 10, 2013.

[23] Ittner, C; Larcker, D (1997): The Performance Effects of Process Management Techniques. *Management Science* 43(4): 522–534.

[24] Klotz, L; Horman, M; Bi, HH; Bechtel, J (2008): The impact of process mapping on transparency. *International Journal of Productivity and Performance Management* 57(8): 623–636.

[25] Küng, P; Hagen, C (2007): The Fruits of Business Process Management: An Experience Report from a Swiss Bank. *Business Process Management Journal* 13(4): 477–487.

[26] Laney, D (2001): 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety. http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf. Accessed December 10, 2013.

[27] Lim, E-P; Chen, H; Chen, G (2012): Business Intelligence and Analytics: Research Directions. *ACM Transactions on Management Information Systems* 3(4): 17:1 – 17:10.

[28] Lock, M (2010): Operational Intelligence: Boosting Performance with "Right-Time" Business Insight. http://resources.idgenterprise.com/original/AST-0009180_0172-6528-RA-OperationalBI-MDL-NSP-03.pdf. Accessed December 10, 2013.

[29] Mani, D; Barua, A; Whinston, A (2010): An Empirical Analysis of the Impact of Information Capabilities Design on Business Process Outsourcing Performance. *MIS Quarterly* 34(1): 39–62.

[30] Mani, D; Barua, A; Whinston, A (2006): Successfully Governing Business Process Outsourcing Relationships. *MIS Quarterly Executive* 5(1): 15–29.

[31] Manyika, J; Chui, M; Brown, B; Bughin, J; Dobbs, R; Roxburgh, C; Byers Hung, A (2011): Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity. McKinsey Global Institute, San Francisco.

[32] McCoy, DW (2002): Business Activity Monitoring: Calm Before the Storm. https://www.gartner.com/doc/354283. Accessed December 10, 2013.

[33] Melville, N; Kraemer, K; Gurbaxani, V (2004): Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value. *MIS Quarterly* 28(2): 283–322.

[34] Minelli, M; Chambers, M; Dhiraj, A (2013): Big Data, Big Analytics: Emerging Business Intelligence and Analytic Trends for Today's Businesses. John Wiley & Sons, Haboken.

[35] Mithas, S; Ramasubbu, N; Sambamurthy, V (2011): How Information Management Capability Influences Firm Performance. *MIS Quarterly* 35(1): 237–256.

[36] Norton, DP; Russell, RH (2009): Linking Strategy to Operations: Process Models and Innovation. *Harvard Business Publishing Newsletters*: 3–8.

[37] O'Leary, D (2013): 'Big Data', the 'Internet of Things' and the 'Internet of Signs'. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management* 20(1): 53–65.

[38] Ongaro, E (2004): Process Management in the Public Sector: The Experience of One-stop Shops in Italy. *International Journal of Public Sector Management* 17(1): 81–107.

[39] Porter, ME (1998): Competitive Advantage. Free Press, New York.

[40] Premkumar, G; Ramamurthy, K; Saunders, CS (2005): Information Processing View of Organizations: An Exploratory Examination of Fit in the Context of Interorganizational Relationships. *Journal of Management Information Systems* 22(1): 257–294.

[41] Rai, A; Pavlou, PA; Im, G; Du, S (2012): Interfirm IT Capability Profiles and Communications for Cocreating Relational Value: Evidence from the Logistics Industry. *MIS Quarterly* 36(1): 233–262.

[42] Russom, P (2011): Big Data Analytics. *TDWI Best Practices Report*: 1–35.

[43] Sambamurthy, V; Zmud, RW (1999): Arrangements for Information Technology Governance: A Theory of Multiple Contingencies. *MIS Quarterly* 23(2): 261–290.

[44] SAP (2013): The New Frontier – SAP Operational Process Intelligence powered by SAP HANA. http://scn.sap.com/community/hana-in-memory/blog/2013/02/13/the-new-frontier-sap-operational-process-intelligence-powered-by-sap-hana. Accessed December 10, 2013.

[45] Schroeck, M; Shockley, R; Smart, J; Romero-Morales, D; Tufano, P (2012): Analytics: The Real-world Use of Big Data. *Executive Report of IBM Institute for Business Value*: 1-20.

[46] Software AG (2013): Software AG Announces In-Genius. http://www.softwareag.com/corporate/Press/pressreleases/20130304_415pm_CeBIT_2013_Software_AG_announces_In_Genius_page.asp. Accessed December 10, 2013.

[47] Srivastava, RK; Shervani, TA; Fahey, L (1999): Marketing, Business Processes, and Shareholder Value: An Organizationally Embedded View of Marketing Activities and the Discipline of Marketing. *Journal of Marketing* 63(Special Issue 1999): 168–179.

[48] Swaminathan, MJ; Tayur, SR (2003): Models for Supply Chains in E-Business. *Management Science* 49(10): 1387–1406.

[49] Tallon, PP; Kraemer, KL; Gurbaxani, V (2000): Executives' Perceptions of the Business Value of Information Technology: A Process-Oriented Approach. *Journal of Management Information Systems* 16(4): 145–173.

[50] Tushman, ML; Nadler, DA (1978): Information Processing as an Integrating Concept in Organizational Design. *The Academy of Management Review* 3(3): 613–624.

[51] Vitria Technology (2013): Operational Intelligence for Big Data Analytics. http://www.vitria.com/products/operational-intelligence/operational-intelligence-capabilities/operational-intelligence-for-big-data/. Accessed December 10, 2013.

[52] Wang, ETG; Tai, JCF; Grover, V (2013): Examining Relational Benefits of Improved Interfirm Information Processing Capability in Buyer-Supplier Dyads. *MIS Quarterly* 37(1): 149–173.

[53] Weske, M (2012): Business Process Management, 2nd ed. Springer, Heidelberg.

[54] White, C (2005): The Next Generation of Business Intelligence: Operational BI. *DM Review Magazine* (July): 1–17.

[55] Willaert, P; Bergh, J Van Den; Willems, J; Deschoolmeester, D (2007): The Process-Oriented Organisation: A Holistic View Developing a Framework for Business Process Orientation Maturity. *5th International Conference on Business Process Management*: 1–15.

[56] Zee, DJ van der; Vorst, JGAJ van der (2005): A Modeling Framework for Supply Chain Simulation: Opportunities for Improved Decision Making. *Decision Sciences* 36(1): 65–95.

Industrie 4.0 und Data-Mining-Projekte - interdisziplinäre Zusammenarbeit von Ingenieuren und Datenanalysten im Produktionsprozess

Marco Fischer

Robotron Datenbank-Software GmbH, 01189 Dresden, E-Mail: marco.fischer@robotron.de

Uwe Wieland

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik Business Intelligence Research, 01062 Dresden, E-Mail: uwe.wieland@tu-dresden.de

Andreas Hilbert

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik Business Intelligence Research, 01062 Dresden, E-Mail: andreas.hilbert@tu-dresden.de

Abstract

Wertschöpfende Informationen aus vernetzten und datenintensiven Produktionsprozessen zu gewinnen, ist eine interdisziplinäre Aufgabe des Zukunftsprojektes „Industrie 4.0“. Die Herausforderungen bestehen dabei neben der Verwendung von intelligenten Algorithmen zur Analyse der Daten auch in der Bereitstellung von Methoden und Werkzeugen zur Transformation realer Problemstellungen in eine von analytischen Verfahren geprägte Welt. Der Beitrag liefert dazu einen ersten methodischen Vorschlag sowie eine prototypische Implementierung, deren Machbarkeit anhand eines Fallbeispiels aus der diskreten Fertigung demonstriert wird.

1 Problemstellung und Motivation

Im Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ sind eingebettete Produktionssysteme vertikal mit betriebswirtschaftlichen Prozessen innerhalb eines Unternehmens sowie horizontal zwischen den unterschiedlichen Prozessschritten in einer Produktion und unternehmensübergreifend vernetzt. Sogenannte Cyper-Physical-Systems umfassen neben eingebetteten Systemen weiterhin Produktions-, Logistik-, Engineering-, Koordinations- und Managementprozesse sowie Internetdienste, die mittels Sensoren unmittelbar physikalische Daten erfassen und mittels Aktoren auf physikalische Vorgänge einwirken sowie multimodale Mensch-Maschine-Schnittstellen zur Verfügung stellen [5]. Sie sind mittels digitaler Netze untereinander verbunden und nutzen weltweit verfügbare Daten und Dienste [5]. Ebenfalls sind in diesem Kontext die gesamten industriellen Produktionsprozesse und deren Umsetzung in Maschinen und Anlagen auf die Reduktion des Ressourcen- und Energieeinsatzes zu untersuchen und zu verändern. [5] Herkömmliche Produktionsprozesse werden in eine veränderte Aufbau- und Ablauforganisation eingebettet und mit Entscheidungs-, Koordinierungs- und Kontrollfunktionen angereichert, die auf Basis von Standards und den zur Verfügung stehenden Prozessdaten sowie menschlichen Expertenwissen aufgebaut werden sollen. Die daraus erkennbare Fokussierung auf vernetzte, ressourcenschonende Prozesse, deren Daten und die Interaktion zwischen Mensch und Maschine zeigt die Potentiale und Herausforderungen der nächsten industriellen Revolution. In einer aktuellen Forsa-Umfrage unter 200 Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit mindestens 300 Mitarbeitern bestätigten 84%, dass eine neue Art von vernetzten bzw. kommunizierenden Produktionsprozessen in den nächsten zwei Jahren an Bedeutung gewinnen wird. Insgesamt 81% der Befragten haben konstatiert, dass die Analyse von Maschinendaten in den kommenden zwei Jahren an Bedeutung gewinnen wird. [9]

Bezogen auf diese Schwerpunkte entstehen auch analytisch geprägte Formen von Wertschöpfung und interdisziplinärer Beschäftigung. Neben der Erfassung von umfangreichen Prozessdatenbeständen können intelligente Algorithmen und Methoden zur Informationsfilterung und -aufbereitung für eine effiziente und nutzerfreundliche Bereitstellung von Erklärungs- und Planungsmodellen in Entwicklungs- und Produktionsprozessen verwendet werden. Dabei bilden Modelle existierende Systeme und Prozesse ab, um Wissen über Einflussgrößen und Ursache-Wirkungsbeziehungen zu erhalten, oder sie nehmen einen signifikanten Einfluss auf das Design innerhalb von Entwicklungsprozessen. [5] Weiterhin können beispielsweise mittels Sensorik Daten über Lasten und Maschinenzustände in Echtzeit erfasst werden. Anhand dieser Daten können mit entsprechenden Algorithmen detaillierte Prognosen über das Ausfallverhalten kritischer Komponenten erstellt werden [5]. Zwecks Auswertung einer Vielzahl skalarer und komplexer Sensoren und ihrer Verdichtung zu höherwertigen Aussagen ist insbesondere die Einbringung erprobter Data-Mining-Methoden in die industrielle Automatisierungstechnik erforderlich und deren Verwendbarkeit für Entwickler, Berater und Ingenieure wissenschaftlich zu untersuchen [4].

Eine große Herausforderung besteht darin, der breiten Masse der Ingenieure (Domänen-Experte) und Datenanalysten (Data-Mining-Experte) Methoden und Werkzeuge zur datengetriebenen Analyse an die Hand zu geben, mit denen sie Systeme und Prozesse aus der realen Welt zur Problemlösung in der virtuellen Welt abbilden können. [4] Zur Lösung dieser interdisziplinären Fragestellung müssen reale Prozesse mit ihrer Charakteristik und ihren Daten erst einmal in eine qualitätsgesicherte, analytische Form überführt werden, um in nachfolgenden Data-Mining-Analysen Verwendung zu finden (siehe Abbildung 1).

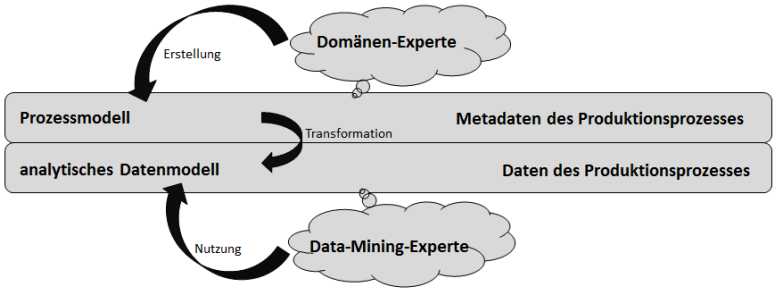


Abbildung 1: Interdisziplinäre Aufgabe in frühen Phasen des Data Mining

Dazu muss das Prozessverständnis sowie die analytischen Fragestellungen von Domänen-Experten in frühen Phasen von Data-Mining-Projekten möglichst verlustfrei in eine semi-formale Sprache für Data-Mining-Experten überführt werden. Der vorliegende Beitrag beschreibt eine modellgestützte Methode, die dieses Ziel verfolgt.

2 Forschungsdesign

2.1 Forschungsstand

Mit CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) existiert ein Vorgehensmodell zur Durchführung von Data-Mining-Projekten im industriellen Umfeld, das auch die frühen Phasen (Untersuchung der Geschäftsziele und Datenvorverarbeitung) unterstützt. Das Referenzvorgehen CRISP-DM definiert und beschreibt pro Phase einzelne generische Aufgaben unabhängig vom Anwendungsbereich sowie den verwendeten Technologien, um Data-Mining-Projekte systematisiert durchführen zu können. Das Benutzerhandbuch als inhaltliche Erweiterung gibt ausführliche Tipps und Hinweise zu den einzelnen Phasen und deren Aufgaben [3], [6]. Die Lösung der Aufgaben ist jedoch von der jeweiligen Situation abhängig und wird nicht expliziert. CRISP-DM liefert somit ausschließlich ein sehr abstraktes Vorgehen für eine Zuordnung des generischen Modells auf konkrete Anwendungsbereiche und keine Methode im Kontext von Produktionsprozessen [3], [8]. Die Ansätze Knowledge Discovery in Databases und SEMMA bieten ebenfalls nur Vorgehensbeschreibungen und sind noch weniger konkret als CRISP-DM. Es gibt jedoch bereits einige Erweiterungen von CRISP-DM, welche in Kurgan und Musilek [6] und Mariscal et al. [8] begutachtend dargestellt werden. So listete die CRISP-DM 2.0 Special Interest Group [1] bereits einen Überblick aufkommender Problemstellungen auf, jedoch gibt es dahingehend keine weiteren Veröffentlichungen. Solarte führte mit Data Mining for Industrial Engineering ein auf industrielle Anwendungen ausgerichtetes Vorgehensmodell ein. Jedoch ist auch dieses ähnlich zu CRISP-DM nur ein Vorgehensmodell ohne formale Prozess- und Sprachbeschreibung [12]. Laut Mariscal et al. [8] ist der Hauptbeitrag die Einführung einer kontinuierlichen Support und Wartungsphase. Marbán et al. bettet den KDD-Prozess in einen an die Softwareentwicklung angelehnten Prozess ein. Dieser beinhaltet Prozessverbesserung und Training inkl. Evaluation, Dokumentation, Konfigurationsmanagement, etc., jedoch keine situationsbezogene Konkretisierung für Produktionsprozesse [7]. Schließlich existiert mit IKDDM (Integrated Knowledge Discovery and Data Mining) ein Vorgehensmodell, in das die Phasen und Aufgaben von CRISP-DM integriert sind. Es ist aus der Kritik an der „ad-hoc“-Herangehensweise von CRISP-DM entstanden und beschreibt die Möglichkeit der Semiautomatisierung dieser Schritte [11]. Eine explizite Möglichkeit der Wiederverwendung der Ergebnisse vergangener Projekte fehlt hierbei ebenfalls. Bei IKDDM handelt es sich nicht um eine Methode, sondern lediglich um eine

Prozessbeschreibung in Form eines Modells. Wieland und Fischer lieferten erstmalig einen Ansatz zur methodischen Vorbereitung von Data-Mining-Projekten unter Verwendung von CRISP-DM, der für den Kontext diskreter Produktionsprozesse entwickelt wurde [15]. Dieser Ansatz liefert im Wesentlichen eine Sprachbeschreibung als Modellierungssprache, die sich an das Modell der Fertigungssteuerung (MFST) von Dangelmaier [2] anlehnt und in diesem Beitrag als Grundlage einer ganzheitlichen Methode zum Aufbau einer qualitätsgesicherten, analytischen Datenplattform für diskrete Produktionsprozesse Wiederverwendung findet.

2.2 Einordnung Forschungsstand und Forschungsfrage

Aus dem aufgeführten Forschungsstand lässt sich ein Konkretisierungsbedarf von CRISP-DM bezüglich einer Anwendung auf die Analyse von Prozessdaten diskreter Produktionsprozesse ableiten. Gerade in den Vorbereitungsphasen beschreibt CRISP-DM zahlreiche generische Aufgaben und Ergebnisse, ohne eine konkrete Form zu definieren und eine Wiederverwendung zu adressieren. Dieser Beitrag verfolgt entsprechend dem Design Science das Gestaltungsziel, eine modellgestützte Methode zur Vorbereitung von Data-Mining-Analysen im Kontext diskreter Produktionsprozesse zu entwickeln (Artefakt 1) und prototypisch umzusetzen (Artefakt 2).

Eine modellgestützte Methode besteht stets aus einer Prozessbeschreibung, die neben der Erstellung eines Modells auch dessen Transformation in neue Modelle und die Nutzung des neugewonnen Modells im Nicht-Modellraum beschreibt. Die dabei konstruierten Modelle müssen konform zu einer Modellierungssprache sein, die gemäß einer Sprachbeschreibung definiert ist [14]. Wieland und Fischer schlagen eine Sprachbeschreibung in Form eines Prozessmetamodells vor, das alle relevanten Komponenten, deren Beziehungen und Regeln definiert, um zusammen mit der ebenfalls gelieferten Prozessbeschreibung ein Prozessmodell zu erstellen, das die Anforderungen diskreter Produktionsprozesse und der Datenvorverarbeitung in Data-Mining-Projekten berücksichtigt [11]. Aufbauend auf dieser Arbeit widmet sich dieser Beitrag der Forschungsfrage:

> Wie kann ein Prozessmodell in eine qualitätsgesicherte, analytische Datenstruktur für die Anwendung von Data-Mining-Verfahren auf Daten diskreter Produktionsprozesse überführt werden?

Damit adressiert dieser Beitrag sowohl die Modelltransformation als auch die Modellnutzung der zu entwickelnden modellgestützten Methode. Abbildung 2 stellt den Gesamtumfang der modellgestützten Methode schematisch dar und markiert den Fokus dieses Artikels.

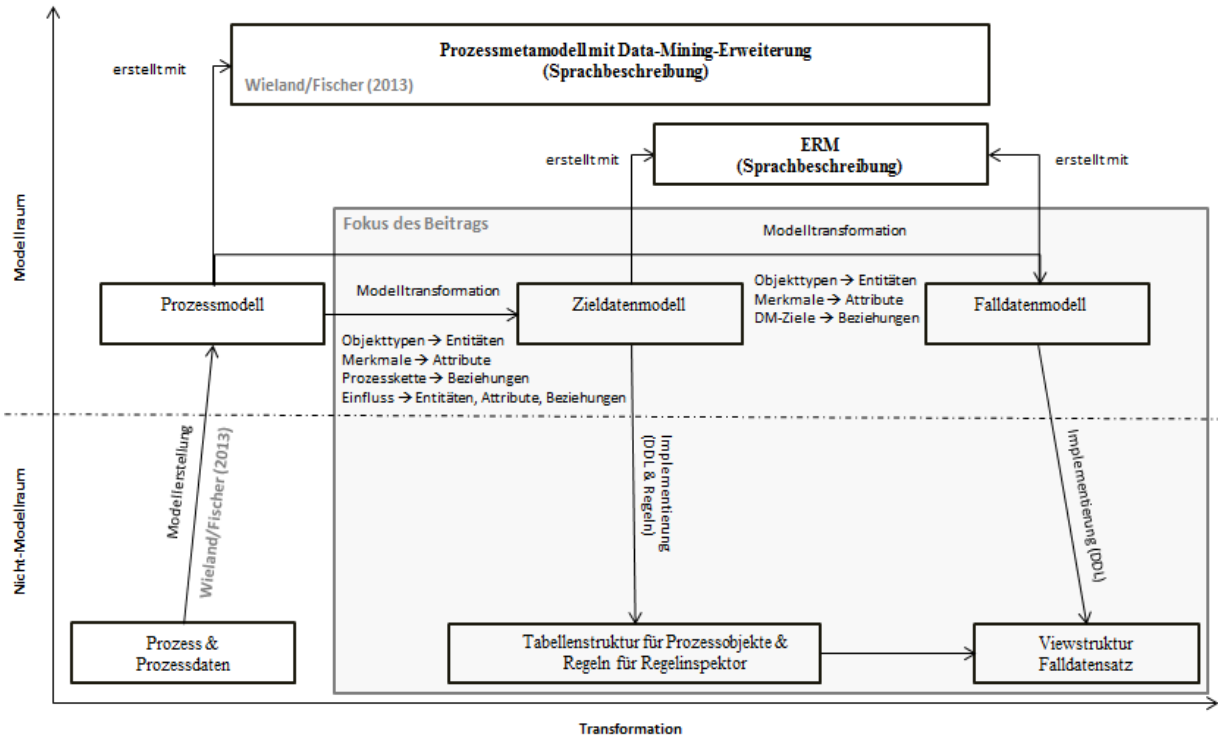


Abbildung 2: Zerlegung des Modellierungsproblems

Die folgenden Kapitel sollen nun die modellgestützte Methode semi-formal beschreiben und gleichzeitig anhand eines durchgängigen Fallbeispiels der Sensorfertigung aus der Automobilzulieferindustrie die jeweiligen Schritte der Methode innerhalb der Kapitel nachvollziehbar erläutern. Dafür wurde die modellgestützte Methode als lauffähiger Prototyp in einer webbasierten Datenbankanwendung realisiert.

3 Erstellung des Prozessmodells

Zielstellung

Mit Hilfe des Prozessmetamodells [15] wird der Produktionsprozess im Ist-Zustand modelliert. Neben der Ablaufstruktur des Prozesses ist speziell die Strukturierung von Prozessdaten sowie die Abbildung existierender Abhängigkeiten und vermuteter Ursache-Wirkungsbeziehungen das Ziel der Modellierung, die zunächst unabhängig von den Data-Mining-Zielen sowie den eingesetzten Verfahren ist. Der so modellierte Prozess kann mit Hilfe der Methode in ein prozessspezifisches Datenmodell transformiert werden, aus dem wiederum analysespezifische Falldatensätze abgeleitet werden können, die die Grundlage für die Anwendung konkreter Data-Mining-Verfahren darstellen.

Reflektierend auf CRISP-DM wird innerhalb der Modellerstellung die Struktur des Prozesses erfasst und beschrieben. Anders als bei der darauffolgenden explorativen Datenuntersuchung und Überprüfung der Datenqualität definiert die Modellerstellung Qualitätskriterien in Form von Metadaten und schafft Transparenz durch die Integration von Prozesswissen in Form von Ursache-Wirkungsbeziehungen. Durch die exakte Beschreibung der Prozessstrukturen entsteht die Grundlage für eine semantisch korrekte Integration von relevanten Daten innerhalb der Datenaufbereitungsphase. Anhand dieser Aspekte wird sichtbar, dass durch das Prozessmodell eine Transformation des realen

Prozesses in einen für Analysen aufbereiteten Untersuchungsbereich durchgeführt werden kann und somit die Überführung zwischen interdisziplinären Welten modellgestützt erfolgt.

Prozessbeschreibung

Beginnend mit der Erfassung der einzelnen Prozessschritte und ihrer Einordnung in die Prozesskette entsteht die Grundstruktur des Prozessmodells, das als Input-Output-System modelliert wird. Anschließend werden das Endprodukt und beteiligte Fertigungsmittel als Objekttypklassen mit ihren jeweiligen globalen Merkmalen und deren Ausprägungen erzeugt. Ferner beginnt die Modellierung der einzelnen Prozessschritte in ihrer Außensicht, die durch Input-, Output- und Ressourcen-Objekttypen sowie deren Merkmalszuordnungen definiert ist. Gemäß der globalen Merkmalszuordnung verfügt dabei jeder Objekttyp über die Merkmale seiner Objekttypklasse. Sollte innerhalb der Modellerstellung festgestellt werden, dass ein Merkmal fehlt, kann dies dem Merkmalskatalog hinzugefügt und über die Merkmalszuordnung verwendet werden. Im Anschluss an die Modellierung der Objekttypen können vermutete Ursache-Wirkungsbeziehungen innerhalb eines Objekttyps sowie zwischen Objekttypen in die Modellierung aufgenommen werden. Das beschriebene Vorgehen wird für jeden Prozessschritt innerhalb der Prozesskette durchgeführt. [15]

Modellerstellung am Fallbeispiel

Die modellgestützte Methode wurde beispielhaft für die Vorbereitung der analytischen Fragestellung zur Identifikation von Einflussgrößen und Wirkungsbeziehungen für eine proaktive Klassifikation von fehlerfreien und fehlerhaften Sensoren innerhalb einer Prozesskette angewendet. Dazu zeigt die nachfolgende Abbildung 3 den Prozess der Temperaturkompensation in der Fertigung eines magnetischen Flusssensors, der wie oben beschrieben im Prototyp modelliert wurde. Innerhalb dieses Teilprozesses soll der Sensor in seiner Wirkweise von Temperatureinflüssen befreit werden.

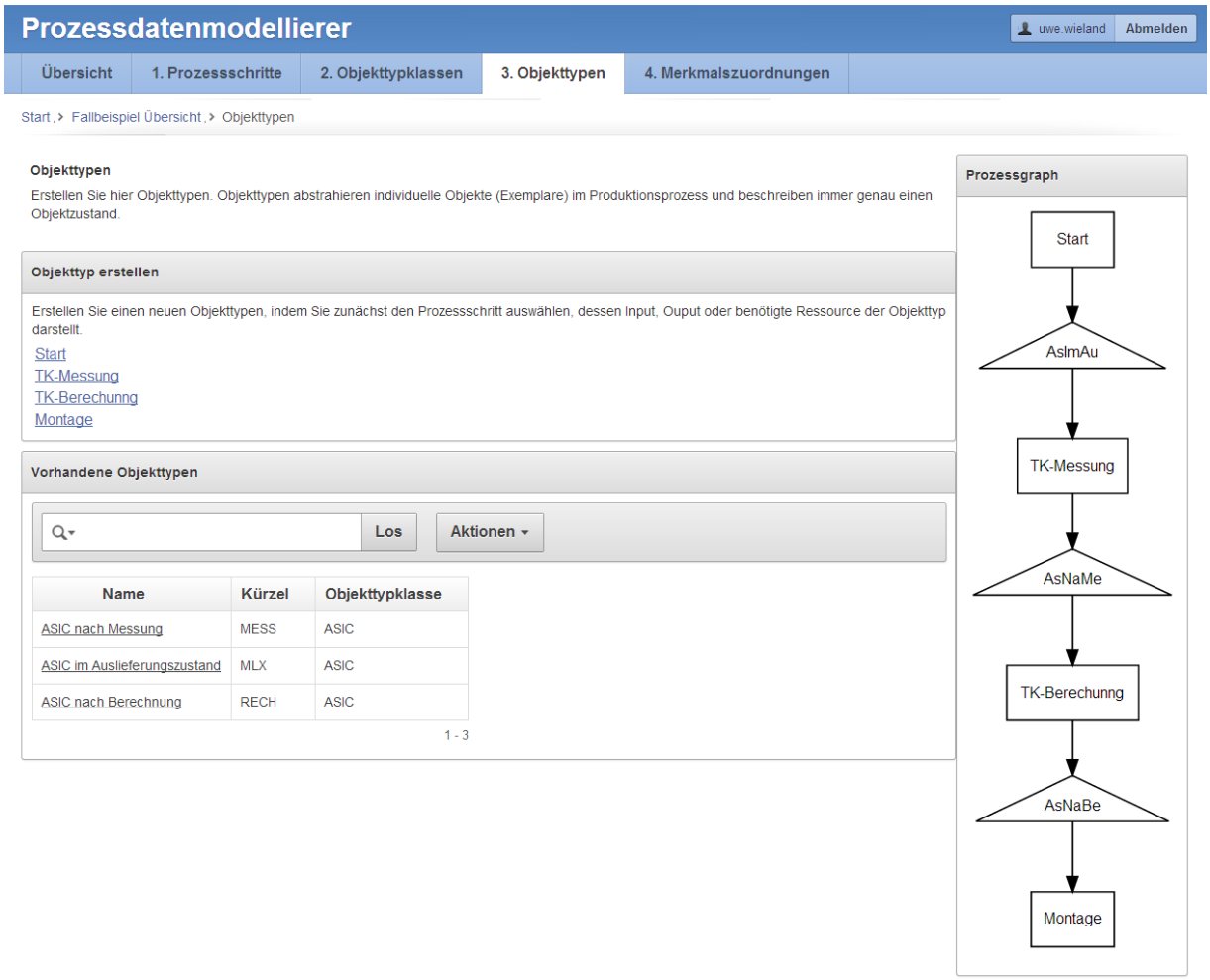


Abbildung 3: Objekttypen in Prozesskette am Fallbeispiel (im Prototyp)

Dazu durchläuft der Sensor im Wesentlichen die beiden Prozessschritte zur Messung der magnetischen Flussmesswerte bei unterschiedlichen Temperaturen (TK-Messung) sowie eine komplexe Berechnung der Temperaturkompensationsparameter (TK-Berechnung), bevor er in die Montage eingeht. Auf diesem Weg nimmt der Sensor – speziell der integrierte Schaltkreis (ASIC) im Sensor – drei unterschiedliche Zustände an, die als Input- und Output-Objekttypen gemäß Sprachbeschreibung mit ihren Merkmalen modelliert werden. Dabei wird zur Modellierung auf die Objekttypklasse „ASIC“ zurückgegriffen, die bereits gemeinsame Merkmale zur Beschreibung der drei neuen Objekttypen beinhaltet. Zu Beginn der Prozesskette gibt es einen ASIC im Auslieferungszustand (AsImAu) als Input-Objekttyp, der bereits eine initiale Belegung des Speichers (z.B. ein Temperaturdrift bei einer gemessenen magnetischen Feldstärke in einer bestimmten Position) aufweist. Dieser wird durch den Prozessschritt TK-Messung zu einen Output-Objekttyp (AsNaMe), der jetzt die charakteristischen Messwerte als Ausgangspunkt für die nachfolgende Berechnung besitzt. Nach erfolgter TK-Berechnung entsteht ein neuer Objektzustand, der als Output-Objekttyp (AsNaBe) die ermittelten Temperaturkompensationsparameter enthält sowie mit neuberechneten Werten überschrieben wurde. Weiterhin lassen sich Ursache und Wirkung zwischen Merkmalen als Einfluss in Form von Implikationen zwischen Aussagen, die mittels Variablen, Konstanten, Funktionen und (mathematischen und logischen) Operatoren definiert werden, beschreiben.

4 Transformation vom Prozessmodell zum Zieldatenmodell

Zielstellung

Mit der ersten Modelltransformation in der modellgestützten Methode soll die zuvor modellierte Prozessstruktur in ein konzeptuelles Datenmodell überführt werden, das die Prozessdaten dem Ablauf des diskreten Produktionsprozesses entsprechend abbildet. Damit stellt dieses Datenmodell nach relationaler Implementierung als Tabellenstruktur in einer Datenbank die prozesskonforme Aufnahme der konkreten Prozessdaten sicher und verkörpert das Ziel eines entsprechenden Ladeprozesses aus den operativen Datenquellen. Das etablierte Entity-Relationship-Modell (ER-Modell, ERM) dient dabei für den konzeptuellen Entwurf als Modellierungssprache mit klarer Syntax und Grammatik. Mit dem Zieldatenmodell als Container für die Prozessdaten sollen eine redundante Datenspeicherung und die Wiederholung gleicher datenvorbereitender Schritte vermieden werden, indem im weiteren Verlauf der modellgestützten Methode auf dieser Datengrundlage im Sinne der Wiederverwendbarkeit beliebige Falldatensätze für verschiedene prozessspezifische Data-Mining-Fragestellungen konstruiert werden können.

Prozessbeschreibung und Transformationsregeln

Bei der Transformation des Prozessmodells in das Zieldatenmodell sind die im Prozessmetamodell definierten Sprachkonzepte so in das ER-Modell zu überführen, dass eine Datenstruktur entsteht, die die Prozessdaten entsprechend dem modellierten Produktionsprozess abbildet. Gleichzeitig liegt der Fokus auf einer Datengrundlage, die sich für die Erstellung verschiedener Falldatensätze für die jeweiligen Data-Mining-Fragestellungen eignet.

Ausgangspunkt der Überführung sind die am einzelnen Prozessschritt modellierten Objekttypen, die individuelle Objekte (Exemplare) im Produktionsprozess abstrahieren und über Merkmalsausprägungen immer genau einen Objektzustand beschreiben. Aus jedem Input-, Ressourcen- und Output-Objekttyp wird bei der Transformation ein Entitätstyp im konzeptuellen Entwurf des Zieldatenmodells. Der Identifikator der dem Objekttyp entsprechenden Objekttypklasse (OTK) wird zum Schlüsselattribut des Entitätstypen. Aus den zugeordneten Merkmalen eines Objekttypen ergeben sich die Attribute des Entitätstypen. Der dazugehörige Attributtyp kann aus dem Skalenniveau des zugeordneten Merkmals abgeleitet werden, wobei sich kardinale Merkmale als Zahlen und nominale sowie ordinale Merkmale als Zeichenketten abbilden lassen. Gleichzeitig lässt sich der Wertebereich der Attributtypen über die im Prozessmodell definierten Sollwerte und Toleranzen bei kardinalen Merkmalen bzw. über die Merkmalsausprägungen bei nominalen und ordinalen Merkmale bestimmen.

Ein Prozessschritt wird im Prozessmetamodell grundsätzlich als eine Menge von Objekttypen repräsentiert, die unter Nutzung eines oder mehrerer Ressourcen-Objekttypen (z.B. Maschinen, Werkzeuge, u.a.) die Transformation eines oder mehrerer Input-Objekttypen (z.B. Werkstücke, Material, u.a.) in einen oder mehrere Output-Objekttypen herbeiführen. Daraus lässt sich ein n-stelliger Beziehungstyp zwischen den Entitätstypen der Input-/Ressourcen-Objekttypen und den Output-Objekttypen ableiten, um einen Prozessschritt vollständig abzubilden. Dieser n-stellige Beziehungstyp lässt sich schon auf konzeptueller Ebene in mehrere zweistellige m:n-Beziehungstypen zwischen den einzelnen Input-/Ressourcen-Entitätstypen und Output-Entitätstypen auflösen. Dieser Modellzustand ist prinzipiell schon für eine relationale Implementierung ausreichend, allerdings liegt im weiteren Verlauf der modellgestützten Methode die Konstruktion von Falldatensätzen für ausgewählte Data-Mining-Fragestellungen im Fokus, so dass es hilfreich ist, das Zieldatenmodell so

zu modellieren, dass eine einzige Output-Entität sämtliche Informationen seiner beteiligten Input- und Ressourcen-Entitäten erhält. Dies wird erreicht, indem die Anzahl der Beziehungstypen zwischen Input-/Ressourcen-Entitätstypen und Output-Entitätstypen entsprechend ihrer Kardinalität, die bereits im Prozessmodell definiert wurde, vervielfacht wird.

Mit diesen Transformationsregeln lassen sich sukzessiv sämtliche Prozessschritte der Prozesskette in das Zieldatenmodell überführen. Bei Output-Objekttypen, die wiederum als Input-Objekttypen in andere Prozessschritte einfließen, ist kein zusätzlicher Input-Entitätstyp notwendig, sondern kann durch den bestehenden Output-Entitätstyp substituiert werden. Eine Besonderheit ergibt sich bei eventuell auftretenden Zyklen in der Prozesskette, wenn Output-Objekttypen als Input-Objekttypen in vorgelagerte Prozessschritte zurückfließen. Solche Zyklen kann es in einem Prozessmodell auch mehrmals und unabhängig voneinander geben. Für die spätere eindeutige Identifizierung der Durchläufe eines Output-Objektes muss im konzeptuellen Entwurf des Zieldatenmodells jeder Entitätstyp von Output-Objekttypen innerhalb eines Zyklus eine Zähler-Variable als zusätzliches Schlüsselattribut erhalten. Zur Identifizierung solcher Zyklen im Prozessmodell und für die eindeutige Bestimmung der beteiligten Objekttypen können Algorithmen der Graphentheorie genutzt werden. Das Prozessmodell kann dabei als bipartiter gerichteter Graph interpretiert werden, bei dem es zwei Arten von Knoten gibt: Prozessschritt-Knoten (▭) und Objekttyp-Knoten (△). Die Kanten werden durch die gerichtete Beziehung der Objekttypen zum Prozessschritt bestimmt: Input-Objekttyp (△→▭) und Output-Objekttyp (▭→△). Ein Zyklus kann dann als starke Zusammenhangskomponente interpretiert werden, also als Teil eines Graphen, in dem jeder Knoten von jedem erreichbar ist. Diese können mit Hilfe von Tarjan‘s Algorithmus zur Bestimmung starker Zusammenhangskomponenten eindeutig identifiziert werden.

Aus dem ER-Modell lässt sich für die Nutzung ein relationales Datenmodell entwickeln, indem aus Entitätstypen Tabellen, aus Attributen Spalten und aus Beziehungen Fremdschlüssel werden. Die Tabelle 1 fasst die Überführung der Sprachkonzepte des Prozessmetamodells bis hin zum relationalen Datenmodell zusammen.

Tabelle 1: Überführung der Sprachkonzepte

Prozessmetamodell	**ER-Modell**	**relationales Datenmodell**
Objekttyp	Entitätstyp	Tabelle
Identifikator der OTK des Objekttypes	Schlüsselattribut	Spalte mit Primärschlüssel
Merkmalszuordnung	Attribut	Spalte
Skalenniveau	bestimmt Attributtyp	Datentyp
Sollwerte, Toleranzen, Merkmals-ausprägungen	definieren Wertebereiche	Check-Constraint für Merkmalsausprägungen
Prozessschritt	Beziehung zwischen I/R- und O-Entitätstypen	Fremdschlüssel

Vom Prozessmodell zum Zieldatenmodell am Fallbeispiel

Für das Fallbeispiel der Sensorfertigung wurden bis zur Montage der Sensoren die beiden Prozessschritte TK-Messung und TK-Berechnung modelliert, die in der Prozesskette aufeinander folgen. Die Objekttypen „ASIC im Auslieferungszustand“ (AsImAu), „ASIC nach der TK-Messung“ (AsNaMe) und „ASIC nach TK-Berechnung“ (AsNaBe) beschreiben mit ihren Merkmalen die

Objektzustände vor und nach den jeweiligen Prozessschritten, wobei der Objekttyp AsNaMe gleichzeitig sowohl Output-Objekttyp der TK-Messung als auch Input-Objekttyp der TK-Berechnung ist (siehe auch Abbildung 3). Entsprechend der zuvor beschriebenen Transformationsregeln entsteht aus jedem dieser drei Objekttypen ein entsprechender Entitätstyp. Da alle drei Objekttypen der Objekttypklasse ASIC angehören, wird deren Identifikator ASIC_ID Schlüsselattribut der drei Entitätstypen. Alle den drei Objekttypen zugeordneten Merkmale werden zu weiteren Attributen der jeweiligen Entitätstypen mit ihren jeweiligen Attributtypen und Wertebereichen, die dem Prozessmodell entnommen werden. Die Prozesskette führt zu Beziehungen zwischen den Entitätstypen AsImAu und AsNaMe sowie zwischen AsNaMe und AsNaBe. Das Ergebnis der Überführung des entstandenen ER-Modells ist in Abbildung 4 (links) zu sehen.

5 Transformation vom Prozessmodell zum Falldatenmodell

Zielstellung

Mit der zweiten Modelltransformation der modellgestützten Methode soll das anfangs erstellte Prozessmodell in ein Datenmodell überführt werden, das Strukturen bereitstellt, die nach relationaler Implementierung zusammen mit den Prozessdaten aus dem Zieldatenmodell direkt für prozessspezifische Data-Mining-Fragestellungen genutzt werden können. Der überwiegende Teil aller Data-Mining-Algorithmen benötigt für die Verarbeitung die Daten in Form einer einzigen zweidimensionalen Tabelle [10], [13]. Die Zeilen dieser Tabelle bilden die Fälle bzw. Instanzen, die durch eine eindeutige Fall-ID gekennzeichnet sind [13]. Die Spalten beinhalten die Attribute dieser Fälle [13], die als Prädiktoren in überwachten bzw. als Deskriptoren in unüberwachten Lernverfahren dienen. Handelt es sich um ein überwachtes Lernverfahren ist außerdem eine Zielvariable nötig, die gesondert gekennzeichnet werden muss. Ziel dieser Transformation ist also die Bereitstellung von Strukturen für solche Falldatensätze, die in ihrer Gesamtheit das Falldatenmodell definieren. Die Bereitstellung der für die Assoziationsanalyse benötigten spärlichen Falldatensätze [10] bzw. transaktionalen Datensätze [13] liegt zum aktuellen Zeitpunkt allerdings noch außerhalb des Scopes der modellgestützten Methode.

Prozessbeschreibung und Transformationsregeln

Die Transformation vom Prozessmodell zum Falldatenmodell ist ein interaktiver Prozess, der abhängig ist von den Data-Mining-Zielen des konkreten Geschäftszieles und den daraus resultierenden Fragestellungen. Für jedes einzelne Data-Mining-Ziel entsteht dabei ein individuell angepasster Falldatensatzes. Die notwendigen Metadaten werden dafür implizit aus dem Prozessmodell abgeleitet.

Auf konzeptueller Ebene entspricht jeder Falldatensatz einem eigenen Entitätstyp, der als Baum aufgebaut werden kann. Der zu untersuchende Output-Objekttyp definiert entweder über die gewählte Zielvariable oder über direktes Bestimmen die Wurzel des Baumes. Der Identifikator dieses Output-Objekttyps wird Schlüsselattribut des Fall-Entitätstyp und entspricht damit der Fall-ID des resultierenden Falldatensatzes. Das gegebenenfalls als Zielvariable bestimmte Merkmal des Wurzel-Objekttyps wird zum Attribut des Fall-Entitätstyps, genauso wie alle weiteren interessanten Merkmalszuordnungen dieses Objekttyps. Nun können im nächsten Schritt die interessanten Merkmalszuordnungen der am Prozessschritt beteiligten Input- und Ressourcen-Objekttypen als Attribute in den Fall-Entitätstyps einbezogen werden. Gehen dabei gleiche Input- bzw. Ressourcen-Objekttypen mehrfach in den Prozessschritt ein, werden die Attribute der gewählten

Merkmalszuordnungen entsprechende der Kardinalität der eingehenden Objekttypen, die im Prozessmodell definiert wurde, vervielfacht.

Sollten die Input-Objekttypen wiederum aus Output-Objekttypen eines vorangegangen Prozessschrittes hervorgegangen sein, dann kann der letzte Schritt solange wiederholt werden, bis alle für die Data-Mining-Fragestellung notwendigen Attribute in den Fall-Entitätstyp aufgenommen wurden. Zyklen werden mit dieser Vorgehensweise implizit je nach Auswahl des vorhergehenden Input-Objekttypen durchlaufen und müssen nicht zusätzlich behandelt werden.

Die relationale Implementierung des Fall-Entitätstyp kann über eine SQL-Abfrage über die den gewählten Objekttypen entsprechenden Tabellen des Zieldatenmodells und den korrekten Joins über die aus den Prozessschritten abgeleiteten Fremdschlüsselbeziehungen realisiert werden.

Vom Prozessmodell zum Falldatenmodell am Fallbeispiel

Ausgehend von der Fragestellung zur Identifikation von Einflussgrößen und Wirkungsbeziehungen zur Klassifikation von fehlerfreien und fehlerhaften Sensoren nach dem Prozessschritt der TK-Berechnung wird das Merkmal RECH_FEHLERFREI des Output-Objekttypen „ASIC nach TK-Berechnung“ (AsNaBe) als Zielvariable für den Start des iterativen Aufbauprozesses des Fall-Entitätstyp gewählt. Neben diesem Attribut für die Zielvariable wird gleichzeitig die ASIC_ID Schlüsselattribut des Fall-Entitätstypen, da dies der Identifikator der Objekttypklasse ASIC ist, zu der der Objekttyp AsNaBe zugeordnet ist. In weiteren Schritten wird die Prozesskette rückwärts durchlaufen und weitere Merkmale der vorgelagerten Objekttypen „ASIC nach TK-Messung“ (AsNaMe) und „ASIC im Auslieferungszustand“ (AsImAu) als mögliche Einflussgrößen dem Fall-Entitätstyp sukzessive zugewiesen (siehe Abbildung 4 rechts). Aus diesem Fall-Entitätstyp kann nun ein relationaler Falldatensatz für die Anwendung von Data-Mining-Verfahren erzeugt werden.

6 Nutzung des Zieldaten- und Falldatenmodells

Die konkrete Nutzung des Zieldatenmodells erfolgt anhand eines generierten SQL-Skriptes, das mittels der Data Definition Language (DDL) das in der Modelltransformation entstandene ER-Modell in eine relationale Tabellenstruktur überführt (siehe auch Tabelle 1) und damit das Ziel für einen spezifischen Datenladeprozess aus den operativen Quellsystemen definiert. Dabei entstehen zwei Arten von Tabellen: zum einen Staging-Tabellen für ein einfacheres Beladen, ohne Primärschlüssel-Beschränkungen und ohne Einschränkung bzgl. des Datentyps oder der Merkmalsausprägungen; zum anderen Ziel-Tabellen, bei denen die Eindeutigkeit des Primärschlüssels gefordert ist und der Datentyp der Spalten dem Skalenniveau der entsprechenden Merkmale entspricht mit gleichzeitiger Sicherstellung der gültigen Merkmalsausprägungen über Check-Constraints. Fremdschlüssel-Constraints gewährleisten die referentielle Integrität zu den Inputobjekten. Das Mapping der Daten der Staging-Tabellen auf die Ziel-Tabellen stellt bereits den ersten Schritt der Datenbereinigung und Datenqualitätssicherung dar. Einträge, die nicht auf das Modell passen, müssen verändert, gelöscht und/oder gesondert betrachtet werden. Ggf. wird an dieser Stelle aber auch festgestellt, dass das Prozessmodell noch einmal angepasst werden muss.

Die folgende Abbildung 4 zeigt links das Zieldatenmodell für die drei spezifizierten Objekttypen des Fallbeispiels, das generisch aus dem Prozessmodell erzeugt wurde. Diese definierte Zieldatenstruktur stellt eine konkrete Anforderungsbeschreibung dar, die vom Domänen-Experten zur Befüllung an die Verantwortlichen der Quellsysteme übergeben werden kann.

Abbildung 4: Ziel-Tabellen des Zieldatenmodells (links) und Aufbau des Fallendatensatzes (rechts)

Sind die spezifizierten Daten aus den Quellsystem in den Ziel-Tabellen bereitgestellt, werden auf Basis der erfassten Prozessmetadaten (z.B. Sollwerte, Ursachen-Wirkungsbeziehungen) Regeln generiert, die zur Prüfung der Datenqualität auf die geladenen Prozessdaten angewendet werden. Dabei erfolgt die Identifizierung von abweichenden Prozesscharakteristiken anhand von bekannten Regeln vor der eigentlichen Analysephase. Regelverletzungen sowie Datenqualitätsprobleme werden dabei durch Annotationen an den betroffenen Merkmalen dargestellt. Im Ergebnis werden somit bekannte Prozessprobleme sowie untypische Datenkonstellation in den zu analysierenden Daten entdeckt und können vor Anwendung der eigentlichen Data-Mining-Verfahren behandelt werden.

Ausgehend von den Data-Mining-Zielen entsteht in iterativen Auswahlprozessen entsprechend der zweiten Modelltransformation die Definition eines analysegerechten Falldatenmodells. Die konkrete Modellnutzung erfolgt dabei über generierte SQL-Skripte, die je Data-Mining-Ziel eine View (Falldatensatz) mit einer SQL-Abfrage über die qualitätsgeprüften Ziel-Tabellen der gewählten Objekttypen mit den korrekten Joins über die aus den Prozessschritten abgeleiteten Fremdschlüsselbeziehungen bereitstellen. Die erzeugten Falldatensätze werden anschließend als Ergebnis an die jeweiligen Data-Mining-Verfahren zur Analyse übergeben.

Im Fallbeispiel existierte eine Fragestellung zur Identifikation von Einflussgrößen und Wirkungsbeziehungen zur Klassifikation von fehlerfreien und fehlerhaften Sensoren nach dem Prozessschritt der TK-Berechnung. Dazu wurde der Output-Objekttyp „ASIC nach Berechnung“ (AsNaBe) ausgewählt und die binäre Zielvariable RECH_FEHLERFREI bestimmt. Anschließend wurden die vorgelagerten Objekttypen ausgewählt, deren Merkmale auf einen Einfluss hin untersucht werden sollten. Im Ergebnis entstand ein Falldatensatz, der direkt aus der bereits gefüllten Zieldatenbank generiert wurde und jeder beliebigen Data-Mining-Software für die Analysephase zur Verfügung gestellt werden konnte.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die modellgestützte Methode ermöglicht bereits mit der Modellerstellung eine gezielte Zusammenführung von Ingenieuren und Datenanalysten und schafft damit ein Kommunikationsmittel für eine aufgabenteilige, interdisziplinäre Bearbeitung von analytischen Fragestellungen in diskreten Produktionsprozessen. Durch die integrierte, modellgestützte Beschreibung des betrachteten Produktionsprozesses entsteht eine einheitliche Wissensbasis über semantische Ablaufbeziehungen sowie über die zugrundliegende Datenstruktur und deren Besonderheiten. Mittels Zuführung von Metadaten erhält der Datenanalyst notwendige Informationen über die Prozessdatenstruktur zur effizienten Konfiguration von Data-Mining-Verfahren. Die Transformation des Prozessmodells in ein Zieldatenmodell dient dabei einer spezifischen Beschreibung, welche Daten für eine Analyse des Prozesses relevant sind und in welcher Struktur diese aus den operativen Quellsystemen bereitgestellt werden sollen. Der Regelinspektor sichert unter Verwendung der Metadaten aus dem Prozessmodell, dass bekannte Charakteristiken des Prozesses eingehalten wurden und die Daten in einer gewünschten Qualität für die nachfolgende Analysephase zur Verfügung stehen. Ausgehend von den Data-Mining-Zielen für einen betrachteten Prozess liefert die Transformation des Prozessmodells in ein Falldatenmodell die Struktur zur Erzeugung eines analysegerechten Falldatensatzes, der unmissverständlich durch den Datenanalysten weiterverarbeitet werden kann.

Bezogen auf weitere Forschungstätigkeiten sollen Prozesseinfluss- und Prozessergebnisgrößen sowie Ursache-Wirkungsbeziehungen als Ergebnisse von Data-Mining-Analysen im Prozessmodell dokumentiert werden, um somit als formale Wissensbasis für den jeweiligen Prozess, den Regelinspektor und als Informationslieferant für die multidimensionale Modellierung eines prozessorientierten, analytischen Informationssystems zu dienen. Dafür werden aus dem Modell prozessspezifische Fakten und Dimensionen mit ihren Hierarchien bedarfsgerecht für eine multidimensionale Darstellung abgeleitet. Das erzeugte Zieldatenmodell eines Prozesses besitzt weiterhin zu jedem korrespondierenden Merkmal aus dem Prozessmodell die Daten aus den operativen Systemen und dient daher als Quelle für den generischen ETL-Prozess zur Beladung des analytischen Informationssystems.

8 Literatur

[1] CRISP-DM 2.0 Special Interest Group (2006). CRISP-2.0: Updating the Methodology. http://www.crisp-dm.org/new.htm. abgerufen am 14.04.2013.

[2] Großmann, K.; Wiemer, H.; Weller, J.; Großmann, K.K. (2010): Reproduzierbare Fertigung in innovativen Prozessketten. Konzeption eines Beschreibungs- und Analysetools (Teil 2). ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 105: 954–958

[3] IBM (2010): CRISP-DM 1.0 - Step-by-step data mining guide. ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/modeler/14.2/en/CRISP_DM.pdf abgerufen am 12.08.2013.

[4] Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J. (2012): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 (Vorabversion). Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., München.

[5] Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., München.

[6] Kurgan L., A., Musilek, P. (2006): A survey of Knowledge Discovery and Data Mining process models. Cambridge University Press 2006:1–24.

[7] Marban, S.; Mariscal, G.; Menasalvas, E.; Segovia, J. (2007): An engineering approachto data mining projects. in Proceedings of the 8th international conference on Intelligent data engineering and automated learning, IDEAL'07, S. 578–588, Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.

[8] Mariscal, G.; Ó.M.C.F. (2010): A survey of data mining and knowledge discovery process models and methodologies. The Knowledge Engineering Review:137–166.

[9] SAS Institute GmbH (2013): Auswertung von Maschinendaten. Ergebnisse einer Befragung von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, Forsa-Studie. http://www.sas.com/offices/europe/germany/download/files/pdf/BA_ST_Manufacturing_Forsa_03_2013.pdf abgerufen am 16.04.2013.

[10] Seewald, A.; Scuse, D. (2012): WEKA Manual. University of Waikato, Hamilton, New Zealand, Version 3-7-7.

[11] Sharma, S. (2008): An Integrated Knowledge Discovery and Data Mining Process Model. Dissertation, Virginia Commonwealth University.

[12] Solarte, J. (2002): A proposed data mining methodology and its application to industrial engineering. Masterarbeit, University of Tennessee, Knoxville.

[13] Taylor, K. L. (2011): Oracle Data Mining Application Developer's Guide. Oracle, 11g release 2 (11.2), e12218-07.

[14] Weller, J. (2010): Modellgestützte Prozessverbesserung. Entwicklung einer wiederverwendungsorientierten Methode zur durchgängigen Unterstützung der Modellerstellung, -transformation und -nutzung im Rahmen der Prozessverbesserung. Dissertation, Technische Universität Dresden.

[15] Wieland, U.; Fischer, M. (2013): Zur methodischen Vorbereitung von Data-Mining-Projekten unter Verwendung von CRISP-DM im Kontext diskreter Produktionsprozesse. In: H. Baars (Hrsg.), Tagungsband zum fünften Workshop Business Intelligence: Innovationsstränge in der Business-Intelligence-Forschung. Freiberg.

Big Guys and Big Data: Mining Shareholder Interaction Networks of Transnational Media Companies with Weighted Quasi-Bicliques

Sabine Baumann

Jade University, D-26389 Wilhelmshaven, E-Mail: sabine.baumann@jade-hs.de

Oliver Eulenstein

Iowa State University, Ames, USA, E-Mail: oeulenstein@iastate.edu

Abstract

Investigating into extensive shareholder interaction networks across different companies can provide novel insights into interdependencies and underlying power structures, in particular for rather opaque industries such as transnational media and financial institutions. High degrees of small minority ownerships are typical for the media sector reflecting legal restrictions on ownership, in turn increasing network scope while reducing data availability with reduced disclosure requirements. Thus, the big scale of the data, their massive complexity, their unreliable, dynamic nature, as well as often low quality renders the computational exploitation of these networks fraught with algorithmic challenges. Here we propose identifying weighted quasi-bicliques in ownership networks using Integer Programming. Furthermore, we demonstrate the abilities of weighted quasi-bicliques in extracting features and recovering missing interactions from the network.

1 Introduction

Cloud and big data provide scientists with an unprecedented access to business interaction networks of massive size embodying viable relationships between interactors including customers, competitors, owners or other stakeholders. Such networks harness a rich wealth of valuable structures that are intrinsic to modern, highly dynamic business environments. For example, investigating business interaction networks among shareholders across different companies can elucidate the often hidden interdependencies and underlying power structures, in particular for rather secretive industries such as transnational media and financial institutions. Capturing and correctly representing the modularity of interaction networks can provide novel insights into underlying network activities and improve the prediction of individual and organizational behavior. Not surprisingly, computationally analyzing business interaction networks has become a thriving field in many areas of the business world [10] [11] [18] [24] [32], including market structures, information distribution, property rights dissemination, production management or logistics. However, such analyses can be largely obfuscated by the high complexity, incompleteness, and error-proneness of the data underlying business interaction networks. For example, within business settings some incumbents actively conceal their involvement unless legally required to disclose information. This is particularly the case for transnational media companies and financial institutions whose business partially depends on background performances. Some business interactions are highly transient and can only be measured indirectly, while others exist permanently. Hence, dependable computational analyses of interaction networks are prompting the development of novel algorithms and their effective implementation in powerful computational tools providing a user-friendly graphical user interface.

One promising approach to more reliably analyzing business interaction networks is by modeling them as bipartite graphs. These are natural representations for such problems with the vertices representing two sets of entities (i.e. companies, shareholders, customers, products) and edges a possible connection between them. It is the link between two incumbents from either set that contains the relevant meaning for further investigations. Hence, investigating into dense subgraphs, called *quasi-bicliques*, of such bipartite graphs potentially discloses formerly unknown relationships.

Figure 1 depicts an example of a bipartite graph, where the x-vertices could signify media companies while the y-vertices represent financial institutions. An edge is drawn between a media company and a financial institution only if the latter is a shareholder of the respective media company. The subgraph induced by the red-marked vertices (consisting of the blue colored edges) forms a quasi-biclique in the bipartite graph representing a group of media companies with a similar shareholder structure. Missing edges necessary to complete this quasi-biclique, e.g. an edge between vertex *y9* and *x0*, could be used to predict that *x0* might be of interest as an investment for *y9*. Further, financial institutions in the quasi-biclique could be of interest to government investigators as the completion of the quasi-biclique could be more likely than the formation of other links.

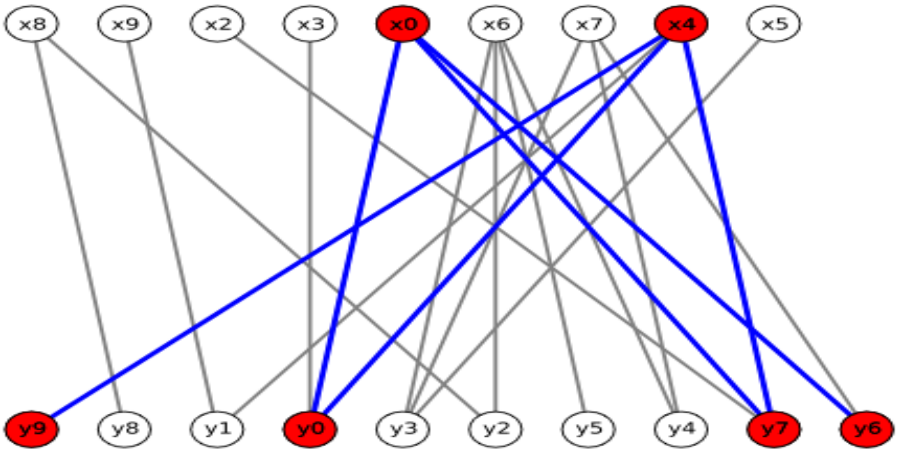


Figure 1: **Quasi-biclique: A bipartite graph G is shown. The subgraph of G induced by the vertex set *{x0, x4, y0, y7}* is complete, i.e. a *biclique*. In contrast, the subgraph S of G induced by the vertex set *V= {x0, x4, y0, y6, y7, y9}*, which is represented by the blue colored edges, is incomplete. However, the subgraph *S* is *nearly complete*, since only a small fraction of the edges of the biclique with vertex set *V*, i.e. the edges *{y9, x0}* and *{y6, x4}*, are required to complete S. Nearly complete graphs can be described using definitions of quasi-bicliques.**

Quasi-biclique approaches have shown to be successful in settings that are similar to the challenges of business interaction networks: for example, identification of interacting protein groups [9] [20], discovering web communities containing a group of web pages and a group of users [23], words and documents co-clustering [25]. However, business interaction networks are typically better modeled by edge-weighted bipartite graphs when the underlying data provide such information, like for company-shareholder interactions where the weights could represent the percentage of equity held by an investor. Furthermore, identifying quasi-bicliques with special user defined properties, e.g. the density distribution of their edges, can greatly increase on their analytical ability.

Here we propose modeling business interaction networks as weighted bipartite graphs in which we seek to identify novel *α/β* quasi-bicliques for deep analyses of the networks (see Section 2 for the description of the methods). Without loss of generality we assume that weights of business interactions, and therefore the edge weights of the bipartite graphs modeling business interactions, are normalized to be an element of the closed interval [0,1]. An example for such a graph is depicted in Figure 1 when all edges are assumed to have a weight of one. The subgraph induced by the vertex sets *U={x0, x4}* and *V={y0, y6, y7, y9}* in this graph represents an *α (= 75)/β(= 50)* quasi-biclique; that is, a graph where for each vertex in set *U (V)* the weight of its incident edges sums up to at least *α (β)* percent of *|V| (|U|)*. Observe that *|V| (|U|)* is the maximal possible weight when all incident edges to a vertex in *U (V)* would have a weight of one. *α/β* quasi-bicliques provide control over the distribution of the missing interactions that can be parameterized to best suit particular analyses. Recently, analyses that identify *α/β* quasi-bicliques with an overall maximal weight of their edges, called *maximal α/β quasi-bicliques*, have been successfully applied in identifying modules in protein-protein interaction networks [5], which is analogous to identifying concealed structures in weighted business interaction networks. In business settings data availability is typically limited as company information is withheld unless legal disclosure requirements exist in order to sustain competitive advantages. Furthermore, the number of companies worldwide with relevant market size easily exceeds 120 million entities which theoretically could all have business relationships of various kinds with each

other. Consequently, extracting hidden information from big company data may considerably improve strategic decision making for business competitors.

Despite these promises the problem of identifying maximal α/β quasi-bicliques in a given weighted bipartite graph is intrinsically difficult [4]. However, using ILP solvers [4], we were able to compute efficiently solutions for moderately sized interaction networks of publicly listed transnational media companies and their shareholders. The analysis revealed previously unknown quasi-bicliques of shareholders with identical investment structures into the same quasi-biclique of media companies although most the investments were below the legal threshold for disclosure and hence information on their existence was hidden. These newly discovered quasi-bicliques can now serve as starting points for investigations into possible coordinated behavior of incumbents.

The remaining sections of this paper are organized as follows: Section 2 provides formal definitions and time complexity results related to *α/β* quasi-bicliques, Section 3 explicates the setting for analyses into corporate social networks, the challenges they contain as well as the benefits to be gained from them. We apply our proposed framework in Section 4 and investigate the shareholder interaction networks of the top 40 publicly listed transnational media companies. The outcome is being evaluated regarding their implications for economic and managerial research, in particular the structural component of the structure-conduct-performance approach. In the final Section 5 we present our conclusions and directions for future research.

2 Methods

A *bipartite graph G,* denoted by *(U+V, E),* is a graph whose vertex set can be partitioned into the sets *U* and *V,* such that for every edge $\{u,v\} \in E$ we have $u \in U$ and $v \in V$ (i.e. *U* and *V* are independent sets in *G*). Let $G := (U+V, E)$ be a bipartite graph. We say a tuple (U^b, V^b) is *included* in the tuple *(U, V),* if $U^b \subseteq U$ and $V^b \subseteq V$. The tuple is *non-empty,* if both U^b and V^b are not empty sets. The graph *G* is *complete* when $\{u,v\} \in E$ for each $u \in U$ and $v \in V$. A *weighted bipartite graph G,* denoted by *(U+V, E, ω)* is a complete bipartite graph *(U+V, E)* with a weight function $\omega : E \rightarrow [0,1]$.

Let $G := (U+V, E, \omega)$ and $\alpha, \beta \in [0,1]$. Then, an *α/β quasi-biclique in G* is a non-empty tuple *(U', V') included in (U, V)* that satisfies the following two properties: (i) $\forall u \in U'$: $\sum_{v \in V'} \omega(u,v) \geq \alpha|V'|$, and (ii) $\forall v \in V'$: $\sum_{u \in U'} \omega(u,v) \geq \beta|U'|$. Let Q be an *α/β* quasi-biclique in *G*. The weight of *Q is the* sum of all its in *G* induced edge weights. Q is *maximum,* if all *α/β* quasi-bicliques in *G* have a weight that is at most the weight of Q.

Problem (*α/β* quasi-biclique)

Instance: A weighted bipartite graph *G*, and values $\alpha, \beta \in [0,1]$.

Find: A maximum *α/β* quasi-biclique in *G*.

The *α/β* quasi-biclique problem is NP-hard [4], since it can be reduced in polynomial time to the maximum edge biclique problem. However, this problem can be equivalently formulated as an Integer Liner Programming (ILP) Problem [5] reflecting the typical sparseness of business interaction networks. The ILP models corresponding to our instances of *α/β* quasi-biclique problems were generated in Python, and solved in Gurobi 4 [12] on a PC with an Intel Core2 Quad 2**:** 4 GHz CPU with 8 GB memory. Utilizing commercial ILP solvers, e.g. CPLEX [8], allows us to compute efficiently solutions for moderately sized interaction networks of publicly listed transnational media companies and their shareholders.

3 Application Setting: Analysis of Corporate Social Networks

Social network analysis aims to explain social behavior or the formation and evolution of institutions by investigating the relationships between concrete entities such as persons or organizations [34]. Interest into studying social network structures in economics and business management was spurred by sociological critique of markets and hierarchies as organizational forms [16] [17] [26] [27]. Companies use evolving networks in which they interact with other companies to achieve competitive advantages by forming new relations and removing unfavorable ones [6]. This approach differs considerably from the standard neoclassical model in which autonomous omniscient actors decide independently in a profit-maximizing endeavor [18] [27]. The traditional model also assumes complete knowledge of the entire market (actors, goods, prices, etc.) and disregards costs incurred through information provision and coordination activities [2]. For larger systems both assumptions become quite unrealistic as growing intransparencies force the actors to either intensify their search for information or accept expanding uncertainties in decision making. However, the network model can incorporate both, bounded rationality and transaction costs [18].

So far applications of social network analysis for corporations have dealt with questions of corporate ownership and board of directors, diffusion of information in networks, formal and informal organizations, and R&D collaborations [18]. Questions investigated in studies about the company environment concern drivers and processes of strategic network formation and development, types of inter-company links that improve competitive positions, sources of value creation in networks, and linkages between distributions of benefits depending on companies' positions in the network [6]. Researchers focusing on internal company structures have studied the different roles of individuals within organizations, existing subgroups, connections between organizational divisions, finding bridge roles that connect otherwise unconnected groups, contact conversion to adopt a new technology or practices, or changes of the structures of an enterprise’s social networks after a particular event (e.g., a company social, a round of new hires or layoffs) [33].

Of particular interest in the scope of this paper are strategic company networks that may be defined as stable relationships between two or more organizations that are strategically important to participating companies, i.e. their long-term survival. Links can take the form of joint ventures, alliances or other long-term partnerships, e.g. buyer-supplier relations, equity alliances, distribution agreements. Equity joint firms and minority equity alliances are grouped as equity alliances whereas relationships without equity exchange are called non-equity alliances [6]. Opportunities for strategic cooperation are manifold: achieving critical mass (e.g. for negotiations), cost pooling, generating economies of scale and/or scope, creation of synergies, risk spreading and sharing, accessing new customers, markets, information, technologies or suppliers, developing industry standards, sharing knowledge and facilitating, aligning resources for large scale projects, increasing speed in product development or market entry, preparations for an acquisition, image improvement, control of competition or improving the competitive position. Disadvantages involve the transaction costs for managing the network, limited/partial control of the network structures, loss of competencies and increasing interdependencies. Nevertheless, being connected bears considerable advantages; studies have shown that there is a positive correlation between the diversity of its alliance network and a firm's performance [26].

The patterns of socio-economic networks evolve with the formation and deletion of ties. Opposed to previous assumptions the existence of links is not only driven by cost-benefit assessments [18]. More specifically, “the probability that an alliance will form between two actors is a function of the indirect connections that these actors have to one another. These indirect connections are conduits for

information about reputation and peer control" [26]. Consequently, social network ties provide a mechanism by which actors obtain information through trusted sources, possibly combined with a social obligation to them, that help to overcome information asymmetries and hence to pursue business opportunities that would not have been available or for which risk assessment might have been too difficult [31]. Furthermore, in markets with a high level of uncertainty the status level has an inherent potential to limit access to potential affiliates as high status actors could damage their own reputation through links with low status participants [26].

The strength of ties is a combination of social closeness, degree of mutuality and frequency of contact. While strong ties are the socially closer with high flows of goods, emotions, information etc., according to Granovetter [13] it is the weak ties with low interactivity rates that connect otherwise separate parts of the network structures and enhance a company's ability to form new relations [26]. The capability to use these weak ties to access more remote parts of business interaction networks is of vital importance in corporate environments to sustain competitiveness.

Already established ties affect a company's ability to form new ties, which means there is an incentive to maintain ties even if they are currently not being actively used [26]. Besides, potential costs of withdrawal stabilize network ties [18] and may even create a lock-in situation. Thus, trust and obligations not only determine the successful operation of networks, but also limit the extent of changes to a network [26].

In the analysis of corporate networks the social relations existing between companies can be regarded as networks of power. Both, ownership relations between firms as well as so called interlocking directorships form intricate business interaction networks. Interlocks occur when a person affiliated with one organization has a seat on the board of directors of another organization [22]. On one hand ownership relations are instruments to exert direct corporate control, but ownership relations can also be indirect. For example, diverse relationship patterns exist such as the so-called pyramids and cross-shareholdings as well as business groups. On the other hand, interlocked directors among firms are known to convey information and power [18]. Therefore, they are considered as a primary indicator of connections between two companies [22]. Outside directors are frequently recruited from the banking, insurance and investment sectors and many of them hold multiple directorships as well as executive positions at their own company [30]. Personal and capital relations together are often seen as principal control relations surrounding enterprises [30]. The spread of corporate practices through the director network can have implications for the decision making process [18] but it cannot automatically be inferred that there is common behavior [30].

It can be concluded that corporate social networks provide ideal research realms for applications that are based on identifying weighted quasi-bicliques. Not only are these networks extensive expressions of business interaction networks with limited and distorted data, their real power structures lie in the weak links with low activities that are hard to capture. The subsequent section mines ownership structures of transnational media conglomerates as an example of two industries with inherently obfuscated relationships.

4 Mining Ownership Structures of Transnational Media Companies

The media industry provides products and services of a very special nature, because they are not only commercial goods, but also have a cultural dimension in that they have to respond to value objectives of society [2] [7]. Media companies not only supply the platforms for information distribution and exchange but also most of the content. The combination of control of information access and content

provision endows them with a rather powerful position. It is therefore feared that concentration of media ownership could have several undesirable consequences for the performance of the media markets such as reduced access to and decreasing diversity of information [14], slower innovation and increased prices due to lack of competition [4] [6]. Although ownership of media is therefore restricted in most countries [4], structures on the meta-level can occur where investors with minority holdings in the same media companies pool their voting rights to name members of boards of directors and/or to jointly control the decisions of the respective media companies [28].

Financial management is a strategic task for media companies, i.e. the acquisition of either equity or borrowed capital. Experience and credence properties (i.e. if the quality of a product or service cannot be assessed before consumption) of financial services as well as media products and services lead to a double-asymmetry where both partners must rely on previous experience and/or good reputation. Therefore effective social networks are vital for long-term stability in capital structures because social connections allow companies to obtain secluded information and reduce information asymmetries [31]. Consequently, the financial services sector is linked to media through investments into media companies as well as through interlocking directorships. "(...) the capital intensive nature of the media industry provides finance with a center role in all key decisions" [28]. Thus, strong and dependable links provide the basis for reliable external finance for the media companies and risk reduction for the financial investors [31].

As a consequence both media and financial services are very impenetrable sectors trying to convey as little information as possible about their business interaction networks, regarding both the participants as well as their activities. The properties of their product and service portfolios imply distinguished trust, status and reputation due to the high degree of information asymmetries inherent in their business. Activities between weak ties most likely drive the business interaction networks, albeit in the background. This is a setting to apply our effective algorithms to detect maximal weighted quasi-bicliques with similar or identical investment structures as a starting point for investigations into hidden power structures.

For our application we investigated the relationships of the Top 40 publicly listed media companies and their publicly listed shareholders (158 banks, insurances and other financial investors). Although publicly listed companies report their income situations as well as their shareholder structures, holdings of less than 5 percent typically do not need to be disclosed. This moderately sized example serves as a proof-of-of-concept in order to evaluate whether the method of weighted quasi-bicliques can discover previously unknown relationships in a business interaction network with limited data availability. Scalability of analogue problems is immense: there are more than 120 million companies of relevant market size (turnover above minimum legal limit for which tax is incurred) worldwide, all with potential interactions of various kinds. Broken down onto the individual actors level (e.g. directors, managers, customers, products) business interaction networks inherently provide big data settings.

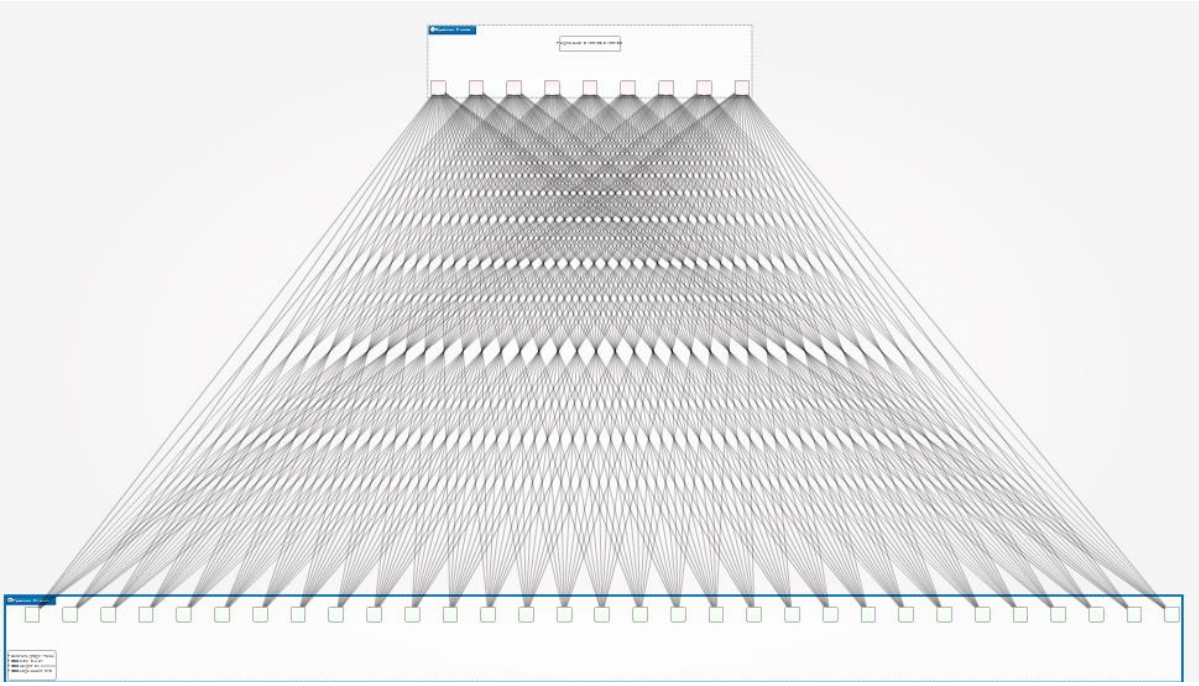


Figure 2: **Graph of quasi-biclique with financial investors all holding shares in the same publicly listed media companies (Data Source: Bureau van Dijk [3]). The names of the media companies and the financial institutions are listed in table 1. This quasi-biclique of financial institutions can be very powerful if the incumbents coordinate their activities to influence the behavior of one, several, or all of the media companies.**

The business interaction network in our example was modeled as a bipartite graph with one set of nodes representing media companies, the other set financial investors. Obviously not all investors hold shares in all media companies, so our initial graph only contains a link between a media company and an investor if a shareholding exists. The existing links were weighted with the percentage of ownership of an investor into a media company. If a percentage was not available an estimate based on historic data from company or industry reports was used [3]. Within our large initial graph we searched for sub-graphs where a set of media companies had exactly the same set of financial investors. Figure 2 displays an example of one of the detected sub-graphs, which contains nine media companies and 31 financial investors. Table 1 lists their full names; among them are well-known participants from both industries that could have a potential interest in coordinated behavior.

Media Companies (9 companies)	**Financial Investors (via funds, except Mitsubishi) (31 companies)**
McGraw Hill Companies Inc. Discovery Communications Comcast Corporation Cablevision Systems Corporation Time Warner Inc. News Corporation Inc. Viacom Inc. Walt Disney Yahoo Inc.	Blackrock Inc. Deutsche Bank AG State Street Corporation Rhumbline Advisers Limited Partnership Prudential Financial Inc Goldman Sachs Group Inc. T. Rowe Price Group Inc. State of Texas Bank of America Corporation Teachers Insurance & Annuity Association of America Mitsubishi Ufj Financial Group Inc. FMR LLC AXA Sumitomo Mitsui Trust Holdings, Inc. State of Florida Government of Norway The Vanguard Group Inc. JP Morgan Chase & CO. Power Corporation of Canada Charles Schwab Corporation Regeringskansliet Mizuho Financial Group Janus Capital Group Inc.. State of New York Legal & General Group PLC Geode Capital Mananagement LLC State of California UBS AG Credit Suisse Group AG Northern Trust Corporation Bank of New York Mellon Corporation

Table 1: List of incumbents for discovered quasi-biclique with matching media company - shareholder structure (Data Source: Bureau van Dijk [3]).

From the investors point of the view the media company set demonstrates a viable risk spread depicting a variety of categories. It includes huge players such as Comcast, currently the largest media company by revenues, and smaller players such as Discovery Communications. Regarding media access, distribution and display technology the focus ranges from cable (e.g. Comcast or Cablevision Systems), printed media, (e.g. McGraw Hill), audiovisual media (e.g. Discovery Communications) to internet (Yahoo). Companies such as Time Warner, Disney, Viacom or NewsCorp have already very diversified structures, including traditional and digital media. Pulled together the media companies cover a wide geographic scope with some having a strong focus on the largest global media market - the US - (e.g. Comcast) while others have a more global outreach (e.g. NewsCorp and

Disney). In combination the incumbents in the media company quasi-biclique have a humongous customer base with extensive cross-selling potential, in particular to deal with the explosion of cross-media settings. Nevertheless, regardless of the risk spread, the media sector remains one of the most volatile and hence high-risk investment sectors where adequate and timely information on the economic situation of the players is crucial for portfolio management.

Investigating the quasi-biclique of financial investors some large-scale institutional investors such as Blackrock, Deutsche Bank, J.P. Morgan, Goldman Sachs, UBS, AXA and other large banks and insurances had been projected to be present. More of a surprise are pension funds (e.g. Teachers Insurance Association of America), US States (Texas, New York, California) or the Governments of Norway and Sweden (Regeringskansliet), as these investors would not necessarily be expected to include highly volatile sectors such as media into their portfolios. Other incumbents of this set originate in the financial services of other industrial sectors, for example energy (e.g. Power Corporation of Canada) or automobiles/transport (e.g. Mitsubishi). Overall, the discovered quasi-biclique of financial investors contains a diverse combination of players whose common media investment strategy and hence possible business interaction was not formerly known.

With respect to specifically impenetrable industries such as transnational media and finance, the discovery of hidden interaction networks such as the example described above now provides an unprecedented opportunity to investigate clusters of actors who are most likely to cooperate. This is a huge improvement over previous approaches that were largely based on assumptions depending on previously perceived behavior, if that information actually became available, and were therefore commonly unable to identify the full scope of business interaction networks. The newly discovered networks can now serve as starting points to scrutinize, for example, possible interlocking directorships or coordinated activities in the market environment such as enforcing industry standards [22] [33]. The objective would be to improve previously inconclusive results regarding the influence of ownership concentration and firm performance because they could not sufficiently account for the complex social context and relationships in which media ownership occurs. Nevertheless, when interpreting empirical data regarding patterns in social networks it is important to realize that besides the obvious connections, underlying abstract structures could exist whose links describe intangible interactions on the social process level. These connections are much harder to find and even harder to interpret. For example, in what way does the link between two people differ when they co-author a book or when they sit on the same executive board? [34] Answers to these questions will potentially assist in improving conclusions drawn within the structure-conduct-performance framework of industrial economics.

5 Conclusion

Business interaction networks are inherently graph-oriented, establishing them as ideal proponents for the application of graph-based algorithms. Their exploitation for strategic decision making not only requires the availability of a structured approach to data analysis, but suitable user interfaces to zoom in on big data and to extract typical subgraphs for further analysis into social networks. These investigations, especially those of companies, can reveal vital hotspots of people and organizations that are determining and controlling crucial power structures. However, the big scale of the data (worldwide there are more than 120 million companies each with employees, customers, products, etc.), their complexity, their unreliable, dynamic nature, as well as often low quality renders the computational exploitation of these networks fraught with algorithmic challenges. This paper proposes

the application of novel weighted α/β quasi-bicliques in order to analyze business interaction networks when represented by weighted bipartite graphs.

From a potentially boundless array of application scenarios we selected ownership networks of transnational media companies to demonstrate applicability and benefits of our method in adverse data settings. Both sectors, financial institutions and transnational media, are by their business nature rather opaque industries whose competitive position depends on successful background activities. Data availability diminishes even further since small minority ownerships are typical for the media sector reflecting legal restrictions on ownership, combined with reduced disclosure requirements. Such settings are ideal for a proof-of-concept that weighted quasi-bicliques can disclose formerly unknown relationships in business interaction networks.

In difference to previous quasi-biclique problems, ownership scale was included into the problem objectives by using α/β quasi-bicliques. While our problems are NP-hard, we utilize exact IP solutions that are able to handle moderately sized networks. We verify the effectiveness of our IP solutions using empirical data for publicly listed transnational media companies. The empirical data corroborate the abilities of our weighted quasi-bicliques in extracting features and recovering missing interactions from the network disclosing previously unknown investment relationships. These serve as starting points for investigations into the exact nature and expression of ties in order to account more adequately for the complex social context and relationships in which media ownership occurs.

Future work will concentrate on the design of greedy approaches for identifying maximal α/β quasi-bicliques, which may result in effective heuristic approaches capable of analyzing large-scale business interaction networks. Finally, for the informed analysis of business interaction networks we will investigate into searches of maximal α/β quasi-bicliques that contain a user-provided set of vertices, e.g. we are interested in maximal α/β quasi-bicliques that contain, for example, given customers and/or products or given companies and/or financial investors, if they exist. An extension of this approach would be the development of an efficient enumeration of all maximal α/β quasi-biclique of a given weighted bipartite graph.

6 References

[1] Battiston, S, Glattfelder, JB, Garlaschelli, D, Lillo, F, Caldarelli, G (2010): The Structure of Financial Networks. In: Estrada, E, Fox, M, Higham, DJ, Oppo, G (Eds), Network science. Complexity in nature and technology. Springer, London, 131–163.

[2] Baumann, S (2013): Adapting to the Brave New World: Innovative Organisational Strategies for Media Companies. In: Storsul, T, Krumsvik AH (Eds) Media Innovations. Nordicom, Gothenburg, 77-92.

[3] Bureau van Dijk (2013): Osiris Database. Publicly listed companies worldwide. https://osiris.bvdep.com. Accessed 28.05.2013.

[4] Chambers, T, Howard, HH (2006): The economics of media consolidation. In: Albarran, AB, Chan-Olmsted, SM, Wirth, MO (Eds), Handbook of media management and economics. L. Erlbaum Associates, Mahwah, N.J.

[5] Chang, W, Vakati, S, Krause, R, Eulenstein, O (2011): Mining Biological Interaction Networks using Weighted Quasi-Bicliques. ISBRA. LNCS6674:428–439.

[6] Chan-Olmsted, SM (2006): Competitive strategy for media firms. Strategic and brand management in changing media markets. Lawrence Erlbaum Associat, [S.l.].

[7] Chan-Olmsted, SM, Chang, B (2003): Diversification strategy of global media conglomerates: Examining its patterns and determinants. Journal of Media Economics, 16(4):213-233.

[8] CPLEX: High-performance software for mathematical programming and optimization. http://www.ilog.com/products/cplex. Accessed 30.6.2013.

[9] Ding, C, Zhang, Y, Li, T, Holbrook, SR (2006): Biclustering protein complex interactions with a biclique finding algorithm. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Data Mining*, (ICDM'06) Sixth International Conference, Hong Kong.

[10] Glattfelder, JB (20/10/2010): Ownership Networks and Corporate Control: Mapping Economic Power in a Globalized World, ETH Zurich.

[11] Glattfelder, JB, Battiston, S (2009): Backbone of complex networks of corporations: The flow of control. Physical Review E 80 (2009), 80.

[12] Gurobi Optimization Inc (2011) Gurobi Optimizer 4.5, http://www.gurobi.com/products/gurobi-optimizer/gurobi-overview. Accessed 14.8.2013.

[13] Granovetter, MS (1973): The strength of weak ties. American journal of sociology:1360–1380.

[14] Hirsch, P, Thompson, T (1994): The stock market as audience: The impact of ownership on newspaper. In: Ettema, JS, Whitney, DC (Eds), *Audiencemaking. How the media create the audience.* Sage Publications, Thousand Oaks, Calif.

[15] Jackson, MO (2008): Social and economic networks. Princeton University Press, Princeton, NJ.

[16] Jensen, MC, Meckling, WH: Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure.

[17] Kang, DL, Sørensen, AB (1999): Ownership organization and firm performance. Annual Review of Sociology, 25:121–144.

[18] König, MD, Battiston, S (2009): From Graph Theory to Models of Economic Networks. A Tutorial. In: Naimzada, AK, Stefani, S, Torriero, A (Eds), *Networks, topology and dynamics. Theory and applications to economics and social systems*. Springer-Verlag, Berlin.

[19] Li, H, Li, J, Wong, L (2006): Discovering motif pairs at interaction sites from protein sequences on a proteome-wide scale. Bioinformatics, 22(8):989–996.

[20] Liu, H, Liu, J, Wang, L (2008): Searching maximum quasi-bicliques from protein-protein interaction network. JBSE, 1:200–203.

[21] Liu, X, Li, J, Wang, L (2010): Modeling protein interacting groups by quasi-bicliques: complexity, algorithm, and application. Computational Biology and Bioinformatics, IEEE/ACM Transactions, 7(2):354–364.

[22] Mizruchi, MS (1996): What Do Interlocks Do? An Analysis, Critique, and Assessment of Research on Interlocking Directorates. Annual Review of Sociology, 22:271–298.

[23] Murata, T (2004): Discovery of user communities from web audience measurement data. In: , Proceedings of the 2004 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence.

[24] Naimzada, AK, Stefani, S, Torriero, A (Eds) (2009): Networks, topology and dynamics. Theory and applications to economics and social systems. Springer-Verlag, Berlin.

[25] Peng, W, Ding, C, Li, T, Sun, T (2007): Finding hotspots in document collection. In: Tools with Artificial Intelligence, 2007. ICTAI 2007. 19th IEEE International Conference.

[26] Podolny, JM, Page, KL (1998): Network Forms of Organization. Annual Review of Sociology, 24:57–76.

[27] Powell, WW (1990): Neither market nor hierarchy: network forms of organisation. In: Staw, BML (Eds), *Research in organizational behavior. An annual series of analytical essays and critical reviews.* JAI Press, Greenwich, Conn.

[28] Rizzuto, RJ (2006): Issues in Financial Management. In: Albarran, AB, Chan-Olmsted, SM, Wirth, MO (Ed), *Handbook of media management and economics.* L. Erlbaum Associates, Mahwah, N.J.

[29] Sánchez-Tabernero, A, Carvajal, M (2002): Media Concentration in the European Market. New Trends and Challenges. Media Markets Monographs, No. 3, University of Navarra.

[30] Scott, J (1991): Networks of Corporate Power: A Comparative Assessment. Annual Review of Sociology, 17:181–203.

[31] Shane, S, Cable, D (2002): Network Ties Reputation and the Financing of New Ventures. Management Science, 48(3):364–381.

[32] Sim, K, Li, J, Gopalkrishnan, V, Liu, G (2009): Mining maximal quasi-bicliques: Novel algorithm and applications in the stock market and protein networks. Statistical Analysis and Data Mining, 2(4):255–273.

[33] Smith, M, Hansen, DL, Gleave, E (2009): Analyzing Enterprise Social Media Networks. In: IEEE Computer Society (Eds), *Proceedings 12th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering.* IEEE Computer Society, Los Alamitos, Calif.

[34] Wasserman, S, Faust, K (2009): Social network analysis. Methods and applications. 19th ed. Cambridge University Press, Cambridge.

A business intelligence system for capturing B2B relationships by combining mining of operational data and questionnaire-based assessments

Johannes Kunze von Bischhoffshausen

Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe Service Research Institute, 76131 Karlsruhe, E-Mail: johannes.kunze@kit.edu

François Habryn

Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe Service Research Institute, 76131 Karlsruhe, E Mail: francois.habryn@partner.kit.edu

Hansjörg Fromm

Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe Service Research Institute, 76131 Karlsruhe, E Mail: hansjoerg.fromm@kit.edu

Dorothea Wieczorek

Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe Service Research Institute, 76131 Karlsruhe, E-Mail: dorothea.wieczorek@student.kit.edu

Abstract

The ability to capture and manage the relational process with their customers has become a significant success factor for B2B firms. In particular firms that strive to transform their business from selling products to selling solutions need new methods and tools to manage the complex relationships with their customers. Addressing this challenge, this work proposes a business intelligence system for capturing established customer relationships and acquired customer knowledge of the employees of a provider firm. The proposed BI system therefore integrates mining of operational enterprise data and conduction of questionnaire samples to capture customer knowledge and customer relationships on individual and organizational levels.

1 Introduction

Faced with increased competition, many Business-to-Business (B2B) firms in several industries transformed their business from selling standardized products, sometimes supplemented with additional services, to selling fully integrated solutions consisting of products and services [4]. While many providers consider a solution as a combination of products and services, customers regard a solution as a relational process aiming at meeting the business needs of the customer [4]. Within a B2B context, the provider and the customer are "many-headed" [6], and therefore the provider employee network meets the customer employee network. Furthermore, not only provider employees of the marketing and sales department are involved in this relational process, but employees from many different departments play the crucial role of an "amateur part-time marketer" [7]. On the customer side, stakeholders from different business units are directly involved in the relational process. Hence, these encounters are often characterized by complex interactions along multiple participants and relationships become critical especially for selling complex solutions [9]. Current research outlines this "interaction in a network of parties as the most crucial antecedent to resource integration" [4].

However, many companies still struggle when it comes to managing this relational process. According to current research [3], the major challenge in solution selling is the management of customer integration. For example, a survey conducted with 85 SMEs state that 40.6% of the interviewees are not satisfied or less satisfied with their currently established methods to assess the business needs of the customer in a solution selling context [8]. The study furthermore suggests that new methods and tools are required for firms that strive to become the provider of a solution.

This work aims to remedy this issue by suggesting a business intelligence (BI) system to assess, analyze, and visualize this relational process between the two firms. In particular, the system focuses on assessing established customer relationships and acquired customer knowledge of the provider employees. The proposed BI System is designed to address the specific challenges of solution-selling B2B firms.

The research presented in this work addresses the research question "*What does a business intelligence system that allows a continuous assessment of customer knowledge and customer relationships of a firm's employees look like?"* The research presented in this work was conducted in line with the Design Science Research Methodology (DSRM) Process Model [10]. The motivated problem is adressed by a BI system for capturing established customer relationships and acquired customer knowledge of the provider employees. An artifact is created by designing and prototypically implementing the proposed BI system. The BI System has been implemented in a real enterprise setting for demonstration and evaluation purposes.

The research presented in this work corresponds to a second iteration in the DSRM, as it refines and extends the first iteration presented in [1]. The specific contribution of this work to the knowledge base of information systems research is threefold. Firstly, this work introduces the design, implementation, and evaluation of a business intelligence system to assess customer knowledge and relationships. It is the first system that implements the entire methodology proposed in [1] in an automated way. Secondly, this work introduces a blueprint of a BI system that processes survey samples and combines it with operational data to build predictive models. This blueprint could be applied to other domains by using different questionnaire measures and different operation data sources. Lastly, this work elaborates on the challenge of sampling questionnaire results at multiple points of time in order to build the predictive models. While previous work (including the work of [1])

for assessing customer knowledge and relationships describe a one-time conduction, the introduced system within this work allows a longitudinal conduction of samples.

The remainder of this work is structured as follows. Section 2 provides an overview of approaches for measuring customer knowledge and customer relationships. Section 3 describes the methodology of this work. Section 4 elaborates on the metrics which have been utilized within this work. Section 4 subsequently presents the implemented prototype. Section 5 outlines the evaluation of the proposed approach. Finally, section 6 concludes this work with an outline of our planned future research activities.

2 Related Work

Related to the assessment of customer knowledge, [11] assessed customer knowledge with two items in order to determine the influence of employee adaptiveness on service customization. [12] proposed a six-item scale for estimating the customer knowledge process in order to determine its influence on customer response capability. [13] suggests a 5-item scale to assess customer knowledge. However, all these approaches rely on a questionnaire-based assessment. Using questionnaire-based assessments in an enterprise setting is hard to operationalize due to the effort for conducting questionnaire samples.

Business relationships have been assessed in multiple ways over the past decades, and several studies which evaluate the constituents of business relationships are available [14]. These studies consider assessing customer relationships as measuring relationship quality or relationship strength. In past literature, the most often cited characteristics of relationship quality and relationship strength are trust and commitment [15]. However, the assessment is solely questionnaire-based as well.

The rise of social network platforms drew attention from research in analytical CRM [17], but approaches mostly focus on a B2C context and are not focused on assessing customer knowledge and relationships within an organization.

Several concepts for assessing customer knowledge and customer relationships are proposed. However, none of these concepts and approaches provides an easily operationalizable and IT-supported assessment of customer knowledge and customer relationships on an organizational and individual level in a B2B context. A further discussion on related work can be found in [1].

3 Methodology

The proposed application of this work incorporates the methodology described in this section and depicted in Figure 1. The basis of this methodology is proposed in [1] and has been augmented with a continuous assessment of questionnaire samples and recalculation of the predictive models.

1. Identify the operational data sources reflecting customer interaction

The first step is the identification of relevant operational data sources such as CRM and ERP, which can be analyzed to infer knowledge and relationships.

2. Define interaction metrics

Marketing and management literature provides a thorough knowledge base on characteristics of customer relationships (e.g. volume, frequency, regularity) which serve as a basis for conceptualizing interaction metrics.

3. Calculate interaction metrics for specific point of time

After identifying appropriate data sources, the operational data needs to be transformed in order to calculate the derived metrics. The actual relevance of each metric is still unknown at this point of time.

4. Conduct samples using questionnaire-based measures

In order to determine a sample of reference values, a survey needs to be performed by some provider employees at different points of time. The questionnaire is based on Likert-type scales are used to measure the agreement or disagreement of the respondents to each item. For assessing customer knowledge, established scales proposed in [11], [12] and [13] were used. The scales for assessing customer relationships are corresponding to the scales for assessing relationship in a B2B context proposed in [9], [14] and [16].

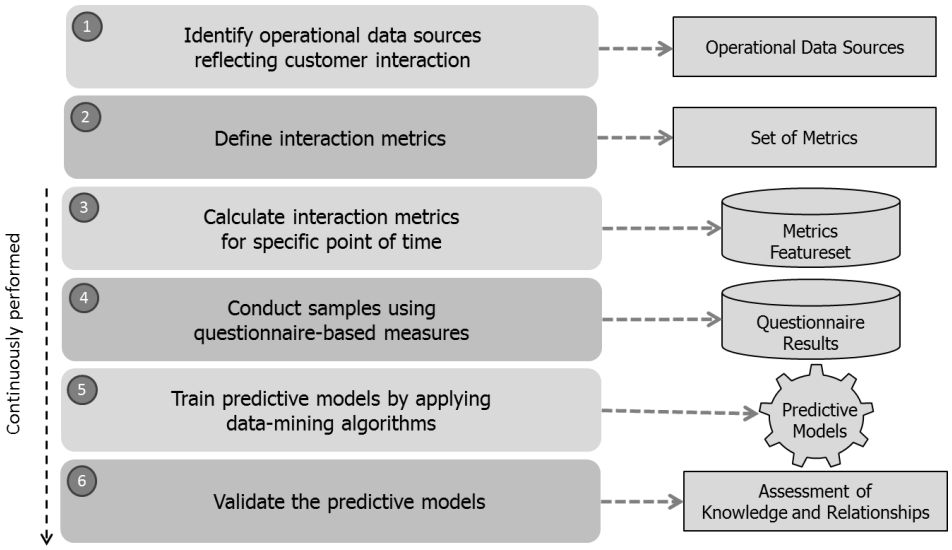


Figure 1: Methodology

5. Train predictive models by applying data-mining algorithms

In order to derive predictive models which enable the provider to assess knowledge and relationships, supervised learning [2] needs to be performed. The relevance of the calculated interaction metrics is determined upon the target values based on the questionnaire results.

6. Validate the predictive models

Finally, a validation of the predictive model is required. This is performed by means of a 10-times 10-fold cross-validation and performance indicators such as precision and recall [2].

4 Interaction metrics

The proposed application utilizes interaction data which is already available in the firm's information systems (such as CRM and ERP) in order to derive interaction metrics. These metrics serve as surrogate measures to determine customer knowledge and relationships. Details on the metrics and related literature are provided in [1].

The basic unit of analysis is interaction j corresponding to a single interaction between employee p of provider company P and the employee c of customer company C. Each interaction j is characterized

by a specific interaction channel h∈H ={meeting; phone-call; email; letter}, a number of participants p_j , a duration d_j and a time segment s_i. Within this work, eight metrics are described on an organizational level, but can be applied to the individual level accordingly.

Volume of interaction

The first metric of this work is the volume of interaction (Equation 1) which is calculated as the sum of the interactions that occurred across all channels between a provider employee and all employees of a customer organization within the time period T. The weighted interaction time metric takes the number of participants of each interaction into account (Equation 2).

$$\mathrm{CIT}_P^C(T) = \sum_{\substack{c \in C \\ p \in P}} \sum_{h \in H} \sum_{j \in K_h} d_j\,(T) \tag{1}$$

$$\mathrm{wCIT}_P^C(T) = \sum_{\substack{c \in C \\ p \in P}} \sum_{h \in H} \sum_{j \in K_h} \frac{d_j}{p_j}(T) \tag{2}$$

Intensity and weighted interaction intensity

The metric intensity (Equation 3) and weighted intensity (Equation 4) are calculated as the average customer interaction time (resp. weighted customer interaction time) over a number of time segments s_i which belong to a time period T.

$$\mathrm{Intensity}_P^C(T) = \frac{\sum_{s_i \in S_p^c} \mathrm{CIT}_P^C(T)}{|S_p^c|} \tag{3}$$

$$\mathrm{wIntensity}_P^C(T) = \frac{\sum_{s_i \in S_p^c} \mathrm{wCIT}_P^C(T)}{|S_p^c|} \tag{4}$$

Regularity of interaction

Frequency refers to the proportion of segments in which some interactions between the provider employee p and the customer employee c happened within the time period T. Frequency (Equation 5) is calculated as the percentage of segments that belong to S_p^c to the total number of segments within the time period T.

$$\mathrm{Frequency}_P^C(T) = \frac{|S_p^c|}{|S|} \tag{5}$$

Duration (Equation 6) indicates to which extent the interaction span over the time period T. In order to calculate this, it is necessary to identify the index of the first and last segments of time period T which contain relevant interaction. Considering the set of segments S and its subset S_p^c , f as the index in S of the first item in S_p^c and l is defined as the index in S of the last item.

$$\mathrm{Duration}_P^C(T) = \frac{l\text{-}f+1}{|S|} \tag{6}$$

Number of episodes (Equation 7) is the last conceived metric as indicator of the interaction regularity. Considering a certain frequency value, a high number of episodes would indicate several interruptions in the relationship while a low number of episodes denotes a continuity in the interaction as several segments would be contiguous to each other.

$$\mathrm{NumberEpisodes}_P^C(T) = |EP_p^c| \tag{7}$$

Mode of interaction

The metric mode of interaction (Equation 8) indicates the ratio of face-to-face meetings in the overall interaction between the employees. The underlying assumption of this metric is that meetings in

person have a higher significance in the construction of the relationship and in the exchange of knowledge than the other channels of interaction.

$$\mathrm{Mode}_{P}^{C}(T) = \frac{\mathrm{CIT}_{P,\mathrm{meetings}}^{C}(T)}{\mathrm{CIT}_{P}^{C}(T)} \quad (8)$$

ID	*Requirement Description*
FR1	The system should provide the capability to classify customer knowledge and customer relationships on an individual and organizational level into the categories default, high / good and very high / very good knowledge and relationship.
FR2	The system should be able to integrate multiple operational data sources for calculating the metrics which are described in the previous section.
FR3	The system should provide the functionality to collect a sample of reference questionnaire data in order to train the predictive models. Therefore, the system should be able to recognize whether a collection of data is required and show the survey to users. Furthermore, the user should be able to participate in the survey at any time.
FR4	The system should be able to calculate and store predictive models in defined regular intervals.
FR5	The system should be able to apply the derived predictive models to the entire set of calculated metrics in order to classify knowledge and relationships for each pair of provider employee to customer organizations and each pair of provider employee to customer employee.
NR1	The system should respond to user queries in an acceptable time (max. 5 seconds). Calculating the metrics and models is not a user query and has therefore a much longer time limit.
NR2	The system should be able to calculate metrics and models in an acceptable answer time, even when the volume of data is very big.
NR3	The system should not impact operations of other systems when accessing their data sources.
NR4	The system should provide the functionality to reuse the classification results in a standardized format, e.g. for business activity management.

Table 1. Requirements

5 Application

The following section describes the implementation of the proposed BI system as an application. In order to implement the described methodology in an automated way, a set of functional and non-functional requirements is derived. These requirements are used to derive the functional design of the application. Finally, the architecture of the application, as well as the implementation of its components is described.

5.1 Requirements

Incorporating the described methodology, a set of five functional requirements (FR) and four non-functional requirements (NR) are proposed. These requirements have been conducted during workshops with academics, practitioners from several business units, and software developers. These requirements determine the functional and technical design of the application. Functional design

According to the functional requirements, the system provides two main independent functionalities for deriving a classification of customer knowledge and relationships: survey conduction (Figure 2) and knowledge and derive CI degrees (Figure 3).

5.1.1 Survey conduction

The first main functionality is the conduction of survey results. The first step in the survey conduction is a check whether conducting a survey is required. A conduction is required when the user has not participated for a distinct time episode or when the user chooses to participate. The next step is the identification of contacts, in case conduction is required. For identifying candidate contacts (customer organizations and customer employees) which are used to evaluate acquired knowledge and established relationships, the system computes a list of all customer organizations and customer employees which have been in contact with the user (provider employee). The system then selects randomly three customer employees and three customer organizations, which have not been selected for a survey before. The system computes a survey for these contacts which is displayed to the user. After the survey is filled out, the results, including a timestamp, are stored.

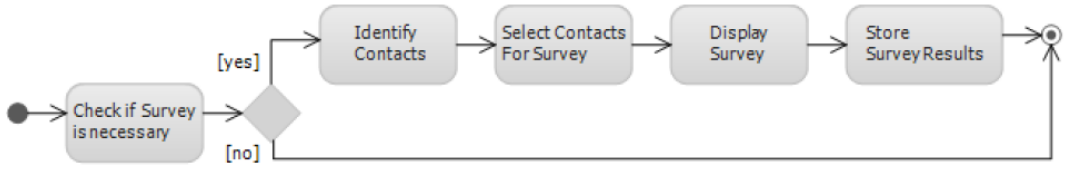


Figure 2: Diagram of activity "survey conduction"

5.1.2 Derive CI Degrees

The second main functionality of the system is the computation of values which classify customer knowledge and relationships based on a sample of survey results and metrics based on operational data, referred as Customer Interaction (CI) degrees in the following. As defined in FR1, the system first clusters the results of the survey conduction based on a 7-item likert scale into default, high / good, and very high / very good knowledge and relationship.

In parallel, the system computes the metrics for every provider employee and the customer organizations and customer employees who interacted with the provider employee. The metrics need to be calculated for each timestamp which is closest to the timestamp of the survey participation. Both processed data sources are then merged into a training set which is used to train the predictive models. Each data row represents a pair of provider employee and customer organization or provider employee and customer employee which has been part of the survey. The features are the calculated metrics of those pairs. The target variable is the survey result of knowledge (default/high/very high) and relationship (default/good/very good) (see also Figure 6).

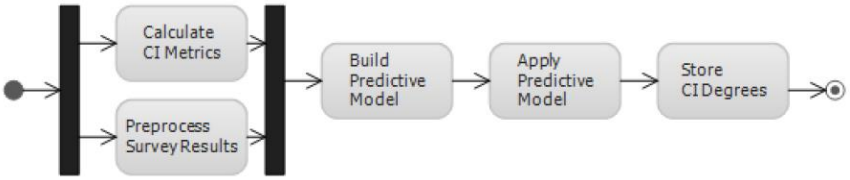


Figure 3: Diagram of activity "derive CI degrees"

This dataset is then used for classification algorithms to derive eight predictive classifier models: knowledge high, knowledge very high, relationship good, and relationship very good, both on an individual and organizational level. The predictive models are then applied to the entire dataset in order to derive CI degrees for each pair of provider employee and customer organization and provider employee and customer employee. The results of the classifications are then persistently stored.

5.2 Architecture and Implementation

The two described main functionalities are implemented in the components CI Data Access and CI Data Generator. CI Data Access provides the functionality of the survey conduction process. Furthermore, it provides the functionality of accessing and visualizing the results of the stored CI degrees. The component CI Data Generator provides the functionality of deriving the CI degrees. The architecture of the proposed business intelligence system is depicted in figure 4.

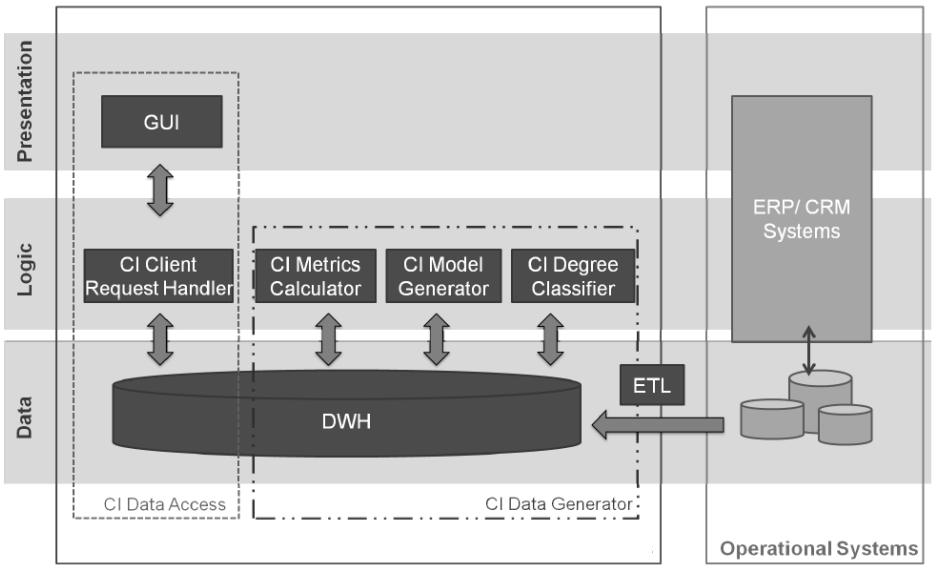


Figure 4. Architecture of the system

5.2.1 CI Data Access

The component CI Data Access consists of the modules Graphical user Interface (GUI), CI Client Request Handler, and the Data Warehouse (DWH). The GUI provides the functionality to conduct the surveys and visualizes the degree of knowledge and relationships by means of different colors. It allows drilling down and rolling up on different granularities and objects of interests, e.g. getting an overview of the knowledge of the provider employees about a distinct customer organization or the relationship of a distinct customer employee to the employees of the provider organization.

The interface of CI Client Request Handler is accessed by the GUI for visualizing the calculated classification results (CI degrees) of knowledge and relationships to the user. Furthermore, CI Client Request Handler stores the questionnaire results in the data warehouse (DWH). The module CI Client Request Handler provides a standardized interface, so CI degrees can be reused e.g. for business activity management. For providing the results, CI Client Request Handler accesses the DWH. The actual tables of the data warehouse which are read by CI Client Request Handler are the date of last survey conduction, and calculated CI degree results. CI Client Request Handler can only write fresh survey results into the DWH.

5.2.2 CI Data Generator

The component CI data generator consists of three modules, namely CI metrics calculator, CI model generator, and CI degree classifier. CI metrics calculator accesses the data warehouse to calculate and store the metrics for each provider employee and corresponding customer employee or organization (p_ic_j) on an individual and organizational level, including a timestamp. This calculation and storing of CI metric values is periodically triggered, e.g. every week.

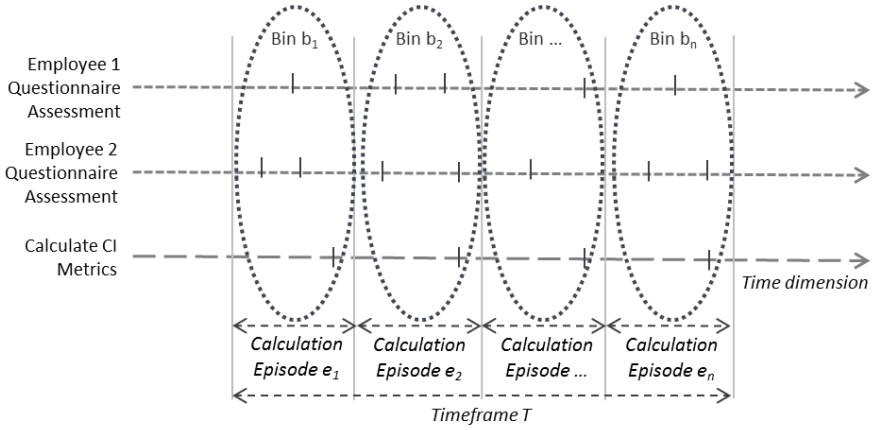


Figure 5. Binning questionnaire results and metric results

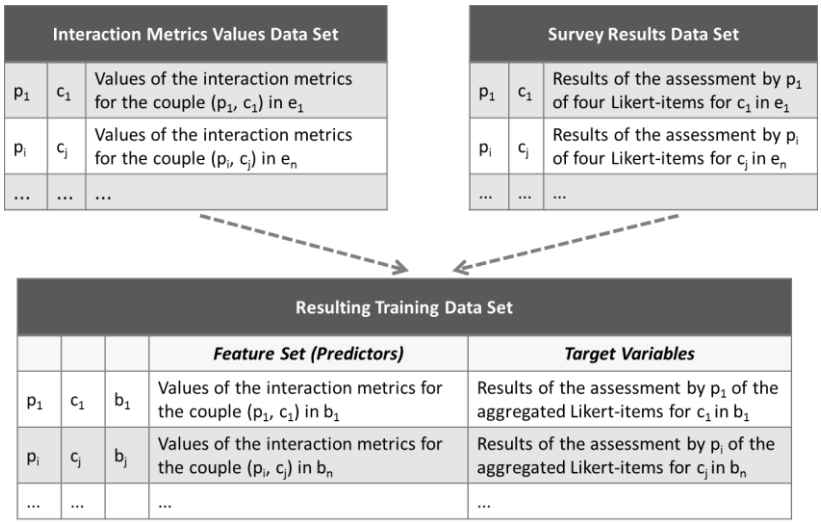


Figure 6. Derivation of training data

CI model generator computes and stores the predictive models based on the survey results and the corresponding metrics calculation in the data warehouse. As the system allows a longitudinal

assessment, the questionnaire results assessed at different points of time need to be mapped to the appropriate calculated CI metric values. Therefore, a binning of time episodes is necessary. As illustrated in Figure 5, the total timeframe of assessment T is divided into episodes. At the end of each episode, CI metrics calculator calculates and stores CI metrics value. All questionnaire assessments within this specific Episode e_n are assigned to bin b_n.

Afterwards, the training of the predictive models is based on the featureset (calculated metric values in bin b_n) and the target variable (reference values derived from survey in bin b_n), which is illustrated in Figure 6. All bins form the data set which is used to derive the predictive models.

CI Degree Classifier calculates and stores the results of the predicted CI degree by using the metrics and the predictive model in the data warehouse.

6 Evaluation

The proposed BI system was tested using historical operational data and employees for conducting surveys of a medium-sized software vendor. The operational interaction data was extracted from a CRM and groupware system. The data contained more than 91.000 entries on past customer meetings, phone calls, mails, etc. with employees from different departments. The predictive models were trained using 52 survey results conducted within a period of two years. CI Model Generator automatically generated the models after the conduction period of two years.

The quality of the derived predictive models was evaluated using 10-fold cross-validation which enables a robust estimation of performance, even when data size is comparably low [2]. The performance indicators precision, recall, success rate, F-measure, and kappa statistic have been used to evaluate the performance of classification [2]. The results of the performance evaluation are depicted in Table 2 and interpreted as suggested in [1].

C4.5 was chosen as a predictive model learning algorithm for deriving a decision tree in order to make the resulting model easy to understand and ensure robustness against outliers. A decision tree was derived for each of the eight different variables: knowledge high, knowledge very high, relationship good, relationship very good - on an individual and organizational level.

Results indicate a fair performance on the individual level but a moderate to poor performance at the organizational level. The predictive model for the variable knowledge high on an individual level performed fair along all performance indicators. The predictive model for the variable knowledge very high performed slightly worse, but still on an acceptable level. The predictive model for the variable relationship good performs well, with a notable high value of all performance indicators. The predictive model for the variable relationship very good performs slightly worse and is on the same level as the models for knowledge high and very high. On the organizational level, the models for knowledge high and relationship good perform on a borderline level between moderate and poor performance. The models for knowledge very high and relationship very good perform on a poor level.

The evaluation of the predictive models emphasize the feasibility on an organizational level, while results suggest that further research is necessary to derive an assessment of knowledge and relationship on an organizational level. Testing other metrics and additional algorithms for deriving predictive models may lead to improved performance of the predictive models.

Level	Variable Category	Variable	Precision	Recall	Success Rate	F-Measure	Kappa
Individual	*Knowledge*	*high*	64	63	70	63	38
		very high	56	59	78	58	43
	Relationship	*good*	73	85	75	74	49
		very good	58	78	78	52	38
Organi-zational	*Knowledge*	*high*	61	51	71	56	34
		very high	36	38	72	37	20
	Relationship	*good*	55	58	60	57	19
		very good	36	38	72	37	20

Table 2: Evaluation of predictive models

7 Conclusion

This work proposed a BI system for capturing established customer relationships and acquired customer knowledge of the provider employees of B2B firms. It provides managers and employees an enterprise-wide view without conducting questionnaire samples for all possible pairs of provider and customer employees. It therefore leverages an approach combining mining operational data and conducting a sample of questionnaire-based measures. The proposed system has been prototypically implemented in a real enterprise setup to validate the feasibility of the assessment. The derived predictive models have been evaluated using data which has been conducted over a period of two years.

The managerial implications of this work are twofold. First, the proposed BI system can be used by (account) managers to continuously monitor the relationship with their customers and assign additional resources to important customer firms where the relationship is not on a desirable level. Second, the BI system fosters the exchange of customer knowledge within the provider organization as employees can target questions about the customer organization or employee to the right collegue.

There are several limitations related to this work. First, there has been no profound investigation on the return of investing in such a complex information system. Second the conduction of the questionnaire samples might be biased as they only reflect the opinion of the provider employees and can be manipulated easily. Lastly the proposed approach requires a high data quality of operational interaction data which might not be the case for all firms.

The proposed contribution lays the foundation for our future research. Currently, the calculation of the metrics solely relies on internal enterprise data. Our future research will therefore investigate which other external data sources could be integrated. Furthermore, we will investigate which business intelligence system in other domains could benefit from combining a functionality which combines mining of operational data with questionnaire-based assessment.

8 Literature

Books

[1] Habryn F (2012): Customer Intimacy Analytics: Leveraging Operational Data to Assess Customer Knowledge and Relationships and to Measure their Business Impact. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

[2] Witten, IH; Frank, E; Hall, MA (2011): Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Elsevier, Burlington, Massachusetts.

Book Chapters

[3] Reckenfelderbäumer, M (2009): Die Gestaltung der Kundenintegration als Kernelement hybrider Wettbewerbsstrategien im Dienstleistungsbereich. In: Bruhn, M; Stauss, B (Eds.), *Kundenintegration : Forum Dienstleistungsmanagement*. Gabler, Wiesbaden.

Journal Articles

[4] Tuli, KR; Kohli, AK; Bharadwaj, SG (2007): Rethinking Customer Solutions: From Product Bundles to Relational Processes. Journal of Marketing 71(3):1–17.

[5] Cova, B; Salle, R (2008): Marketing solutions in accordance with the S-D logic: Co-creating value with customer network actors. Industrial Marketing Management 37(3):270–277.

[6] Gummesson, E (1994): Making Relationship Marketing Operational. International Journal of Service Industry Management 5(5):5–20.

[7] Gummesson, E (1991): Marketing-orientation Revisited: The Crucial Role of the Part-time Marketer. European Journal of Marketing 25(2):60–75.

[8] Sturm, F; Bading, A (2008): Investitionsgüterhersteller als Anbieter industrieller Lösungen – Bestandsaufnahme des Wandels anhand einer Umfrage. Wirtschaftsinformatik 50(3):174–186.

[9] Crosby, LA; Evans, KR; Cowles, D (1990): Relationship Quality in Services Selling: An Interpersonal Influence Perspective. Journal of Marketing 54(3):68–81.

[10] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24(3):45–77

[11] Gwinner, KP; Bitner, MJ; Brown, SW; Kumar, A (2005): Service Customization Through Employee Adaptiveness. Journal of Service Research 8(2):131–148.

[12] Jayachandran, S; Hewett, K; Kaufman, P (2004): Customer response capability in a sense-and-respond era: The role of customer knowledge process. Journal of the Academy of Marketing Science 32(3):219–233.

[13] Joshi, AW; Sharma, S (2004): Customer Knowledge Development: Antecedents and Impact on New Product Performance. Journal of Marketing 68(4):47–59.

[14] Odekerken-Schröder, G; De Wulf, K; Schumacher, P (2003): Strengthening outcomes of retailer–consumer relationships: The dual impact of relationship marketing tactics and consumer personality. Journal of Business Research 56(3):177–190.

[15] Richards, KA; Jones, E (2008): Customer relationship management: Finding value drivers. Industrial Marketing Management 37(2):120–130.

[16] Wuyts, S; Geyskens, I (2005): The Formation of Buyer-Supplier Relationships: Detailed Contract Drafting and Close Partner Selection. Journal of Marketing 69(4):103–117.

Proceedings

[17] Rosemann, M; Eggert, M; Voigt, M; Beverungen, D (2012): Leveraging social network data for analytical CRM strategies : the introduction of social BI. In Pries-Heje, J; Chiasson, M (Eds.) *Proceedings of the 20th European Conference on Information Systems (ECIS) 2012*. Barcelona, Spain.

Generativity of Business Intelligence Platforms: A Research Agenda Guided by Lessons from Shadow IT

Martin Kretzer

Institute for Enterprise Systems,
University of Mannheim, 68131 Mannheim, E-Mail: kretzer@es.uni-mannheim.de

Alexander Maedche

Chair of Information Systems IV, Business School and Institute for Enterprise Systems,
University of Mannheim, 68131 Mannheim, E-Mail: maedche@es.uni-mannheim.de

Abstract

To provide software platforms that are highly adjustable to users' needs, recent literature proposes *generativity*, that is, platforms that may be supplemented in order to provide functionality that the designers of the platform did not have in mind. The research stream on generative platforms features a similar phenomenon as the research stream on *shadow IT (SIT)*, because SIT also investigates supplements to integrated software-based systems that the designers of the software initially did not have in mind. Especially the domain of business intelligence (BI) is often flooded with SIT such as additional data marts and spreadsheets. However, while a wide body of literature has emerged that investigates SIT impacts, few, if any, studies examined generativity of platforms in general and BI platforms specifically. In this paper we present a literature review on positive and negative SIT impacts. Building on the results, we suggest a research agenda on generativity of BI platforms.

1 Introduction

Organizations have made large investments into implementing standardized software products with the expectations that the resulting enterprise systems integrate data and processes, allow control, reduce costs and improve their organizational performances [16], [29], [51]. However, research indicates that many software products do not achieve these goals due to numerous reasons such as insufficient fit to users' requirements, inflexibility to modifications and long implementation times necessary to change or extend the standardized application systems [28], [43]. Consequently, employees today supplement standardized enterprise systems provided by their IT departments with additional information systems that highly fit their needs – ranging from out-of-the-box cloud-based systems to self-developed macros and applications [35],[59]. These autonomously provisioned supplementary systems are commonly referred to as *supplementary IT* or *shadow IT* (SIT). Especially in the domain of business intelligence (BI) SITs are frequently created, e.g., BI platforms may be supplemented by individually tinkered spreadsheets and customized data marts that report specific financial indicators [41], [58]. However, the effects of SIT are ambivalent. On the one hand, IT professionals and many IS scholars view SIT as an undesirable phenomenon [9] for numerous reasons such as replication of functionality [42]. On the other hand, recent literature acknowledges that SIT "may be just what an organization needs" [17] (p. 124).

While the assumption persists that the concepts of software platforms and modularity were able to resolve these paradoxical tensions between standardization and flexibility by providing a possibility to add adjusted modules on top of an integrated core, recent literature demonstrates that modularity itself does not yet make software products highly evolving [39]. Rather, recently published research agendas determine *generativity* as the essential element [40], [39]. Generativity in the IS discipline refers to the ability of an information system to create some new, initially unexpected outcome [36]. It tackles a similar phenomenon as SIT, because SIT also emphasizes new developments and IS extensions that the developers of the original IS did not have in mind. However, although much effort has been devoted to identifying and explaining strengths and weaknesses of SIT and some scholars acknowledged that SIT should be "encouraged within and avoided outside defined boundaries" [43] (p. 9), only very few, if any, articles linked these findings to the currently emerging research stream of generativity. We believe that linking the two research streams improves our understanding of both streams. Hence, within this article, we focus on generativity of BI platforms, because (1) BI platforms are especially often supplemented with end-user developed extensions and (2) many standardized BI platforms try to stimulate end-user developed extensions (e.g., many reporting tools offer add-ins to spreadsheet software such as Microsoft Excel). Our work addresses this gap by investigating the following research questions:

1. What is the current state-of-the art in the literature regarding positive and negative impacts of SIT?

2. How can we exploit these impacts to balance standardization and individualization and what areas may be tackled by further research to improve a BI platform's generativity?

The following section builds terminological foundations, section 3 introduces our chosen methodology and section 4 reveals the findings of our SIT review. Finally, section 5 develops a research agenda guided by SIT findings and section 6 closes with implications and limitations of our research.

2 Terminological Foundations

2.1 Shadow IT

Shadow IT, also *supplementary IT* (SIT), refers to an IS that extends an existing IS but is maintained significantly less by the IT department than the IS that it extends [43], [54]. Reasons for this smaller degree of maintenance include, for instance, that the IS was bought or rented from another company, that it was not approved by the IT department, that it possesses various threats to data security and data integrity, that it does not work together with other IS, that the IT department lacks the resources required to maintain it and/or that the IT department simply does not know about its existence [17],[42],[43], [54],[61]. These reasons represent the needs of business departments for more flexibility, which may not be surprising considering the fact that enterprise systems typically emphasize integration and, thus, standardization. To resolve such flexibility issues, multiple studies proposed software platforms and extension modules [34], [37]. However, most of the studies highlighting the paradoxical tensions between flexibility and standardization focus on the degree to which actions are controlled and enforced. Particularly, [57] built a theoretical framework of the dynamics of change and control based on the Android and iOS platform, [47] developed strategic actions for platform owners to control their platforms while distributing design capabilities, [44] propose a model for balancing empowerment and control, [25] suggested a model for balancing platform control and external contributions and [18] focuses on the triangular tensions between opening platforms, granting access to platforms and controlling platforms. Conversely however, only few studies exist that investigate technological conditions and drivers of flexible platforms and, thus, design attributes fueling SIT. That is, [48] investigates Android to propose a framework for analyzing success factors of platform strategies and [19] focuses on drivers of external platform developers to create innovations.

2.2 Platform generativity

While research on software platforms focuses primarily on how platforms can be extended, generativity focuses on the ability to create new output [39]. Hence, in the case of software platforms, generativity refers to (1) the ability of the platform to be changed or extended to create new output and (2) the ability of the platform to be integrated into another system to create new output. In other words, generativity encompasses what it is that makes platforms supportive to innovations based on them and why it makes them supportive to innovations.

Generativity has also been identified by multiple, recently published research agendas in the IS literature. For instance, [39] explains that modularity itself does not yet make software products highly evolving. Rather, the crucial element is *generativity*, which refers to "*the ability of any self-contained system to create, generate, or produce a new output, structure or behavior without any input from the originator of the system"* [36] (p. 750). An illustrative and easily understandable example would be a potato peeler and a knife. While a potato peeler can only be used on particular food, knives have greater versatility to tasks besides peeling as well as greater adaptability for uses outside cooking and thus have a higher degree of generativity [3]. Regarding digital products, (a) the internet [3] and (b) Google Maps [39] are two popular examples for highly generative products, because (a) the internet allows almost unlimited creation of new products and (b) Google Maps is able to be embedded into numerous systems although initially designed to provide users with satellite pictures of the earth – thus creating new types of navigation systems and weather maps.

In this article, we feature *platform generativity* defined as the *degree to which a software platform fosters emergence of new supplementary modules, organizational structures, and work practices that the originator of the software platform did not have in mind*. Multiple IS scholars recently called for greater investigation of this phenomenon. For instance, [36] argue that researchers need to "investigate social and technical elements that influence generativity" (p. 754) and [39] calls for "a more precise and nuanced understanding of the nature of digital technology that enables and constrains activities that produce generative innovations" (p. 231). To dive into this emerging research stream on platform generativity, the following subsection positions generative platforms and explains the connection to other software platforms as well as the connection to SIT.

2.3 Balancing standardization and individualization

An important boundary for our definition of *platform generativity* is its emphasis on IS that are designed as composites of one or more platforms and, optionally, multiple modules. Typically this refers to BI platforms which users may extend, e.g., through adding data marts, designing dashboards and developing queries. Based on this assumption, two abilities of generative platforms may be differentiated. First, platform generativity encompasses the ability of a platform to be extended through adding, changing and deleting supplementary modules. For example, the internet was initially developed to exchange electronic messages but then was extended to provide real-time news, view videos, provide access to servers worldwide and much more. Second, platform generativity encompasses the ability of a platform to be used as a supplementary module by another platform. An example for this would be YouTube, because YouTube was initially developed as a video platform and then became widely embedded into numerous webpages thus creating new animated webpages. In contrast to less generative platforms, highly generative platforms may additionally be extended by modules which provide capabilities that the originator of the platform did not have in mind when designing the platform. For instance, although the designers of Microsoft Excel focused on an application which supports data representation in spreadsheets and mathematical computations, Excel additionally turned out to be supplemented by modules that provide very different capabilities, e.g., generation of heat maps [60].

However, even highly generative platforms do not subsume all potential innovations and additional technologies, because they always require a connection between modules and platforms. Hence, stand-alone systems are not within the scope of generative platforms. An example for such a stand-alone system would be a database that is only used within a certain department and all data is entered manually. Such a system would be considered SIT, but not generative. On the other side, a standardized core could be considered as a part of a generative platform, but not as SIT.

The components that belong to software platforms, generative platforms and SIT vary in their degree of standardization – or, inverted, individualization – and may be classified along a respective continuum [20], [44]. Specifically, (traditional) software platforms foster standardization, while generative platforms enable a greater degree of individualization and SIT provides unlimited possibilities to personalize an IS. Figure 1 visualizes this continuum.

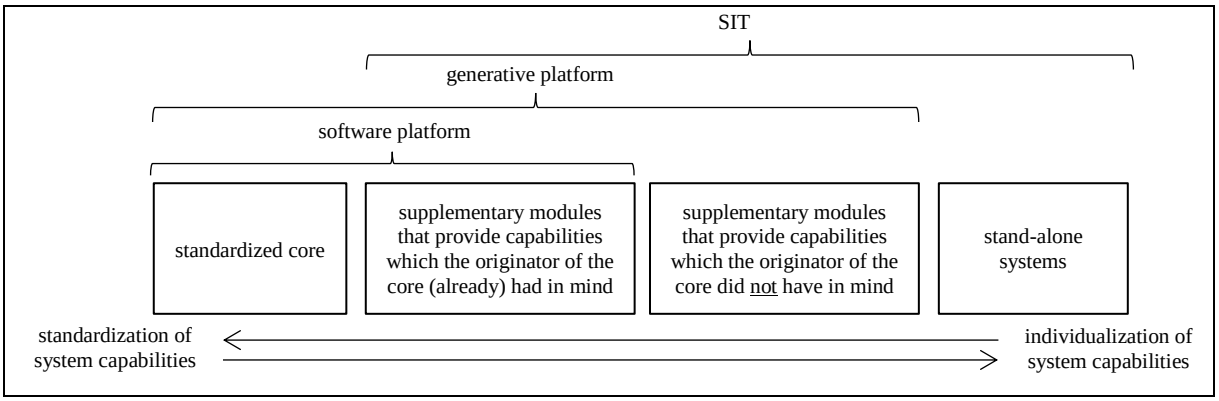


Figure 1: Software platforms, generative platforms and SIT

3 Methodology

Our literature review followed the guidelines provided by [38]. It first required (1) the development of criteria for the types of studies to be included in our analysis, (2) a literature search strategy, and (3) an analysis scheme [30]. First, we chose to limit our initial sample of articles to those which explicitly dealt with SIT or concepts which are synonymously used such as feral systems, workaround systems and rogue systems [54]. We also included literature that emphasized the similar phenomenon of end-user development (also known as end-user computing) [5]. We did not limit the results to the BI literature, because, although SIT is very common in the domain of BI, it is not unique to BI. Supplements may also be developed for other platforms such as customer relationship management platforms. We developed a search string for our database search as follows:

(feral OR workaround OR shadow OR rogue OR supplementary) AND (system OR platform OR "IT") AND (technology) OR (end-user development) OR (end-user computing)

Second, we applied multiple methods to search for appropriate literature. We searched titles, abstracts and keywords using our search string on two electronic databases, i.e., Business Source Premier (BSP) and AIS Electronic Library (AISeL). To receive search results of high quality, we limited the results from the BSP search to scholarly (peer reviewed) journals. Similarly, the AISeL search results were limited to journals and conferences sponsored by the Association for Information Systems. The BSP search yielded 422 results and the AISeL yielded 124 results published in journals and 92 results published on conferences. Next, we scanned the titles of the search results and narrowed the results down to 43 distinct articles that seemed to be relevant for our review. After that we scanned the abstracts and, if we considered them to be relevant, also the full paper. Thereby we focused on articles that highlighted identification of benefits and downsides of supplementary systems. For instance, [43] studied antecedents of such systems and how risks can be mitigated and [49] examined the rise and fall of such systems. That reduced our search results to 21 papers. After that, we read through the identified articles and added related articles to our list (backward search). Our initial review was conducted during the spring 2013 and it was not constrained to a certain time frame or a certain set of publication outlets. Eventually, our search yielded 26 articles.

Third, our method for analysis of the identified studies was to first look for impacts of SIT that had been examined by the authors. After that, the resulting impacts were grouped into categories. The following section allocates the identified articles and SIT impacts to the derived categories.

4 State-of-the-Art: Positive and Negative Impacts of SITs

Our review revealed desirable and undesirable impacts of SIT. We clustered those and distinguished two categories of SIT benefits and five categories of SIT downsides. This section first discusses the benefits of SIT and subsequently its downsides. Desirable effects of SIT are (1) improved IS utilization and (2) a greater amount of innovations. First, SIT improves utilization of ISs due to higher alignment between the IS' capabilities and users' hedonic and utilitarian needs [14],[23],[26] and thus may enhance users' operational as well as decisional activities [12],[52], and eventually increase overall satisfaction with the IS [5],[10]. Furthermore, SIT may enable IS infusion [11],[22], i.e., deep and comprehensive embedding of the IS within an individual's or organization's work system [51]. Prior literature also found improvements regarding more efficient and effective IT usage [24],[43],[50],[51].

Second, SIT supports introduction and implementation of innovations into organizations. The possibility of supplementing IS creates flexible IS environments that guarantee the ability to adapt in an increasingly uncertain and competitive environment [17],[18],[45],[50], because systems may be changed faster [5],[43]. If users who possess real-time awareness of changes in the respective business domains participate in the development of SIT, then the underlying IS are likely to anticipate future requirements. Similarly, from a technological perspective, SIT allows to easily implement new technology, keep up with technological changes [17],[31], and evaluate the impacts of new IS through prototyping [4],[10],[43]. Besides, SIT is also characterized by low initial costs and thus appreciated as a cost effective opportunity to update existing IS and data [43],[50]. Table 1 summarizes the benefits.

Category	**SIT benefit**	**Sources**
Utilization	IS fits better to users' practices and enhances users' operational and decisional activities	[5],[16],[43],[54]
	Usability of the IS and user satisfaction with the IS are higher	[5],[10]
	Deeper system usage (IS infusion) and more development activities	[13],[18],[51],[56]
	Improved efficiency and effectiveness regarding IT usage	[24],[43],[50],[51]
Innovation	IS is more flexible and guarantees ability to adapt in an increasingly uncertain and competitive environment	[17],[18],[45],[50]
	IS may be changed faster; especially if users who possess real-time awareness of changes in respective domains change the IS	[5],[43]
	Ability to implement new technology and keep up with technological changes	[17],[31]
	Ability to evaluate the impact of new IS through prototyping	[4],[10],[43]
	Low initial costs of new IS and cost effective update of existing IS and its data	[43],[50]

Table 1: Benefits of SIT

However, SIT does not only create benefits for organizations. Actually, its overall impact can vary tremendously which makes it so important to understand its advantages and disadvantages in order to eventually benefit from SIT. We categorized the downsides into five categories, i.e., (1) intransparency, (2) loss of security, (3) loss of synergies, (4) focus on minority groups, and (5) limited sustainability. As indicated by its name, shadow IS create intransparency within organizations. Typical examples include IS that are not (properly) approved by the IT department because they were developed by employees from the business departments or purchased from external companies [54].

Sometimes IT departments even do not know about the existence of SIT within their organizations at all [61]. Similarly, it is extremely difficult for managers to evaluate the value of such systems [33]. Although that may also apply to IS in general, it applies particularly to SIT, because users and use cases of SIT may be unknown. Hence, it is very difficult to coordinate and control actions, communication and costs [18], [55].

In addition, loss of security is a major downside of SIT, too. Since IS are no longer officially maintained by corporate IT departments they may not only expose important information to unauthorized users, but also lead to data loss, vulnerability to malware and non-compliance with laws [43],[61]. For instance, if an employee from the purchasing department saves important data in a local spreadsheet, employees from the accounting department may not be able to create correct quarterly reports, thus reducing the organization's compliance with external laws.

Furthermore, SIT creates a heterogeneous, decentralized IS environment [1],[15],[43]. This may lead to redundant and erroneous data, because data gets extracted from (integrated) data storages and then may be modified without updating the original source [42][41]. Heterogeneous IS environments may also destroy various types of synergies that would be essential to the organization, such as synergies from infrastructure, synergies from reuse of applications and synergies from expertise [21],[43]. First, SIT reduces synergies from infrastructure, because assets are likely to be purchased multiple times (e.g., hardware, software licenses). Second, SIT reduces synergies from reuse of applications, because even if applications were able to support several user groups (e.g., accountants from plant A and accountants from plant B), a central unit would be missing that could deliver the SIT developed by plant A to plant B. Third, SIT reduces synergies from expertise, because employees from multiple groups (plant A, plant B etc.) would spend time learning how to develop SIT – ranging from learning how to use complex Excel functions to learning how to write SQL statements and develop distributed software applications. Similarly, SIT also reduces expertise that may be gained from using new technology. For instance, if a particular SIT enables a change in a certain business process and thus significantly improves the process' efficiency, other departments cannot adopt the improved process because it remains unknown for them. Besides, SIT often focuses on minority groups. Since employees within an organization have different skill sets with regards to IT and are driven differently by their (intrinsic and extrinsic) motivations and preferences, the degree to which employees participate in the development of SIT varies strongly [6][10]. Hence, the capabilities provided by SIT primarily support the minority who actively participated in the development. We acknowledge that this issue applies to IS in general, because it is very difficult, if not impossible, to actually gather all user requirements equivalently. However, we believe that it particularly applies to SIT, because SIT is developed by single users or small groups who are not trained in gathering requirements from their fellow colleagues and, thus, intentionally or unintentionally, ignore their requirements.

Finally, SIT may be characterized by limited sustainability, because developers of SIT usually have an IS in mind which supports their work practices right away. They focus on the short and medium term and may not adequately consider long-term effects [5] – although this would be required to develop a durable software asset for the organization. For instance, lack of code reuse and insufficient documentation [17] complicate maintenance and lead to an inability of the corporate IT departments to guarantee support [43],[61]. Furthermore, if additional users intend to use a particular SIT, it may reach its boundaries quickly since scalability has been ignored during the development and design phases [5]. Similarly, scalability may also limit the system's sustainability as soon as users continue to access and extract more and more data from connected IS. Eventually, sustainability of SIT is also limited because of its strong dependence on key individuals [17]. If these individuals leave the

organization or are not able to maintain the SIT anymore, the SIT may quickly become valueless to the organization. Table 2 summarizes the downsides of SIT which our literature review revealed.

Category	SIT downside	Sources
Intransparency	No (proper) IT approval; IT sometimes even does not know about the existence of SIT at all	[54],[61]
	Extremely difficult to assess the value of SIT because users and use cases may be unknown to managers	[33]
	A lack of transparency hinders control of costs and actions	[17],[18],[42],[45],[51]
	Ineffective communication; difficult to coordinate activities	[55]
Loss of security	Huge, intransparent risks, such as exposure to unauthorized users, data loss, non-compliance with laws (e.g., SOX)	[43],[61]
Loss of synergies	Heterogeneous, decentralized IS environment	[1],[15],[43]
	Loss of synergies with regards to infrastructure, reuse, expertise, and "best-practices"	[21],[43]
	Redundant and erroneous data	[42]
Focus on minority groups	SIT does not support all employees' work practices equally well, because it strongly focuses on practices of people who were actively involved in the development. Thus it only supports a minority and may neglect general requirements of entire groups.	[6],[10]
	Huge differences in end-users knowledge, motivation, and preferences lead to only a minority who actively develops SIT.	[6],[10]
Limited sustainability	No durable software asset for the organization; focus is on short and medium term	[5]
	Inability of the IT department to guarantee (long-term) support	[43],[61]
	Often bad software quality regarding performance, code, reusability	[7],[8]
	Limited scalability and limited support for growing number of users	[5]
	Insufficient documentation	[17]
	Strong dependence on key individuals	[17]

Table 2: Downsides of SIT

5 A Research Agenda for BI Platform Generativity

At the core of our definition of platform generativity (see section 2.2) is a strong link to the *Supplementary IT* research stream and the *software platforms and modularity* research stream. While recent literature explains that generativity is supported through modularity, there are only few, if any, articles examining the links between SIT and generativity. However, drawing lessons from SIT provides important knowledge, because, as our review revealed, in order to assure desirable overall effects of SIT, awareness about its benefits and downsides needs to be established across IS users and developers.

Due to the overlap between generative platforms and SIT (see section 2.3), we believe that the discovered benefits and downsides of SIT are almost equally likely to apply to highly generative BI platforms, because platforms, in contrast to embedded and integrated systems, provide a certain amount of flexibility and thus may similarly be aligned to fit to users' needs. However, effects of SIT are slightly less pronounced within the context of software platforms, because platforms draw

boundaries around their core capabilities. Even highly generative BI platforms which attempt to support development of further, unlimited IS based on them, slightly limit such development, because they require developers to learn how to work with the specific platform.

Category	Relevant research questions
Utilization	How can we assure ease-of-use of new statistical tools that enable real-time data analyses based on IMDB? What are design criteria for user-friendly, powerful data analysis tools?
Innovation	How can we use data marts and supplementary modules of individual departments as innovative prototypes for further departments and locations? How should a BI platform be designed that supports efficiently low response times to change requests while assuring reliability and robustness and, thus, also a high innovation capacity in the long run?
Transparency	How can we create transparency over supplementary modules across departments/locations? How does real-time visibility and analyzes of processes affect the execution and performance of these processes? How should governing units such as BICCs control and monitor agility in BI platforms?
Security	In which use-cases, if any, and how may real-time analyzes reduce security risks? Which additional security threats, if any, arise from cloud-based BI?
Synergies	How should governing units such as BICCs integrate and promote supplements to realize synergies across departments without reducing their alignment to users' tasks? How may synergies across teams/departments be gained if users are provided with dedicated BI sandboxes for performing exploratory analyses?
User participation	How can employees be motivated to exploit possibilities for self-service reporting and develop their own data marts and tinker their own reports within pre-defined boundaries? How should employees with little IT skills be taught in the use of self-service reporting options? What are the most effective training methods?
Sustainability	Which design principles lead to durable, highly generative BI platforms? How may organizations tackle the tensions between standardization and individualization? How can organizations simultaneously manage the tensions within the software application (i.e., standardization vs. individualization) and the tensions within user enablement (i.e., control vs. empowerment)?

Table 3: Research agenda for BI platform generativity

Thus, we propose that the seven impacts of SIT should also be examined within the context of highly generative BI platforms. Therefore we suggest potential research questions for each category (Table 3). For instance, since the emergence of in-memory databases (IMDB) provides significantly faster data analyzes, users are not limited to descriptive analytics anymore (e.g., alerts, drill downs, ad-hoc reports, standard reports) but may also perform a wide range of predictive analytics (e.g., optimization, modeling, forecasting, extrapolation) [1]. However, such powerful analytics tools tend to require strong statistical skills and a long usage experience. Hence, we suggest that further research develops design criteria highlighting the ease-of-use of these tools. Without considering usability of these complex, real-time statistical tools, organizations will not be able to realize the full potentials of IMDB.

Some of the potential research questions would also improve our understanding of BI agility, because by "lowering response times to change requests" [41] (p. 1) agile BI also aims at frequent innovations and, thus, aims at fostering the BI platform's generativity. We believe that an improved understanding

of generativity would particularly strengthen our understanding of the appropriateness of agile process methods within the context of Agile BI [53], because it targets a platform that balances complex, standardized processes in which individuals are controlled on the one hand and lean, agile processes in which individuals are empowered (e.g., provided with dedicated BI sandboxes [58] or self-service possibilities [27],[32]) on the other hand.

The paradoxical tensions within software applications (i.e., standardization vs. individualization) are a highlighted research area of the generativity research stream. They complement prior literature which primarily focused on paradoxical tensions within user enablement (i.e., control vs. empowerment) as indicated in section 2.1. Similarly, a consideration of both paradoxes simultaneously would also improve our knowledge of BI platform generativity and support our understanding of BI governance, i.e., steering and controlling BI platforms and the role of a Business Intelligence Center of Competence (BICC) [41].

Table 3 assigns potential research questions regarding BI platform generativity to each area that was influenced by SIT. Due to the illustrated overlap between generativity and SIT, we believe that studies on how BI platforms could improve these areas would also improve the BI platform's generativity. For instance, in order to increase the benefits from user-developed supplements, a central organizational unit (e.g., corporate IT, BICC) may promote reuse of supplements and provide them as prototypes to additional teams and/or departments. By doing so, the organization could achieve scale effects because different teams would not need to develop the same supplements anymore. Besides, more teams and departments would access a certain supplement and, thus, be able to advance and refine it and develop new innovations based on it. Therefore, two potential research questions are: How can we use data marts and supplementary modules of individual departments as innovative prototypes for further departments and locations? How may synergies across teams/departments be gained if users are provided with dedicated BI sandboxes for performing exploratory analyses? Summary

This paper set forth to review the current state-of-the-art on SIT literature and derive a research agenda for BI platform generativity. First, our review revealed two categories of desirable SIT impacts and five categories of undesirable SIT impacts for organizations. Specifically, while utilization of IS is likely to be improved and the amount of innovations is likely to be increased, SIT may also lead to intransparency across the organization, loss of security, loss of synergies and a focus on minority groups. In addition, SIT pursues short-term objectives and thus has limited sustainability in terms of creating a durable software asset. Besides, we defined and distinguished SIT and platform generativity, discussed whether findings from the SIT literature stream could similarly be found when investigating highly generative BI platforms, and proposed a research agenda for highly generative BI platforms.

Our research is limited in that this review is based on a restricted number of electronic databases as publication sources. Although major contributions are likely to be found in one of these sources or to be referenced by them, potentially important publications may have been omitted. Similarly, publications that do not include any of the search terms may also have been omitted. Thus, future research may address these gaps by using additional databases, adding additional search terms to the search string or manually scanning the tables of content of suitable journals and conference proceedings. In addition, further research may examine the questions raised by our proposed research agenda.

6 References

Books

[1] Davenport, TH; Harris, JG (2007): Competing on analytics. The new science of winning. Harvard Business School Press, Boston.

[2] Gawer, A; Cusumano M (2002): Platform leadership: how Intel, Microsoft and Cisco drive industry innovation. Harvard Business School Press, Boston.

[3] Zittrain, JL (2008): The future of the internet and how to stop it. Yale University Press, New Haven.

Handbook articles

[4] Blackwell, A (2011): Commentary on: Burnett, MM; Scaffidi, C (2013): End-user development. In: Soegaard, M; Dam, RF (eds.), *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.*". The Interaction Design Foundation, Aarhus.

[5] Burnett, MM; Scaffidi, C (2013): End-user development. In: Soegaard, M; Dam, RF (eds.), *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.*". The Interaction Design Foundation.

[6] Carroll, JM; Rosson, MB (1987): The paradox of the active user. In: Carroll, JM (ed.), *Interfacing thought: cognitive aspects of human-computer interaction*. MIT Press, Cambridge.

[7] Costabile, MF; Fogli, D; Mussio, P; Piccinno, A (2006): End-user development: the software shaping workshop approach. In: Lieberman, H; Paterno, F; Wulf, V. (eds.), *End User Development (Human-Computer Interaction Series)"*. Springer: 183-205.

[8] Fisher, G; Giaccardi, E (2006): A framework for the future of end-user development. In: Lieberman, H; Paterno, F; Wulf, V. (eds.), *End User Development (Human-Computer Interaction Series)"*. Springer: 427-457.

[9] Oliver, D; Romm, C (2002): ERP systems in universities: rationale advanced for their adoption. In: Hossain, L; Rashid, M; Patrick, JD (eds.), *Resources Planning: Global Opportunities and Challenges*. Idea Group Publishing.

[10] Rosson, MB (2011): Commentary on: Burnett, MM; Scaffidi, C (2013): End-user development. In: Soegaard, M; Dam, RF (eds.), *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.*". The Interaction Design Foundation, Aarhus.

[11] Saga, V; Zmud, R (1994): The nature and detemrinants of IT acceptance, routinization and infusion. In: Levine, L (ed.), *Diffusion, Transfer, and Implementation of Information Technology*.

[12] Sehgal, R; Stewart, G (2006): Using qualitative analysis for deriving evidence based construct definition: a case narrative of 'user empowerment'. In: Ruth, A (ed.), Quality and Impact of Qualitative Research. Brisbane: 116-128.

[13] West, J (2007): The economic realities of open standards: Black, white and many shades of gray. In: Greenstein, S; Stango, V (eds.), Standards and Public Policy. Cambridge University Press.

Journal articles

[14] Agarwal, R; Karahanna, E (2000): Time flies when you're having fun: cognitive absorption and beliefs about information technology usage. MIS Quarterly 24(4): 665-694.

[15] Almirall, ER; Casadesus-Masanell (2010): Open vs. integrated innovation: a model of discovery and divergence. Academic Management Review 35(1): 27-47.

[16] Bandyopydhay, K; Barnes, C (2012): An analysis of factors affecting user acceptance of ERP systems in the United States. Internat. Journal of Human Capital & IT Professionals 3(1): 1-14.

[17] Behrens, S (2009): Shadow systems: the good, the bad, and the ugly. Communications of the ACM. 52(2): 124-129.

[18] Boudreau, K (2010): Open platform strategies and innovation: granting access vs. devolving control. Management Science 56(10): 1849-1872.

[19] Boudreau, KJ (2012): Let a thousand flowers bloom? An early look at large numbers of software app developers and patterns of innovation. Organization Science 23(5): 1409-1427.

[20] Brønsted, J; Hansen, KM; Ingstrup, M (2010): Service composition issues in pervasive computing. IEEE Pervasive Computing: 1536-1268.

[21] Brown, CV; Magill, SL (1994): Alignment of the IS functions with the enterprise: toward a model of antecedents. MIS Quarterly 18(4): 371-403.

[22] Cooper, R.; Zmud, R (1990): Information technology implementation research: a technology diffusion approach. Management Science 36(2): 123-139.

[23] Deng, L; Turner, DE; Gehling, R; Prince, B (2010): User experience, satisfaction, and continual usage intention of IT. European Journal of Information Systems 19: 60-75.

[24] Elmes, M; Strong, D; Volkoff, O (2005): Panoptic empowerment and reflective conformity in enterprise systems-enabled organizations. Information and Organization 15(1): 1-37.

[25] Ghazawneh, A; Henfridsson, O (2013): Balancing platform control and external contribution in third-party development: the boundary resources model. Information Systems Journal 23: 173-192.

[26] Heijden, H (2004): User acceptance of hedonic information systems. MIS Quarterly 28(4): 695-704.

[27] Horwitt, E. (2011): Self-service BI catches on. Computerworld January 24th: 30-32.

[28] Hsieh, J; Wang, W (2007): Explaining employees' extended use of complex information systems. European Journal of Information Systems 16: 216-227.

[29] Karimi, J; Sommers, TM; Bhattacherjee, A (2007): The impact of ERP implementation on business process outcomes: a factor-based study. Journal of Management Information Systems 24(1): 101-134.

[30] Leidner, DE; Kayworth, T (2006): Review: A review of culture in information systems research: toward a theory of information technology culture conflict. MIS Quarterly 30(2): 357-399.

[31] Li, X; Feng, L; Zhou, L; Shi, Y (2009): Learning in an ambient intelligent world. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 21(6): 910-924.

[32] Myron, W (2013): Keys to Sustainable Self-Service Business Intelligence. BI Journal 18(1): 18-24.

[33] Richter, A; Riemer, K (2013): Nutzungsoffene Anwendungssoftware. Wirtschaftsinformatik: 193-196.

[34] Schilling, MA (2000): Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. The Academy of Management Review 25(2): 312-334.

[35] Strong, DM; Volkoff, O (2004): Understanding Organization-Enterprise System Fit: A Path to Theorizing the Information Technology Artifact. MIS Quarterly 34(4): 731-756.

[36] Tilson, D; Lyytinen, K; Sørensen, C (2010): Research commentary. Digital infrastructures: the missing IS research agenda. Information Systems Research 21(4): 748-759.

[37] Tiwana, A; Konsynski, B; Bush, AA (2010): Coevolution of a platform architecture, governance, and environmental dynamics. Information Systems Research 21(4): 675-687.

[38] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. MIS Quarterly 26(2): xiii-xxiii.

[39] Yoo, Y (2013): The tables have turned: How can the information systems field contribute to technology and innovation management research? Journal of the AIS 14: 227-236.

[40] Yoo, Y; Henfridsson, O; Lyytinen, K (2010): The new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. Information Systems Research 21(4): 724-735.

Conference articles

[41] Baars, H; Zimmer, M. (2013): A Classification for Business Intelligence Agility Indicators. *ECIS 2013 Proceedings*, Paper 163.

[42] Behrens, S; Sedera, W (2004): Why do shadow systems exist after and ERP implementation? Lessons from a case study. *PACIS 2004 Proceedings*, Paper 136.

[43] Györy, A; Cleven, A; Uebernickel, F; Brenner, W (2012): Exploring the shadows: IT governance approaches to user-driven innovation. *ECIS 2012 Proceedings*, Paper 222.

[44] Duane, A; Finnegan, P (2000): Managing intranet technology in an organizational context: toward a "stages of growth" model for balancing empowerment and control. *ICIS 2000 Proceedings*.

[45] Elaluf-Calderwood, SM; Eaton, BD; Sørensen, C; Yoo, Y (2011): Control as a strategy for the development of generativity in business models for mobile platforms. *International Workshop on Business Models for Mobile Platforms*: 271-276.

[46] Gaskin, J; Thummandi, BV; Lyytinen, K; Yoo, Y (2011): Digital technology and the variation in design routines: a sequence analysis of four design processes. *ICIS 2011 Proceedings*.

[47] Ghazawneh, A; Henfridsson, O (2011): Micro-strategizing in platform ecosystems: a multiple case study. *ICIS 2011 Proceedings*.

[48] Jayaraman, K (2013): Factors influencing the success of platform centric ecosystem strategies: a case study of Google Android. *The International Conference on E-Technologies and Business on the WEB*: 212-217.

[49] Jones, D; Behrens, S; Jamieson, K; Tansley, E (2004): The rise and fall of a shadow system: lessons for enterprise system implementation. *ACIS 2004 Proceedings*, Paper 96.

[50] Lundberg, J; Gustavsson, R (2011): Challenges and opportunities of sensor based user empowerment. *ICNSC Proceedings 2011*: 463-468.

[51] Maas, JB; Fenema, PC; Soeters, J (2012): Information system infusion: the role of control and empowerment. *ICIS 2012 Proceedings*.

[52] Ng, EH; Kim, HW (2009): Investigating information systems infusion and the moderating role of habit: a user empowerment perspective. *ICIS 2009 Proceedings*.

[53] Olbrich, S.; Knabke, T. (2013): Agile Behavior of Business Intelligence Systems: An Empirical Study on the Impact of In-Memory Technology. *ECIS Proceedings*, Paper 19.

[54] Rentrop, C; Zimmermann, S (2012): Shadow IT evaluation model. *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems*: 1023-1027.

[55] Shang, S; Seddon, P (2000): A comprehensive framework for classifying the benefits of ERP systems. *ACIS 2000 Proceedings*.

[56] Tennnant, V; Mills, A; Chin, W (2011): Investigating information system infusion at the individual level: re-conceptualisation and operationalization. *PACIS 2011 Proceedings*.

[57] Tilson, D; Sørensen, C; Lyytinen, K (2012): Change and control paradoxes in mobile infrastructure innovation. *Hawaii International Conference on System Sciences*: 1324-1333.

[58] Zimmer, M; Baars, H.; Kemper, H.-G. (2012): The Impact of Agility Requirements on Business Intelligence Architectures. *HICSS Proceedings*: 4189-4198.

Online articles

[59] Gartner (2011): Gartner reveals top predictions for IT organizations and users for 2012 and beyond. http://www.gartner.com/newsroom/id/1862714. Accessed on 21 August 2013.

[60] Microsoft (2013). Office. Geographic Heat Map. http://office.microsoft.com/en-us/store/geographic-heat-map-WA103304320.aspx. Accessed on 11 September 2013.

[61] Nasuni (2013): Shadow IT in the enterprise. http://www.nasuni.com/resources/104-white_paper_shadow_it_in_the_enterprise. Accessed on 25 July 2013.

An Exploration of Factors Influencing the Continuous Use of Business Intelligence Systems

Stefan Bischoff, Stephan Aier, Robert Winter

University of St. Gallen, Institute of Information Management, Mueller-Friedberg-Strasse 8, 9000 St. Gallen, Switzerland
E-Mail: {stefan.bischoff | stephan.aier | robert.winter}@unisg.ch

Abstract

Data Warehouse and Business Intelligence (DWH/BI) systems play an important role in the decision making process of organizations. DWH/BI systems address a heterogeneous group of users and therefore have to address a broad range of requirements. Only if these requirements and additional prerequisites are met by the DWH/BI systems, potential users will continuously use these systems for their daily work and thus justify the considerable cost of these systems. In this paper we present an exploratory analysis of factors that influence continuous use of DWH/BI systems. In total, we identified nine factors. Three address aspects related to the users and their interaction with the system. Another three focus on the DWH/BI system's characteristics and its development. The remaining three factors incorporate organizational, governance-related and peer influence factors with an effect on the users' continuous use behavior.

1 Introduction

The majority of information systems (IS) that can be found in an organization has a limited number of stakeholders and addresses specific operational processes or a specific topic area of the organization. As a result, such IS often are designed to fit the specific needs of one stakeholder group. Related theory is informed by, e.g., the IS success model [13, 14], the technology acceptance model (TAM) [10, 11, 42], the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) [43] or the diffusion of innovation theory [9, 36].

A *Data Warehouse/Business Intelligence* (DWH/BI) system, however, often caters for a much broader, i.e., an enterprise-wide, perspective [24]. In the late 1980s the concept of *data warehousing* was developed with the aim of collecting and integrating any internal and external piece of data that is relevant for an organization's decision making into a central database—the data warehouse (DWH) [19, 22]. Based on a DWH, *Business Intelligence* (BI) systems aim at utilizing the data "to help its users make better decisions" [45, p. 14].

DWH/BI systems are based on an extensive technical and logical infrastructure that is necessary to make enterprise-wide data accessible to a broad range of stakeholders for analytical exploitation. As a result, DWH/BI systems are often centrally build and operated while their use is spread over large parts of an organization. The significant costs of such an enterprise-wide IS occur as a monolithic block while the benefits justifying these costs can only be realized by continuous and often decentralized use [3, 13, 17, 44]. Therefore it is crucial for building and managing DWH/BI systems to specifically address the *continuous use* of such systems in its manifold application scenarios in order to generate the accumulated value that justifies the costs [4].

The concept of continuous use is different from first-time acceptance, as intensively studied by Davis, Venkatesh et al., and others [10, 11, 43]. The corresponding research stream on first-time acceptance investigates the initial use behavior of IS users [10, 11, 43]. In contrast, continuous use has a long-term focus and studies a person's use behavior and interaction with the system over a longer period of time [4]. Taking the organizational distance of system deployment (centralized) and system use (in decentralized units) in the area of DWH/BI systems into account, it is crucial to understand which factors need to be adjusted in order to foster the continuous use behavior of DWH/BI users. Existing models investigating continuous use do not take the specific use scenarios of DWH/BI systems into account. Models are focused on specific IS with a defined purpose or on a homogeneous user group, e.g., online banking [4] or teenagers' (i.e., digital natives') continuous engagement in social virtual worlds [23]. In contrast DWH/BI systems are used by heterogeneous user groups with heterogeneous objectives.

Our research question therefore is: *Which factors influence the continuous use of DWH/BI systems?*

To answer the research question, we identified items that are discussed in literature on (continuous) use of IS, structured them based on the dimensions of a maturity model and triangulated these findings with qualitative empirical data from a case study. Based on the resulting items we collected data and used it in an exploratory factor analysis in order to identify latent factors influencing the continuous use of DWH/BI systems. Based on these factors, a cluster analysis was performed. We identified two clusters of organizations among the respondents that differ in their average factor means.

We proceed as follows: In the next section we describe the conceptual foundations of our research and discuss existing work in the area of continuous use in general and continuous use of DWH/BI systems in particular. In section three we describe our research approach and go on with presenting the results

of the factor and cluster analysis in section four. The results are discussed in section five. We conclude with a section on future work.

2 Conceptual Foundations and Related Work

DWH/BI systems can be considered as enterprise-wide systems that integrate data from different units inside or outside of the respective organization [24]. As a result, users as well as the supported application scenarios of a DWH/BI system are very heterogeneous [38]. They range from strategic decision making by top level executives to supporting operational decisions [29] like vendor selection or justification of purchasing decisions. Thus, the benefits creation is distributed over all organizational layers of decision making [26]. One of the threats to DWH/BI systems is that although a central system is available, users still start decentralized development initiatives in order to create solutions that better fit their very specific needs. Such initiatives lead to growing overall complexity introduced by a number of local, decentralized systems with partially overlapping data and functionality. In such a situation inconsistency of functionality and data often is the consequence. Moreover, such situations represent an inefficient resource allocation from an enterprise-wide perspective. Therefore the actual and continuous use of DWH/BI systems by all relevant groups of users needs to be managed in a way that investments in DWH/BI systems can be justified.

Based on the IS acceptance (first-time use) research stream, that is itself based on the innovation diffusion theory [36], the technology acceptance model [11], the theory of planned behavior [1], and other models building upon these theories, continuous use has been researched with a general IS focus and also applied to specific IS domains [4]. The understanding of *continuous use* in the paper at hand follows Bhattacherjee [4] who defines continuous use as the long-term and ongoing (i.e., continued) use of an IS rather than the first-time use (i.e., acceptance).

Studies of continuous IS use in general conclude with different factors that influence continuous use on an abstract level. They usually build upon the mentioned research stream on IS acceptance, often reusing constructs from established IS acceptance models [e.g., 33]. Even though continuous use has been researched for various specific types of IS [23, 27, 37], to the best of our knowledge no study has addressed the specific characteristics, i.e., enterprise-wide perspective, heterogeneous user groups, and diverse use cases, that DWH/BI systems impose.

3 Research Approach

3.1 Item Development

In order to identify influence factors on continuous use of DWH/BI systems, we conducted an exploratory analysis. We designed a questionnaire that aims at incorporating items that allow for understanding the factors that influence the continuous use of DWH/BI systems. In order to cover the relevant dimensions of a DWH/BI system, we use the dimensions described by Raber et al.'s BI maturity model [35]. Their model consists of the dimensions strategy (S), organization (social system) (O), quality (Q), use/value (U) and technical system (information technology) (IT) [35]. The collection of items has been informed by literature from the areas of DWH/BI, acceptance, use and continuous use. Due to space restrictions the used items are only listed in section 4.1 (Table 2 to Table 10) where they are assigned to the identified factors. Literature that discusses respective items is also listed in these tables.

In order to assess the practical relevance of the extracted items, we triangulated [34] them with data from a case study lasting from October 2011 until July 2013 at a major financial organization in Switzerland. Two of the authors were involved in workshops with this organization on a regular basis (on average once a month). We closely worked with the head of the group analytics department, the head of the competence center DWH/BI services, a section head DWH/BI systems and a technical DWH/BI project manager. The workshops provided in-depth knowledge about the organization and the interconnection and communication processes between the different organizational units that are involved in development and operation of the organization's DWH/BI landscape.

Based on the practitioners' feedback, we added seven, practically motivated items to our questionnaire. At the case study organization use cases of DWH/BI systems and associated reports that users access are complex. Reports are related to customer risk calculation or the performance of client advisors. In addition it is difficult to verify their correctness beyond mere plausibility checks. Thus the users' only choice is to establish trust or mistrust in the system. Only if they trust the numbers that they receive from the system, they will perceive the system as being useful for their daily work. Once this is achieved, they will potentially use it continuously. Thus items representing trust in the system and trustful use behavior (Q8, U8 and U10) were added.

The case study organization enforces its clearly defined DWH/BI governance regulations. The aim of the existing governance is to make sure that system changes are executed in a controlled and traceable way and that negative effects on the users are avoided. Each user can be sure that any system change that might have an impact on his or her interaction with the system in terms of response time, usability, reliability, correctness and/or availability is controlled and any interruption is limited to a minimum. Based on this feedback we added items O8, O9, O10 and O11 that represent the existence and enforcement of governance procedures.

3.2 Questionnaire Design

The resulting questionnaire consisted of three sections. The first section focused on demographic and background information regarding the participants and their work scenario as well as experience in the area of DWH/BI systems. The second part is comprised of items representing possible influences on the continuous use of DWH/BI systems. The third section is comprised of four items that measure the continuous use of DWH/BI systems. Ortiz de Guinea and Markus [31] suggest verbalizing questions in a way that the questionnaire can be filled in based on the respondents' (DWH/BI managers and users) general observation within the organization and not based on their own use situation. Given the audience of the practitioner events where we distributed the questionnaire, we followed this suggestion. Thus the collected data is less likely to be biased by the respondent than self-reported data might be. The respondents were asked for each statement in the questionnaire to evaluate their organization on a five-point Likert scale, ranging from one (strongly disagree) to five (strongly agree).

We distributed the questionnaire at two major DWH/BI practitioner events in Switzerland in November 2012 and one DWH/BI workshop in Germany in January 2013. Participants came from German-speaking countries and the survey was conducted in German language only. In total 94 questionnaires were returned. The average return rate was 76 %. Based on the events' list of participants we can state that none of the respondents attended more than one event. Thus all returned questionnaires are based on a different practitioner's experience. Due to a significant number of missing values five questionnaires were discarded. Thus 89 datasets remained in the sample.

4 Results

4.1 Factor Analysis

In order to identify common factors influencing the continuous use of DWH/BI systems we conducted an explanatory factor analysis using the principal component analysis. The aim of the factor analysis is to extract a number of latent factors from the previously selected items. Before executing the factor analysis it is necessary to check the data set for its suitability for this kind of analysis. Therefore two criteria need to be met. The first test addresses the values of the anti-image covariance matrix. The percentage of non-diagonal non-zero values (> 0.09) should be less than 25% [15]. This requirement holds true for our dataset. The second criterion that should be evaluated before a dataset is used for a factor analysis is the Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy. For our dataset, the measure is 0.815. According to Kaiser and Rice [20] the measure‘s value for the dataset at hand is “meritorious.” Thus we conclude that our dataset is generally suitable for a factor analysis.

The factor analysis[1], using the principal component analysis based on a covariance matrix with Varimax rotation and Kaiser normalization, has led to nine factors, incorporating 39 items of the questionnaire. Missing values have been excluded pair-wise from the factor analysis. For the analysis, six items were excluded because they did not contribute to the factor identification [18]. The extracted nine factors explain 72.830% of the total variance.

For verifying the reliability of the factor scales, we calculated Cronbach’s Alpha. The calculated values for the identified factors are larger than 0.752. All values for Cronbach’s Alpha are listed in Table 1. The recommended threshold of 0.6 to 0.7 [18], which indicates adequate reliability, is exceeded for all factors. For assigning items to factors, the respective factor loadings must not be below 0.3 to 0.4 [18]. For an unambiguous assignment of an item to a factor, loadings of at least 0.5 are generally seen as the minimum threshold. Based on our dataset the requirement is fulfilled for the majority of the items. We identified the following nine factors:

[1] For our analysis we used SPSS 20.

Item ID	Fac. 1	Fac. 2	Fac. 3	Fac. 4	Fac. 5	Fac. 6	Fac. 7	Fac. 8	Fac. 9
U.1	.895	.169	.062	.053	-.131	.100	.033	.043	-.042
U.2	.875	.124	.038	.148	.099	.117	.045	.048	-.023
U.3	.857	.065	.001	.213	.086	.107	.065	.024	-.043
IT.2	.776	.127	-.022	.126	.198	.041	.033	-.026	.042
U.4	.692	-.025	.093	.296	.169	.126	.190	.172	.195
U.9	.519	.411	.049	.081	.430	-.059	-.009	-.197	.223
Q.1	.444	.142	.186	.146	.368	.019	.080	.112	.136
Q.7	.425	.175	-.008	-.012	.189	.244	.352	.036	.152
U.12	.051	.872	.080	.204	.071	.053	.109	.111	.034
U.6	.254	.828	.103	.070	.007	.170	.169	.162	.091
U.5	.083	.697	-.016	.166	.066	.238	.186	.156	.098
U.11	.192	.626	.020	.357	.124	.036	.159	.025	.067
U.13	.118	.615	.087	.146	.375	-.038	.264	.310	-.023
U.7	.191	.462	-.131	-.011	.338	.371	.352	.129	.152
U.14	.412	.448	.088	.037	.417	-.208	.052	-.167	.128
O.9	.091	-.042	.910	.139	.084	.092	.049	-.117	.124
O.10	-.015	.117	.906	.105	.054	.006	.116	.183	.043
O.11	.135	.075	.896	.069	.073	.116	.063	.062	.066
O.8	-.030	.037	.873	.225	.096	.000	.157	.026	.048
Q.11	.328	.091	.213	.674	.070	.072	-.087	-.088	.015
IT.1	.080	.160	.248	.653	.273	.282	.102	-.060	.219
Q.2	.220	.255	.223	.625	.142	-.074	.078	.331	.151
Q.3	.277	.227	.059	.606	.045	.191	.036	.060	.032
Q.9	.036	.240	.119	.446	.004	.287	.243	-.005	.098
O.1	.063	.204	.171	.008	.722	.170	.182	.060	.235
IT.3	.376	-.037	.085	.266	.618	.276	.068	.054	.057
O.2	.084	.282	.149	.270	.551	.266	.107	.399	-.178
Q.5	.297	.099	.009	.452	.500	.015	-.121	.277	.222
O.7	.220	.116	.253	.316	.392	.031	.422	-.403	.003
Q.10	.141	.160	.069	.274	.000	.821	.119	.032	.069
Q.6	.095	.054	.257	.024	.117	.811	-.060	.049	.144
Q.4	.206	.094	-.218	.220	.264	.625	.147	.146	.143
U.10	.051	.273	.222	.028	.022	.055	.826	.167	.013
U.8	.138	.249	.108	.072	.110	.030	.806	.186	.133
Q.8	.154	.263	.208	.411	.152	.338	.427	-.047	-.009
O.3	.147	.242	.034	.139	.064	.060	.138	.760	.212
O.4	-.013	.314	.155	-.111	.166	.157	.345	.665	.053
O.5	.030	.108	.165	.135	.233	.148	.001	.276	.808
O.6	.119	.189	.176	.225	.090	.298	.261	-.015	.697
Cronbach's Alpha	**.898**	**.886**	**.943**	**.804**	**.779**	**.809**	**.784**	**.785**	**.752**

Table 1: Factor loadings and scale reliability

Factor 1 comprises items (see Table 2) describing the user's interaction with the system and their use experience. In addition to the users' perception of the ease of use it also addresses aspects that are related to the direct interactions between the users and the system, when it comes to the interface of the system and the presentation of the information.

Item ID	Item Description
U.1	The users perceive learning to operate the DWH/BI system as easy. [1, 11, 12, 28, 39, 40, 43]
U.2	The users perceive the DWH/BI system as easy to use. [1, 11, 12, 28, 39, 40, 43]
U.3	The users think that it would be easy for them to become skillful at using the DWH/BI system. [11, 12, 28, 41, 43]
IT.2	The users perceive the access to the DWH/BI system as convenient. [13]
U.4	The users perceive their interaction with the DWH/BI system to be clear and understandable. [11, 12, 28, 43]
U.9	The users like using the DWH/BI system. [7, 8, 28, 43]
Q.1	The presentation (accuracy and currency) of the results within the DWH/BI system totally fulfills the users' expectations. [6, 13]
Q.7	The users perceive the information provided by the DWH/BI system as understandable. [6, 13]

Table 2: Factor 1 – Perceived ease of use

Factor 2 comprises items that are related to the benefits that users can draw from using the system. These items are related to the advantage the users can gain whenever they use the system. Such benefits include increased productivity, usefulness for the job and also cover effects that using the system has on their daily task. The corresponding items are listed and described in Table 3.

Item ID	Item Description
U.12	The users think that using the DWH/BI system would increase their productivity. [5, 11, 12, 28, 43]
U.6	The users think that using the DWH/BI system would enable them to accomplish their tasks more quickly. [11, 12, 43]
U.5	The users would find the DWH/BI system useful for their job. [11, 12, 43]
U.11	The users think that using the DWH/BI system would make their job easier. [11, 12, 28, 43]
U.13	The users perceive that using the DWH/BI system is a good idea. [11, 16, 39, 40, 43]
U.7	The users perceive the information provided by the DWH/BI system to be useful for their tasks. [11, 12, 43]
U.14	The users think that the DWH/BI system makes their tasks more interesting. [41, 43]

Table 3: Factor 2 – Perceived usefulness

Factor 3 comprises the governance-related items for system development and system operation (see Table 4). Within a DWH/BI system's lifecycle two main phases can be distinguished: system development and system operation. Both phases need to be appropriately addressed by well-defined governance regulations that need to be implemented and enforced.

Item ID	Item Description
O.9	The existing governance processes for DWH/BI system operation are enforced and followed.
O.10	Governance processes for DWH/BI system development exist.
O.11	The existing governance processes for DWH/BI system development are enforced and followed.
O.8	Governance processes for DWH/BI system operation exist.

Table 4: Factor 3 – Governance

Factor 4 comprises the items related to the user support mechanisms that are implemented for the DWH/BI system within the organization (see Table 5). Additionally it also covers aspects related to DWH/BI system use prerequisites. Users' skills and their equipment make sure that they are able to access the system and work with it. Additionally the existing support and helpdesk organization guarantees the timely assistance of users in case of any problem.

Item ID	Item Description
Q.11	The users think that they have the knowledge necessary to use the DWH/BI system. [1, 39, 40, 43]
IT.1	The users think that they have the resources necessary to use the DWH/BI system. [1, 5, 39, 40]
Q.2	The users perceive the DWH/BI helpdesk's operating hours as convenient. [6, 32]
Q.3	The DWH/BI system's service level is perceived to be high. [32]
Q.9	The DWH/BI system is perceived to be reliable. [13]

Table 5: Factor 4 – User support

Factor 5 is comprised of items addressing the users' requirements towards the DWH/BI systems functionality. In order to collect the users' requirements they need to be included in the development and design process of the system and need to be understood by the system designers and suppliers. Item O.7 shows almost equal positive values for factor 5 and factor 7 (0.392 vs. 0.422). Factor seven consolidates items that are related to trust the users have in the system (see later in this section). Thus a semantic fit of items O.1, IT.3, O.2 and Q.5 with O.7 can be recognized compared to the semantic difference that can be recognized between item O.7 and items U.10, U.8 and Q.8. Therefore item O.7 is assigned to factor 5. The items that are associated with factor 5 are described in Table 6.

Item ID	Item Description
O.1	The users' opinion is taken into account during the DWH/BI system development and design process. [2, 6, 21, 30]
IT.3	The DWH/BI system is compatible with other systems the users use. [1, 39, 40, 43]
O.2	A specific person (or group) is available for assistance with DWH/BI system difficulties. [41, 43]
Q.5	The providers (designers and suppliers) of the DWH/BI system understand the users' specific requirements and needs. [6, 14, 32]
O.7	The content of the DWH/BI system is regularly adapted to the users' requirements. [2, 21, 30]

Table 6: Factor 5 – Coverage of user requirements

Factor 6 is comprised of items related to the information quality of the DWH/BI system (see Table 7). It addresses aspects of data accuracy, data consistency, currency and timeliness. Presentation of information is the main purpose of the DWH/BI system and thus needs to be of high quality in order to motivate the users to work with the system.

Item ID	Item Description
Q.10	The information provided by the DWH/BI system is perceived to be accurate. [6, 13]
Q.6	The information provided by the DWH/BI system is perceived to be consistent and free from bias. [13]
Q.4	The information provided by the DWH/BI system is perceived to be current and timely. [6, 13]

Table 7: Factor 6 – Information quality

Factor 7 is comprised of items related to the users' level of trust in the DWH/BI system and trustful use behavior (see Table 8). Since users can only verify the information provided by the DWH/BI system for plausibility, it is important that they establish trust in the system including the whole organization that is designing and operating the system.

Item ID	Item Description
U.10	The users use the DWH/BI system for answering questions which are of high importance for the organization.
U.8	The users use the DWH/BI system for answering complex questions.
Q.8	The DWH/BI system as a whole is perceived by the users to be trustworthy.

Table 8: Factor 7 – Trust

Factors 8 and 9 both comprise items that are related to the external influence factors affecting the users and might change their use behavior. Factor 8 consists of items describing the influence of individuals and peers that affect the users. Thus we call the factor "influence of peers." The associated items are described in Table 9.

Item ID	Item Description
O.3	People who are important to the users think that they should use the DWH/BI system. [1, 11, 16, 25, 39, 40, 43]
O.4	People who influence the users' behavior think that they should use the DWH/BI system. [1, 11, 16, 25, 39, 40, 43]

Table 9: Factor 8 – Influence of peers

Factor 9 is comprised of items related to the influence of the organization in general on the use of DWH/BI systems. In addition to the influence of peers (see factor 8) the organization in general and the management have an influence on the use behavior of the users.

Item ID	Item Description
O.5	The senior management of this business has been helpful in the use of the DWH/BI system. [41, 43]
O.6	In general, the organization has supported the use of the DWH/BI system. [41, 43]

Table 10: Factor 9 – Influence of the organization

To summarize the results of the exploratory factor analysis, the identified factors can be distinguished into three groups, each consisting of three factors. Factors 1, 2 and 7 primarily address aspects related

to the users and their direct interaction with the system. Factors 4, 5 and 6 focus on the system's characteristics and system development. Factors 3, 8 and 9 incorporate organizational, system governance-related and social influence factors that have an effect on the users and their use behavior.

4.2 Cluster Analysis

In order to identify different groups of respondents based on their perception of the DWH/BI system in each of the nine previously identified dimensions, we performed a cluster analysis. We used the total number of items as input variables in order to base the clusters on the data contained in the entire dataset. We applied a hierarchical cluster algorithm because it does not incorporate any ex-ante assumptions on the potential number of clusters [18], but determines all possible clusters. Due to missing values for individual items, 13 additional records were excluded. Thus, the cluster analysis is based on 76 complete records. We have used the average within-group linkage algorithm and the squared Euclidean distance measure. Based on the agglomeration schedule and the dendrogram, we identified two clusters. In order to characterize the clusters, we calculated the cluster centroids based on the mean factor values for each cluster. The net chart in Figure 1 visualizes both clusters based on the mean factor values.

Cluster 1 (54 cases) is characterized by very small means for all nine factors. The values for three factors attract special attention. An outlying small value has been measured for factor 6 the users' perception of the DWH/BI system's information quality in the respective organizations. In contrast the highest values have been measured for the users' perceived level of user support, including the availability of knowledge and resources necessary for using the system, and the influence of peers.

Cluster 2 (22 cases) is characterized by higher medium means for each factor value than cluster 1. The users' perception of the organization they work for shows below-average values for influence of peers, and user support. This is remarkable because these factors had above-average values in cluster 1. Additionally cluster 2 is characterized by very high values for the users' perception of the DWH/BI systems information quality and the perception of the system's ease of use—both of these factors had below-average means in cluster 1.

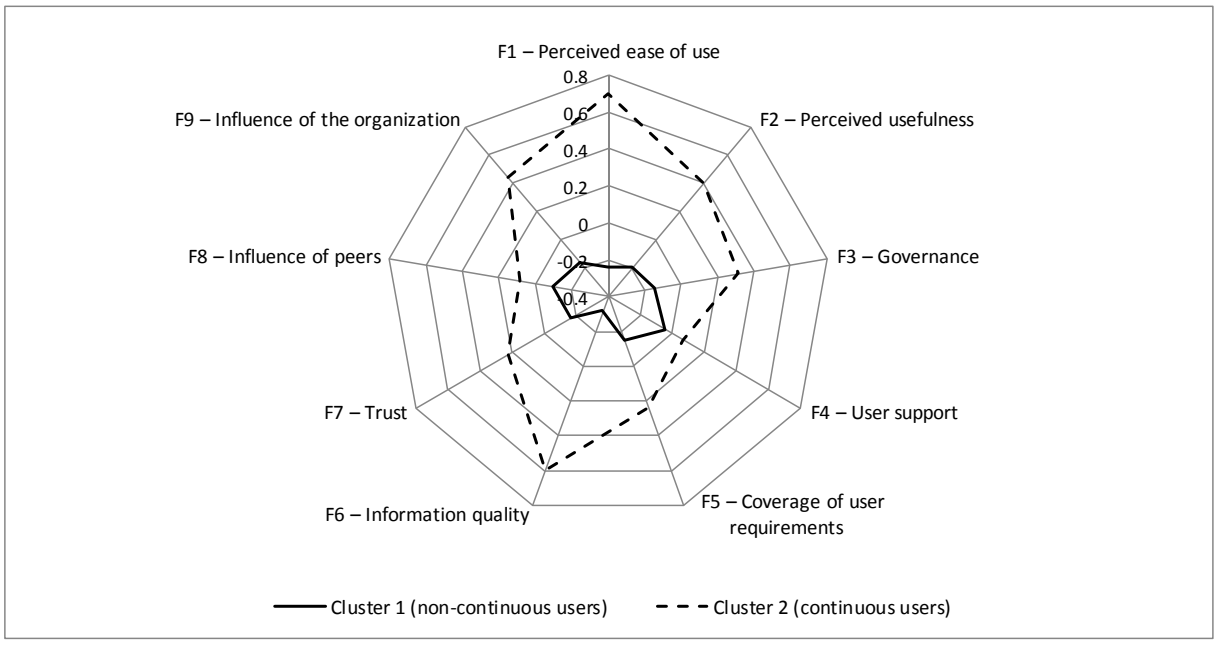


Figure 1: Mean factor values for each cluster

5 Discussion

Both clusters are characterized by contrary values for each factor. Cluster 1 shows smaller factor means for each factor compared to cluster 2. Both clusters show different values for the items that measure continuous use (CU). Table 11 lists the CU measurement items.

Item ID	Item Description
CU.1	The users continue using the DWH/BI system only if there is no alternative solution. (inverse) [4]
CU.2	The users also continue using the DWH/BI system if there are alternative solutions. [4]
CU.3	The users' satisfaction with the DWH/BI system is high.
CU.4	The users use the DWH/BI system as frequently as necessary for their tasks.

Table 11: Measurement items for continuous use

The reported continuous use behavior is higher for cluster 2 (4.375 compared to 3.52; average value of four measurement items). In order to test the significance of the difference of the item means between both clusters, we first conducted the Levene's test for equality of variances in order to determine whether our data is appropriate for using a 2-tailed t-test (if variances are equal) or if the Welch-test (if variances are not equal) needs to be used for testing significance. For all four items the Levene's test indicates that a 2-tailed t-test might be performed, comparing the differences of the mean values for each item per cluster. The test reveals a significant difference of the mean values for each CU measurement variable between both clusters within the 95% confidence interval [18] (all p-values are smaller than 0.003). Therefore we can conclude that the identified factors contribute to understanding the influence factors on continuous use of DWH/BI systems. Based on this analysis we characterize cluster 1 as non-continuous users and cluster 2 as continuous users.

The analysis of the collected descriptive data leads to additional conclusions. The data shows that cluster two is mostly comprised of very small (i.e., >250 employees) or very large organizations (i.e., >5000 employees). These results lead to the hypothesis that the size of an organization is also a factor that influences the continuous use of DWH/BI systems. Small organizations might have an advantage over medium sized organizations (i.e., 251–5000 employees) that are mainly part of cluster non-continuous users, due to the often simple DWH/BI system landscape. Small organizations tend to have one DWH/BI system that is used by selected users. Thus it can be specifically designed for their needs and fit their requirements perfectly. In medium sized organizations the DWH/BI landscape might be more complex and a higher number of users might lead to a smaller fit between the system functions and the individual employee requirements. Larger organizations tend to offer special services that allow them to offer fitted services for each employee, e.g., self-service solutions that increase the coverage of user expectations. These differences help to understand the advantages small and large organizations have over medium-sized ones when it comes to continuous use of DWH/BI systems.

Another characteristic that is notably different between the continuous use and the non-continuous use cluster is the duration of DWH/BI system use in the respective organizations. In organizations that show higher values for continuous use, the DWH/BI system has been used longer than in companies associated to cluster 1, where smaller values for continuous use were measured.

A second test for significance was conducted in order to analyze the differences of the factor means between both clusters. In this case Levene's test for equality of variances showed that for factor 5 the Welch-test needs to be used for testing the significance, the 2-tailed t-test could be used for all other items. The following p-values were computed: F1: 0.000; F2: 0.018; F3: 0.047; F4: 0.656; F5: 0.052 (Welch-test); F6: 0.000; F7: 0.115; F8: 0.489; F9: 0.016. Thus the differences of the factor means

between both clusters are statistically significant within the 95% confidence interval for factors 1, 2, 3, 6 and 9. We conclude that these five factors directly have a significant influence on the continuous use of DWH/BI systems. Continuous use therefore significantly depends on a combination of the users' perception of the system's ease of use, its usefulness, existing and followed governance procedures, information quality and the organizational influence.

6 Conclusion and Future Work

Based on well-established items from the IS acceptance and DWH/BI literature that are expected to be important for the continuous use of DWH/BI systems, we conducted an exploratory factor analysis and identified nine latent factors. In addition a cluster analysis revealed two clusters in our data set. These two clusters can be distinguished based on the users' perception of the overall DWH/BI system and also the users' continuous use behavior. We expect a causal relationship between five of the identified factors and continuous use but it remains unclear how the exact relationships look like and whether these relationships are significant. Not all factors might be considered as independent variables, thus some of them might depend on others and jointly have an effect on continuous use. The next step towards a management method of DWH/BI continuous use and respective design principles for DWH/BI systems is to hypothesize the relationships between the identified factors and their influence on continuous use. These hypotheses lead to a testable research model.

7 Acknowledgement

The corresponding research project has been co-financed by the Swiss Commission for Technology and Innovation (CTI).

8 References

[1] Ajzen, I (1991): The Theory of Planned Behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes 50 (2): 179-211.

[2] Barki, H, Hartwick, J (1994): Measuring User Participation, User Involvement, and User Attitude. MIS Quarterly 18 (1): 59-82.

[3] Benbasat, I, Zmud, RW (2003): The Identity Crisis Within the IS Discipline - Defining and Communicating the Discipline's Core Properties. MIS Quarterly 27 (2): 183-194.

[4] Bhattacherjee, A (2001): Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model. MIS Quarterly 25 (3): 351-370.

[5] Bhattacherjee, A, Perols, J, Sanford, C (2008): Information Technology Continuance: A Theoretic Extension and Empirical Test. Journal of Computer Information Systems 49 (1): 17-26.

[6] Chen, L-d, Soliman, KS, Mao, E, Frolick, MN (2000): Measuring user satisfaction with data warehouses: an exploratory study. Information & Management 37 (3): 103-110.

[7] Compeau, D, Higgins, C (1995): Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. MIS Quarterly 19 (2): 189-211.

[8] Compeau, D, Higgins, CA, Huff, S (1999): Social Cognitive Theory and Individual Reactions to Computing Technology: A Longitudinal Study. MIS Quarterly 23 (2): 145-158.

[9] Cooper, RB, Zmud, RW (1990): Information Technology Implementation Research: A Technological Diffusion Approach. Management Science 36 (2): 123-139.

[10] Davis, FD (1986): A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results. Massachusetts Institute of Technology Sloan School of Management, Cambridge, MA.

[11] Davis, FD (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly 13 (3): 318-340.

[12] Davis, FD, Bagozzi, RP, Warshaw, P (1989): User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of two Theoretical Models. Management Science 35 (8): 982-1003.

[13] DeLone, WH, McLean, ER (1992): Information Systems Success - The Quest for the Dependent Variable. Information System Research 3 (1): 60-95.

[14] DeLone, WH, McLean, ER (2003): The DeLone and McLean Model of Information Systems Success - A Ten-Year Update. Journal of Management Information Systems 19 (4): 9-30.

[15] Dziuban, CD, Shirkey, EC (1974): When is a Correlation Matrix Appropriate for Factor Analysis? Psychological Bulletin 81 (6): 358-361.

[16] Fishbein, M, Ajzen, I (1975): Belief, Attitude, Intentions and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Addison-Wesley, Boston, MA.

[17] Gable, GG, Sedera, D, Chan, T (2008): Re-conceptualizing Information System Success: The IS-Impact Measurement Model. Journal of the Association for Information Systems 9 (7): 377-408.

[18] Hair, JF, Black, WC, Babin, BJ, Anderson, RE (2010): Multivariate Data Analysis. Pearson, Upper Saddle River, NJ.

[19] Inmon, WH (2005): Building the Data Warehouse. Wiley Computer Publishing, Indianapolis, IN.

[20] Kaiser, HF, Rice, J (1974): Little Jiffy, Mark Iv. Educational and Psychological Measurement 34 (1): 111-117.

[21] Kim, E, Lee, J (1986): An Exploratory Contingency Model of User Participation and MIS Use. Information & Management 11 (2): 87-97.

[22] Kimball, R, Ross, M (2002): The Data Warehouse Toolkit. John Wiley & Sons Inc., New York et al.

[23] Mäntymäki, M, Riemer, K (2012): "Chill with friends" - Continuous engagement in social virtual worlds among digital natives. In: *Proceedings of the Thirty Third International Conference on Information Systems (ICIS 2012)*, Association for Information Systems, Orlando, FL.

[24] March, ST, Hevner, AR (2007): Integrated decision support systems: A data warehousing perspective. Decision Support Systems 43 (3): 1031-1043.

[25] Mathieson, K (1991): Predicting User Intentions: Comparing the Technology Acceptance Model with the Theory of Planned Behavior. Information Systems Research 2 (3): 173-191.

[26] Mesarovic, MD (1970): Multilevel systems and concepts in process control. Proceedings of the IEEE 58 (1): 111-125.

[27] Mettler, T (2012): Post-Acceptance of Electronic Medical Records: Evidence from a longitudinal Field Study. In: *Proceedings of the International Conference on Information Systems, ICIS 2012*, Association for Information Systems, Orlando, FL.

[28] Moore, G, Benbasat, I (1991): Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. Information Systems Research 2 (3): 192-222.

[29] Negash, S (2004): Business Intelligence. Communications of the Association for Information Systems 13: 177-195.

[30] Olson, MH, Ives, B (1981): User Involvement in System Design: An Empirical Test of Alternative Approaches. Information & Management 4 (4): 183-195.

[31] Ortiz de Guinea, A, Markus, ML (2009): Why Break the Habit of a Lifetime? Rethinking the Roles of Intention, Habit, and Emotion in Continuing Information Technology Use. MIS Quarterly 33 (3): 433-444.

[32] Pitt, LF, Watson, RT, Kavan, CB (1995): Service Quality: A Measure of Information Systems Effectiveness. MIS Quarterly 19 (2): 173-187.

[33] Premkumar, G, Bhattacherjee, A (2008): Explaining information technology usage: A test of competing models. Omega 36 (1): 64-75.

[34] Punch, KF (2005): Introduction to Social Research - Quantitative and Qualitative Approaches. Sage Publications Ltd, London.

[35] Raber, D, Winter, R, Wortmann, F (2012): Using Quantitative Analyses to Construct a Capability Maturity Model for Business Intelligence. In: *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences 2012 (HICSS-45)*, IEEE Computer Society, Grand Wailea, Maui: 4219-4228.

[36] Rogers, EM (2003): Diffusion of Innovations. Free Press, New York, NY.

[37] Shaw, N, Manwani, S (2011): Extending Feature Usage: A Study of the Post-Adoption of Electronic Medical Records. In: *Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS) 2011*, Helsinki.

[38] Stroh, F, Winter, R, Wortmann, F (2011): Method Support of Information Requirements Analysis for Analytical Information Systems. Business & Information Systems Engineering 3 (1): 33-43.

[39] Taylor, S, Todd, P (1995): Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. Information Systems Research 6 (2): 144-176.

[40] Taylor, S, Todd, P (1995): Assessing IT Usage: The Role of Prior Experience. MIS Quarterly 19 (5): 561-570.

[41] Thompson, RL, Higgins, CA, Howell, JM (1991): Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization. MIS Quarterly 15 (1): 125-143.

[42] Venkatesh, V, Davis, FD (2000): A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. Management Science 46 (2): 186-204.

[43] Venkatesh, V, Morris, MG, Davis, GB, Davis, FD (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward A Unified View. MIS Quarterly 27 (3): 425-478.

[44] Watson, HJ, Wixom, BH (2007): The Current State of Business Intelligence. IEEE Computer 40 (9): 96-99.

[45] Wixom, BH, Watson, HJ (2010): The BI-Based Organization. International Journal of Business Intelligence Research 1 (1): 13-28.

Extraktion von Weblog-Inhalten im Social BI

Andreas Schieber

Technische Universität Dresden, Business Intelligence Research, andreas.schieber@tu-dresden.de

Abstract

Der Beitrag stellt ein BPMN-basiertes Vorgehensmodell zur Extraktion von Web-2.0-Inhalten vor, hier speziell von Weblog-Inhalten. Das Ziel ist dabei, die Texte aus dem Web 2.0 in einem Data Warehouse (DWH) vorzuhalten, um diese mit Methoden der Business Intelligence (BI) analysieren zu können. Der Beitrag beschreibt die Extraktion, Transformation und das Laden (ETL) der Texte in ein zentrales DWH. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den Aktivitäten, die in den jeweiligen Phasen durchgeführt werden müssen, um die Inhalte korrekt und geeignet zu speichern. Das Vorgehensmodell schließt eine Lücke im Kontext der aktuell geführten Diskussionen zu Social BI und kann aufgrund des modularen Aufbaus für andere Extraktionsvorhaben im Rahmen des Web 2.0 angepasst werden.

1 Einführung

Die Entwicklung des World Wide Web und seiner Nutzer vom passiven Konsumieren hin zum aktiven Gestalten und Teilen von Inhalten, Erfahrungen und Erlebnissen ([21], S. 9) birgt für ein Unternehmen viele Potenziale im Umgang mit seinen Kunden: Einerseits kann das Unternehmen weitere Kanäle zur Kundenkommunikation nutzen, andererseits können online veröffentlichte Berichte der Kunden für Produktentwicklungen und -verbesserungen oder als Ergänzung zur Markforschung genutzt werden ([10], S. 36; [17], S. 90; [20], S. 24).

Die von Nutzern generierten Inhalte können jedoch aufgrund ihrer enormen Menge nur in sehr begrenztem Umfang ausgewertet und in für Unternehmen nutzbares Wissen transformiert werden. In den vergangenen Jahren wurden daher im Rahmen der BI-Forschung Konzepte und Werkzeuge entwickelt, die mit Hilfe von Data-, Text- und Web-Mining-Methoden in der Lage sind, nützliche Informationen aus Web-2.0-Inhalten zumindest teilautomatisiert zu extrahieren. Aufgrund des Erfolgs von Social-Media-Anwendungen und der daraus potenziell ableitbaren Informationen ist der Begriff Social BI entstanden ([12], S. 2; [37], S. 15). Um die Informationen aus dem Web 2.0 mit Hilfe von (Social-)BI-Methoden analysieren zu können, müssen die Inhalte zunächst gespeichert werden. In traditionellen BI-Systemen wird dies von einem ETL-Prozess realisiert, der Daten aus unterschiedlichen Quellen extrahiert, in ein einheitliches Format transformiert und in ein zentrales DWH lädt ([2], S. 1; [11], S. 89). Für die Analysen der Web-Inhalte ist es zwar nicht immer notwendig, die Daten in einer zentralen Datenbank vorzuhalten; allerdings sind die Schritte zur Extraktion identisch, und durch eine zentrale Datenhaltung können Auswertungen über größere Zeiträume vorgenommen werden.

Neben Microblogs und sozialen Netzwerken sind Weblogs – oder kurz: Blogs – nach wie vor ein beliebtes Instrument, um Inhalte zu publizieren. Als Weblogs werden dabei Webseiten bezeichnet, die häufig aktualisiert und deren Inhalte in chronologisch absteigender Reihenfolge präsentiert werden ([10], S. 36). Üblicherweise werden die Einträge mit anderen Webseiten oder Blogs verlinkt, und die Leser können Kommentare dazu hinterlassen, wodurch sich schnell umfangreiche Netzwerke und Diskussionen entwickeln. Weblogs werden inzwischen auch häufig selbst von Unternehmen betrieben, die an der Entwicklung des Webs partizipieren wollen ([10], S. 36; [33]).

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich daher auf die Extraktion von Inhalten aus Weblogs; das resultierende Modell kann jedoch aufgrund seines modularen Aufbaus und aufgrund der Ähnlichkeit vieler Web-2.0-Anwendungen an andere Technologien angepasst werden. Die Konzeption des Modells erweitert dabei einerseits ein bereits entwickeltes Vorgehensmodell für die Analyse von Weblogs [25] und greift andererseits den aktuellen Forschungsbedarf auf: [12], S. 12 weisen in ihrem Beitrag explizit darauf hin, dass im Rahmen der Social BI geeignete ETL-Techniken benötigt werden, um den spezifischen Eigenschaften von Web-2.0-Inhalten und -Technologien zu genügen. Das Forschungsziel des Beitrags ist daher die Entwicklung eines konzeptuellen Modells für einen ETL-Prozess, der Inhalte von Weblogs extrahiert, transformiert und in ein zentrales DWH lädt. Dabei beschreibt der Beitrag die Aufgaben und Aktivitäten, die in den jeweiligen Phasen zu erledigen sind, damit die Daten korrekt und geeignet gespeichert werden können. Durch die Konkretisierung des Prozesses zur Datenbereitstellung dient das Modell der Erweiterung vorangegangener Forschung mit dem Ziel, Vorgehensweisen für den Aufbau und Betrieb von Web-2.0-Analysesystemen zur Verfügung zu stellen: Die durch diesen Prozess gesammelten Daten können anschließend analysiert und mit Daten aus anderen Informationssystemen des Unternehmens verknüpft werden; beispielsweise könnte das Analysesystem als Messinstrument für Marketing-Aktivitäten dienen, wenn dadurch

sichtbar wird, ob unterschiedliche Werbemethoden verschiedene Diskussionsintensitäten im Web 2.0 bewirken.

Die forschungsmethodische Grundlage für diesen Beitrag bildet im Konsens mit dem Paradigma der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik der Design-Science-Research-Ansatz nach [14] und [22]. Im Rahmen des Forschungsprozesses wird ein Vorgehensmodell – als Ergebnis einer vorangegangenen Entwicklungsstufe – verbessert, indem es um den hier detailliert beschriebenen ETL-Prozess erweitert wird. Dazu wurden aktuelle Beiträge aus verwandten Forschungsfeldern analysiert und daraus die notwendigen Phasen und Aktivitäten abgeleitet. Das resultierende Artefakt stellt die Ergebnisse in einem BPMN[1]-basierten Vorgehensmodell dar, da [2], S. 4 die BPMN bereits erfolgreich für die Modellierung von ETL-Prozessen genutzt haben. Der Beitrag beschreibt zunächst Forschungsarbeiten aus angrenzenden Bereichen. Darauf aufbauend werden die Komponenten und Aktivitäten des Modells und somit das entstandene Artefakt dargestellt. Zum Abschluss folgt die Evaluation auf Basis einer prototypischen Implementierung.

2 Beiträge im Forschungsfeld

Im Kontext der Weblog-Analyse beschäftigen sich zahlreiche Publikationen mit der Auswertung von Einträgen. Einerseits werden dabei die Blogs selbst bzw. deren Inhalte betrachtet, andererseits auch die Gesamtheit der Blogs bzw. deren Vernetzung untereinander. Während bei der Untersuchung der Blog-Inhalte vor allem Trend- und Themenerkennung ([5], [27]) oder Meinungsanalyse ([17], [26], [34]) im Fokus stehen, wird die Vernetzung der Blogs mit Methoden der sozialen Netzwerkanalyse daraufhin untersucht, welche Blogs und Autoren einen hohen Einfluss auf andere ausüben ([1]; [39]).

Voraussetzung für die Durchführung dieser Analysen ist die Existenz einer Datenbank, in der die dafür relevanten Daten gespeichert werden. In der traditionellen BI werden die Daten, auf deren Basis später Berichte und Analysen erstellt werden, in einem zentralen DWH gespeichert ([11], S. 90). Der erste Schritt zu einem einheitlichen Blog-DWH ist die Identifikation von relevanten Weblogs und deren Inhalten ([25]). Einige Autoren beschäftigen sich in diesem Rahmen mit den besonderen Anforderungen an einen Crawler für die Suche und Identifikation von Weblogs ([16], [28], [35]). Anschließend müssen die einzelnen Einträge identifiziert und extrahiert werden; für diese Aufgabe beschreiben [3] mögliche Lösungsansätze. Nach der Extraktion werden die Daten in einem DWH gespeichert, das die unstrukturierten, textuellen Daten für die Analysen zur Verfügung stellt. Mit der steigenden Nachfrage nach text- und dokumentenbasierten Analyseverfahren wurden auch neue DWH-Konzepte entwickelt, die unstrukturierte Daten verwalten können. [30] stellen ein Datenmodell für ein Document Warehouse vor, das mehrere Dimensionstabellen (z.B. Datum, Titel, Keywords) um eine Faktentabelle herum anordnet. In der Faktentabelle ist eine einfache Kennzahl gespeichert, die die Anzahl der korrespondierenden Dokumente repräsentiert ([30], S. 736). Für die Implementierung eines solchen Document Warehouse empfehlen [30] ein DWH auf XML-Basis, da sich XML zu einer wichtigen Technologie im Web 2.0 entwickelt hat und inzwischen zu einem Standardformat für Datenrepräsentation und -austausch geworden ist ([6], S. 1). [23] geben einen detaillierten Überblick über XML-gestützte Technologien in diesem Kontext.

Obwohl sich bereits viele Forschungsarbeiten mit der Suche und Identifikation von Weblogs, der Speicherung von ihren Inhalten sowie deren Analyse beschäftigen, konnte kein Beitrag identifiziert werden, der sich explizit einem Vorgehensmodell zur Extraktion und Speicherung von

[1] BPMN: Business Process Modeling Notation: http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0

unstrukturierten Blog-Inhalten in ein zentrales DWH widmet. Diese (konzeptionelle) Lücke im Prozess der Weblog-Analyse soll durch das beschriebene Modell geschlossen werden.

3 Komponenten zur Extraktion von Weblog-Inhalten

Für die Extraktion und Analyse von Weblog-Inhalten wurde bereits ein Vorgehensmodell entwickelt ([25], S. 127); Bild 1 zeigt dieses Modell in BPM-Notation. Der vorliegende Beitrag konzentriert sich bei der Weiterentwicklung des Modells auf die ersten Phasen dieses Prozesses: In diesem Teil müssen Weblogs identifiziert und deren Inhalte extrahiert werden. Als Ergebnis liegt der zunächst unstrukturierte, textuelle Inhalt der Blog-Einträge (teil-)strukturiert in einem DWH vor. Dadurch sind die Daten z.B. für Meinungsanalysen im zweiten Teil des Prozesses verfügbar.

In Bild 1 werden auch die Aktivitäten hervorgehoben, die im Folgenden in die Komponenten des ETL-Prozesses überführt werden (graue Bereiche). In Übereinstimmung mit der Definition eines ETL-Prozesses und seiner Phasen wird das Modell in die drei Komponenten Extraktion, Transformation und Laden zerlegt ([4], S. 136; [11], S. 89). Die erste Phase des ETL-Prozesses beschäftigt sich mit der Extraktion von Daten aus unterschiedlichen, heterogenen Quellsystemen; dies können z.B. Datenbanken, aber auch CSV- oder XML-Dateien sein wie die RSS-Feeds, die von den meisten Weblogs bereitgestellt werden. Die Komponente Extraktion stellt daher sicher, dass die Inhalte der Weblogs gesammelt und verfügbar gemacht werden (Bild 1: „Einträge auswählen“). In der zweiten Phase werden die unterschiedlichen Datentypen und -formate der extrahierten Daten in eine standardisierte, einheitliche Form gebracht; dies übernimmt die Komponente Transformation (Bild 1: „Texte vorverarbeiten“). Danach können die angepassten Daten in einem zentralen DWH gespeichert werden, was Aufgabe der Komponente Laden ist (Bild 1: Datenfluss in das DWH). Anschließend sind die Blog-Einträge für weitere Analysen verfügbar.

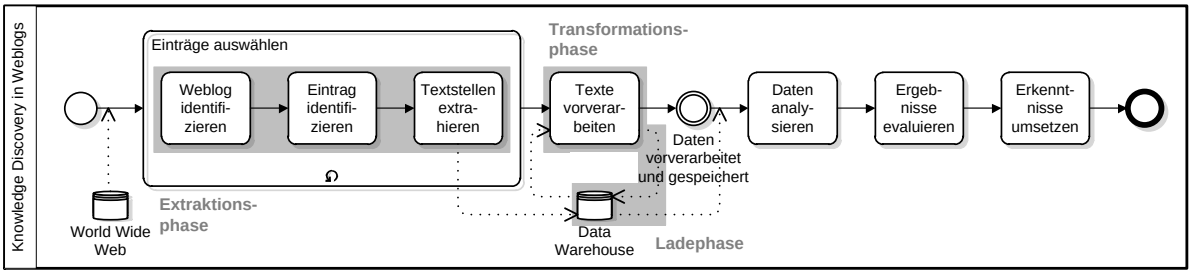


Bild 1: Vorgehensmodell für die Wissensextraktion aus Weblogs (in Anlehnung an [25], S. 127).

Bild 2 zeigt die Integration der Aktivitäten der grauen Bereiche in die Komponenten des ETL-Prozesses und dient damit als erster Schritt zu dem neuen, weiterentwickelten Vorgehensmodell. Das Modell zeigt auch den Datenfluss innerhalb des Prozesses. Um die Darstellung einfach und allgemeingültig zu halten, wird hier nur die Bezeichnung „Data Warehouse“ verwendet. Die folgenden (Teil-)Modelle zeigen den Datenfluss in oder aus dem DWH in jeder Grafik, gemeint ist aber immer dasselbe zentrale DWH.

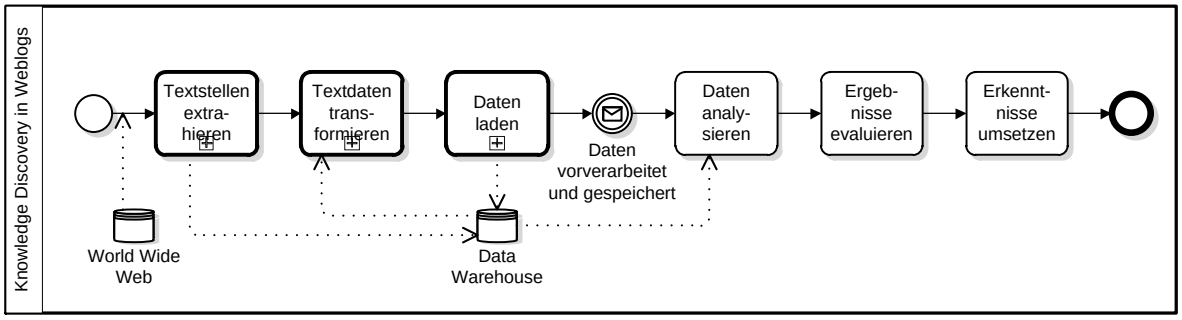


Bild 2: Die Komponenten Extraktion, Transformation und Laden (eigene Darstellung).

In den folgenden Abschnitten werden die Komponenten und ihre Aktivitäten detailliert beschrieben. Durch ihren modularen Aufbau können die Komponenten einzeln auf andere Web-2.0-Technologien angepasst werden.

3.1 Komponente Extraktion

Das Ziel der ersten Komponente ist die Extraktion von Weblog-Einträgen und von deren Bestandteilen. In der Regel sind dies der Titel, das Veröffentlichungsdatum sowie der Inhalt eines Eintrags.

Dazu müssen in einem ersten Teilschritt Weblogs in der Menge der Webseiten identifiziert werden. Dieser Schritt unterscheidet sich von traditionellen BI-Systemen, bei denen normalerweise bereits im Vorfeld bekannt ist, welche Datenquellen integriert werden sollen. Im Gegensatz dazu ist eine Webseite zunächst auf charakteristische Eigenschaften von Blogs hin zu untersuchen, bevor ihre Inhalte extrahiert werden. Zu diesem Zweck werden Crawler eingesetzt (topologisch, fokussiert oder beide Technologien), die URLs sammeln, deren Inhalte bewerten und entscheiden können, ob ein Weblog darunter ist oder nicht. Dazu erhält der Crawler eine Startliste mit URLs von Blogs, z.B. von Blog-Suchmaschinen wie Google Blog Search oder Technorati, die er besucht und dort gespeicherte URLs sammelt. Anschließend untersucht der Crawler die neuen URLs und sammelt deren Links usw. Dieses Vorgehen eines topologischen Crawlers ist in der Lage viele (mögliche) Blog-URLs in relativ kurzer Zeit zu sammeln. Im Gegensatz dazu untersucht ein fokussierter Crawler nach [9] die Startliste in Bezug auf deren abgedeckte Themengebiete. Mit dieser Information identifiziert der Crawler Webseiten, die thematisch zu denen der Startliste passen, wodurch irrelevante Inhalte ausgeschlossen werden können. Für weiterführende Informationen zu Crawlern und speziellen Blog-Crawlern sei auf [9], [16], [28], [35] verwiesen.

Nachdem die potenziellen Blog-URLs gesammelt wurden (Bild 3: „URL Liste“), müssen sie dahingehend bewertet werden, ob es sich tatsächlich um Blogs handelt oder nicht. Dabei wird jede Webseite untersucht (Bild 3: parallele Mehrfachausführung), ob sie bestimmte, Blog-spezifische Eigenschaften aufweist, wie z.B. die umgekehrt chronologische Reihenfolge der Einträge, die Existenz von Blog-Archiven oder die Möglichkeit, Kommentare zu hinterlassen. Entgegen dieser inhaltsbasierten Untersuchung beschreiben [18] einen Ansatz, der Weblogs mit Hilfe von Data-Mining-Verfahren identifiziert. Mit diesem Ansatz konnten Weblogs bei einer Genauigkeit von 98% korrekt identifiziert werden ([18], S. 97).

Sobald eine Webseite als Blog erkannt wurde, werden ihre Inhalte extrahiert. Um diese mit minimalem Aufwand extrahieren zu können, sollten stärker strukturierte Daten bevorzugt werden: Blogs verfügen oft über semi-strukturierte Daten in Form von XML-basierten RSS- oder Atom-Feeds.

Gemäß der Spezifikationen von RSS 2.0[2] und Atom[3] enthalten diese Feeds z.B. das Veröffentlichungsdatum, den Titel des Eintrags oder den kompletten Text des Eintrags selbst. Solche Feeds sind in Bild 3 als „full-content-feeds“ bezeichnet; andere Feeds enthalten zwar u.a. auch Titel, Veröffentlichungsdatum, jedoch nur einen Teil des Eintrags. In diesem Fall oder, wenn gar kein Feed verfügbar ist, müssen die HTML-Dokumente der Webseite für die Extraktion genutzt werden. Dies kann mit Hilfe des Document Object Model realisiert werden; weiterführende Informationen dazu bieten u.a. [3], [8].

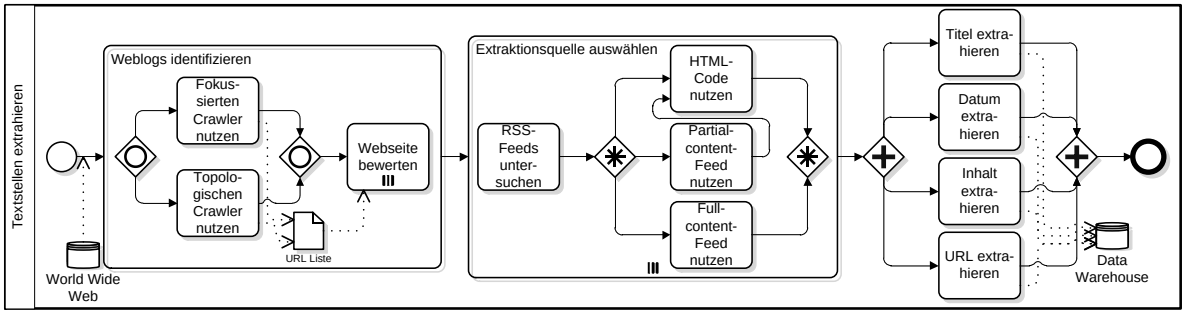


Bild 3: Aktivitäten der Extraktionskomponente (eigene Darstellung).

Die wichtigsten Aufgaben der Extraktionskomponente sind somit die Identifikation von Weblogs und deren Einträgen sowie die anschließende Extraktion der Inhalte. Als Ergebnis befinden sich die extrahierten Daten in einer temporären Staging Area innerhalb des DWH.

3.2 Komponente Transformation

Nach der Extraktion werden die Inhalte mit Hilfe der Transformationskomponente aufbereitet und vereinheitlicht, um sie für die Übertragung in das DWH vorzubereiten.

Da die aus unterschiedlichen Feeds oder den HTML-Dokumenten extrahierten Daten in heterogener Form vorliegen, werden sie in den ersten Aktivitäten in einheitliche Schemata und Datentypen transformiert ([13], [36]). Dies betrifft vor allem Datums- oder Zeitangaben, die in den Feed-Spezifikationen unterschiedlich definiert sind bzw. in HTML-Dokumenten viele verschiedene Formen annehmen. Solche Angaben müssen standardisiert werden, damit sie später in den Analysen genutzt werden können.

Anschließend können Verfahren aus dem Text und Web Mining angewendet werden, um die Blog-Einträge mit weiteren Informationen anzureichern. Dazu sind die Texte in Abhängigkeit der vorgesehenen Verfahren bzw. der angestrebten Analyseziele zunächst aufzubereiten (Bild 4: „Textdaten vorverarbeiten“). Typische Aufgaben sind dabei einerseits die Komplexitätsreduktion, z.B. durch die Eliminierung von Stoppwörtern (d.h. irrelevante und sehr häufige Wörter, die keine inhaltliche Bedeutung haben ([15], S. 80)) oder durch die Zurückführung von Wörtern auf ihre Stammformen ([32], S. 18)) sowie andererseits die Erhöhung des Strukturierungsgrades, z.B. durch Annotation von Wörtern mit sogenannten Part-of-Speech-Informationen (d.h. die Identifikation von Substantiven, Verben, Adjektiven usw. [31]). Je nach Anwendungsfall und Analysevorhaben variieren diese Aufbereitungsschritte im Detail bzw. sind unterschiedlich komplex ausgestaltet.

[2] RSS 2.0 Spezifikation: http://www.rssboard.org/rss-specification
[3] Atom Syndication Format: http://www.atomenabled.org/developers/syndication/atom-format-spec.php

Nach der Aufbereitung können auf Basis der Texte weitere Informationen generiert werden, um die Dimensionalität der Daten zu erhöhen. Denkbar sind dazu Verfahren wie die Berechnung von Vektoren oder die Erkennung von Themen oder Meinungen. Auf Basis der in den Dokumenten enthaltenen Wörter werden Vektoren gebildet, die miteinander verglichen werden können. So lassen sich ähnliche Dokumente zu Gruppen zusammenfassen. [7] und [27] beschreiben die Erkennung von Themen innerhalb der Dokumente mit Hilfe von Topic Models, die auf Basis von häufig gemeinsam auftretenden Wörtern Themen bilden, und die einzelnen Dokumente diesen Themen zuordnen. Ebenso können in den Texten geäußerte Meinungen extrahiert und mit den entsprechenden Einträgen in Verbindung gebracht werden ([17], [34]).

Durch solche Verfahren werden zusätzliche Informationen zu den einzelnen Einträgen generiert, die in Dimensionen oder Fakten im DWH abgespeichert werden können und dadurch umfangreiche Analysen ermöglichen. In diesem Schritt können daher auch andere Methoden aus dem Natural Language Processing, dem Web Content Mining oder ähnlichen Forschungsbereichen angewendet werden. Teile dieser Verfahren kommen auch aus dem Spektrum der traditionellen Data-Mining-Methoden, aber auch aus dem Text Mining ([29], [32]).

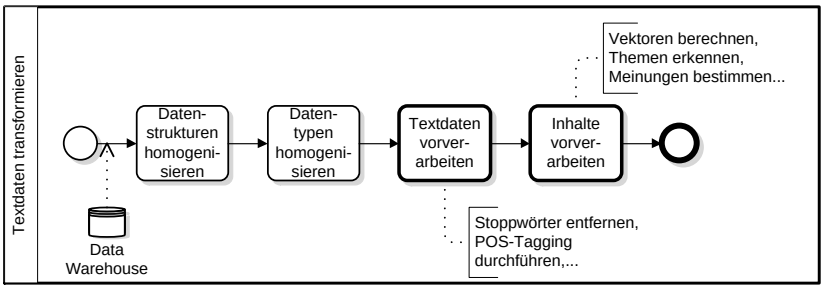


Bild 4: Aktivitäten der Transformationskomponente (eigene Darstellung).

Die wichtigsten Aufgaben der Transformationskomponente sind einerseits die Überführung der extrahierten Daten in konsistente Formate und Datenmodelle, andererseits die Anreicherung der Texte mit zusätzlichen Informationen.

3.3 Komponente Laden

In der letzten Phase des ETL-Prozesses kommt die Ladekomponente zum Einsatz. Sie speichert die in der Staging Area aufbereiteten und aufgewerteten Daten abschließend in einem DWH ab. Das DWH selbst besteht in der Regel aus Tabellen, die miteinander in Beziehung stehen und so Fakten und Dimensionen abbilden [38]. Das Ziel dieser Komponente ist daher, die Daten in die entsprechenden Fakten- und Dimensionstabellen zu transferieren und miteinander in Beziehung zu setzen.

Die Dimensionstabellen müssen zuerst aktualisiert werden, wenn neue Einträge gespeichert werden bzw. sonstige, neue Informationen (z.B. Themen) hinzukommen (Bild 5: parallele Mehrfachausführung). Dimensionen für ein DWH für Weblogs könnten z.B. eine Zeitdimension sein, um zu bestimmen Zeitpunkten zu navigieren, oder eine Blog-Dimension, um bestimmte Blogs zu filtern, oder eine Themen-Dimension, in der die in den Einträgen enthaltenen Themengebiete aufgelistet sind.

Fakten stellen in einem DWH Kennzahlen dar, die von Analysten überwacht werden. In der Faktentabelle werden zu den Kennzahlen auch die Schlüsselwerte jeder Dimensionstabelle

gespeichert, um sie mit den Dimensionselementen zu verknüpfen. In der Literatur werden einige Ansätze diskutiert, um textuelle (Blog-)Daten in einem DWH zu speichern ([23], [30]).

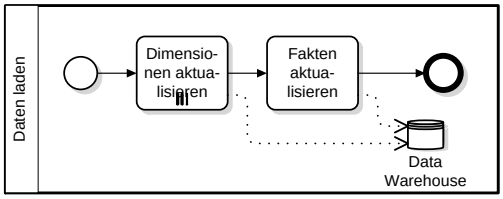


Bild 5: Aktivitäten der Ladekomponente (eigene Darstellung).

Die wichtigsten Aufgaben der Ladekomponente sind die Aktualisierung der Dimensions- und Faktentabellen und somit das Transferieren der bearbeiteten Blog-Daten in ein DWH. Nach dem erfolgreichen Abschluss dieser Phase ist die Überführung der Blog-Einträge aus dem Web in das DWH abgeschlossen: Die Daten sind nun permanent gespeichert und für (multidimensionale) Auswertungen über große Zeiträume verfügbar.

4 Ergebnisse und Evaluation

4.1 Gesamtmodell

Die Verknüpfung der einzelnen Komponenten sowie deren Integration in das oben gezeigte Modell stellt als Ergebnis des Design-Science-Forschungsprozesses ein Vorgehensmodell dar, um Blog-Inhalte für Analysen im Rahmen des Social BI zu speichern (Bild 6).

Unter der Annahme, dass Weblogs vorher nicht (automatisiert) untersucht worden sind, kann das zentrale DWH mit Hilfe des Modells erstmalig gefüllt werden. Das Modell zeigt dabei, wie mit den Blogs bzw. deren Einträgen in der Gesamtheit umgegangen werden soll: Zunächst werden die Weblogs gesammelt, danach deren Inhalte extrahiert und vorverarbeitet sowie abschließend im DWH gespeichert.

Die danach folgenden Schritte im Knowledge-Discovery-Prozess sind ähnlich zu denen traditioneller Data-Mining-Vorgehensmodelle (siehe [19]). Das hier aufgebaute DWH mit den Blog-Einträgen stellt dabei die Datenquelle für die Analysen dar, wie z.B. multidimensionale Auswertungen, Text oder Opinion Mining und Trend- oder Zeitreihenanalysen. In Abhängigkeit der gewählten Verfahren müssen die Daten eventuell erneut transformiert und für das jeweilige Verfahren angepasst werden.

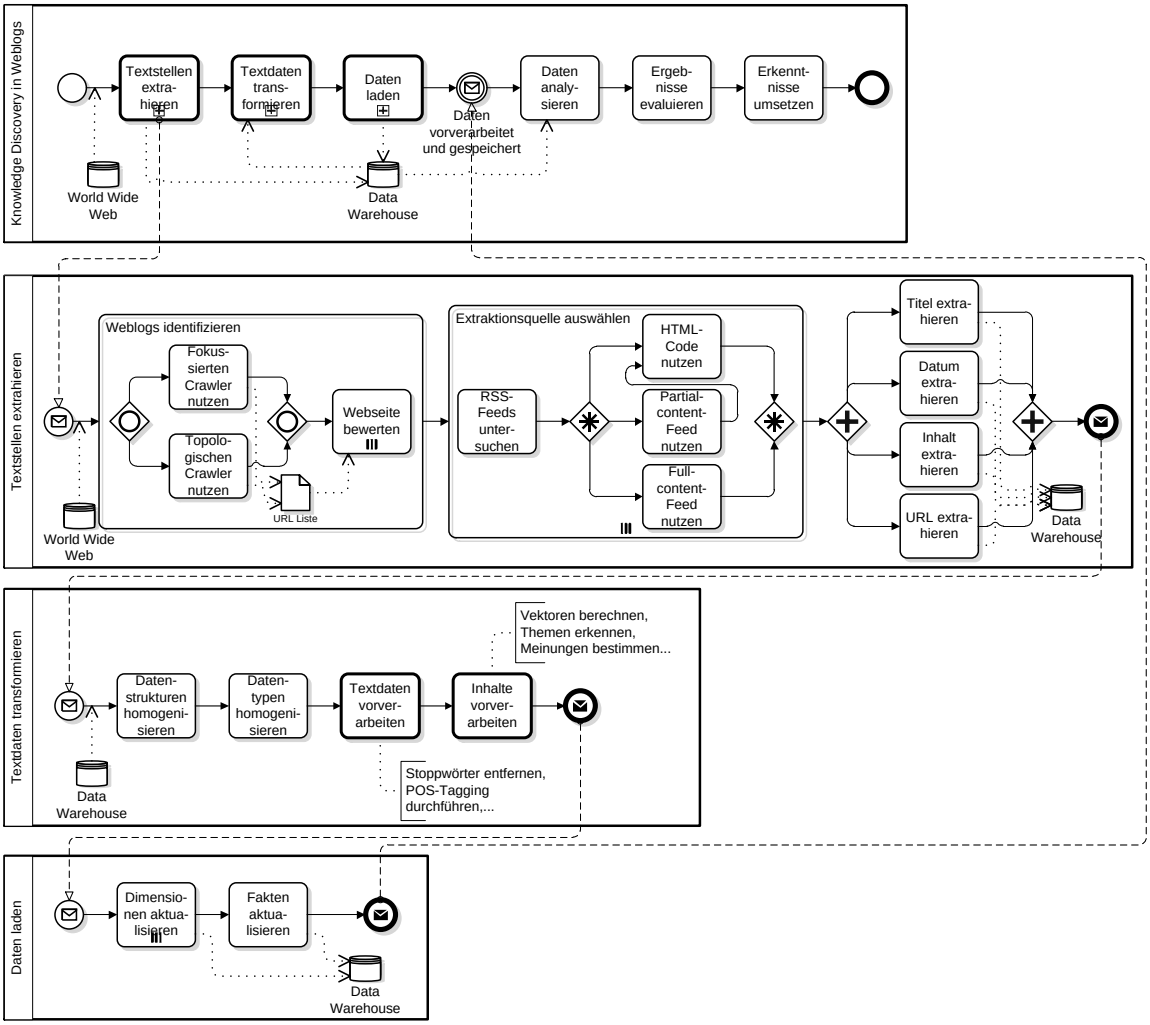


Bild 6: Integriertes Gesamtmodell (eigene Darstellung).

4.2 Evaluation

An die Entwicklung des Artefakts schließt sich im Prozess des Design-Science-Research-Ansatzes dessen Evaluation an, um die Nützlichkeit des Artefakts zu belegen ([14], S. 16ff., [22], S. 54). Gemäß [24], S. 75ff. evaluiert dieser Beitrag das entwickelte Modell gegen die Realwelt, indem auf Basis des Modells ein Prototyp konstruiert und eingesetzt wird. Der Prototyp extrahiert die Blog-Inhalte aus dem Web und überführt sie in ein DWH, indem die in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Aktivitäten durchgeführt werden. Für sämtliche Aktivitäten kommen Open-Source-Tools zur Anwendung, die sich in ihrem jeweiligen Einsatzschwerpunkt bewährt haben.

Die Grundlage des Prototyps bildet eine manuell erstellte Liste von mehr als 20 aktiven, deutschsprachigen Blogs mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten sowie Full-Content-Feeds. Im Rahmen der Extraktion wird diese – für die Evaluation statische – Liste von SimplePie, einem PHP-basierten Feedparser, auf neue Einträge hin untersucht. Die Inhalte dieser Blogs, d.h. Veröffentlichungsdatum, Titel und Inhalt der Einträge sowie deren URLs, werden anschließend gespeichert; als temporäre Staging Area dient dabei eine relationale MySQL-Datenbank.

Anschließend werden mit der Transformationskomponente die Datenstrukturen und -typen homogenisiert. Da die Feeds der Blogs einheitlich strukturiert sind, ist hier keine zusätzliche Transformation notwendig; lediglich die Codierung von (Sonder-)Zeichen und Umlauten musste

vereinheitlicht werden. Danach sind die Texte vorzuverarbeiten, um zusätzliche Informationen aus ihnen ableiten zu können – hier die Erkennung von Themen. Die Vorverarbeitung wurde mit dem Tool RapidMiner und der dazu verfügbaren Text-Processing-Erweiterung durchgeführt (Tokenisierung, Entfernung von Stoppwörtern, Bildung von N-Grammen zur Berücksichtigung von Wortgruppen). Auf Basis der so vorbereiteten Daten konnten in den gesammelten Blog-Einträgen mit Hilfe der Stanford Topic Modeling Toolbox 20 Themen unterschieden werden, die im Folgenden in einer zusätzlichen Dimension des DWH zur Verfügung stehen.

Die verschiedenen Daten werden dann von der Ladekomponente miteinander in Beziehung gesetzt und in einem DWH gespeichert. Als Dimensionen sind dazu das Datum (unterteilt in Tage, Monate und Jahre), der Name des Blogs (aus der URL) sowie die identifizierten Themen verfügbar. Nach diesen Dimensionen können die Fakten (Titel und Inhalt eines Eintrags) analysiert werden. Abschließend werden die Tabellen mit dem Talend Open Studio for Data Integration konsolidiert und stehen nun mit Hilfe von QlikView für Analyse und Reporting bereit.

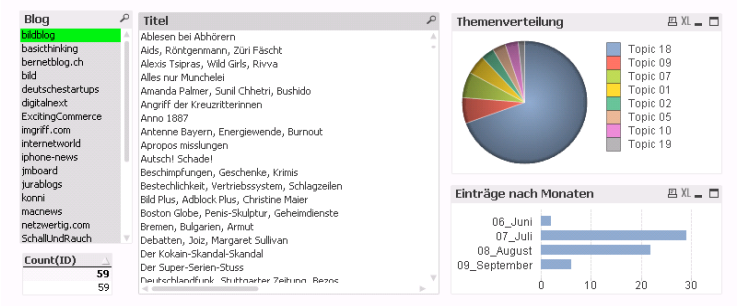


Bild 7: Ansicht der Blog-Daten in QilkView (eigene Darstellung).

Das Modell ermöglicht somit den Aufbau eines DWH für ein Weblog-Analysesystem und integriert sich damit als Konkretisierung des Vorgehensmodells in die bereits genannte, vorangegangene Forschung. Die in diesem Beitrag beschriebenen Komponenten und Aktivitäten stellen sicher, dass Informationen aus dem Web 2.0 in geeigneter Weise in ein DWH überführt werden und dort für anschließende Analysen zur Verfügung stehen. Dabei entstanden aufgrund der Vielzahl an eingesetzten Tools an mancher Stelle Schnittstellenprobleme, die jedoch nicht aus dem Vorgehen des Modells selbst resultierten. Als Einschränkung der Evaluation ist zu erwähnen, dass ein Crawler wie oben beschrieben im Prototyp nicht implementiert wurde; dennoch konnten mit der manuell zusammengestellten Liste an Blog-URLs die wesentlichen Schritte der Extraktion von Inhalten mit Hilfe des Vorgehensmodells gezeigt werden.

5 Kritische Würdigung und Ausblick

Dieser Beitrag beschreibt einen ETL-Prozess als Vorgehensmodell für die Identifikation und Speicherung von Blog-Einträgen in einem DWH, auf dessen Basis anschließend Analysen der Inhalte durchgeführt werden können. Das Forschungsziel integriert sich in ein vorangegangenes Forschungsvorhaben und stützt sich auf eine bestehende Forschungslücke im Bereich Social BI. Das resultierende Modell zeigt, welche Funktionalitäten ein Analysesystem bereitstellen muss, um Daten aus dem Web 2.0 für die Auswertung zu sammeln. Das Modell verfügt im Kern über drei Komponenten, in denen jeweils bestimmte Aktivitäten auszuführen sind. Die Komponenten und Aktivitäten sind im Beitrag auf die Extraktion von Blog-Inhalten ausgerichtet, können jedoch leicht auf andere Web-2.0-Technologien angepasst werden (Twitter z.B. bietet auch RSS-Feeds zur

Datenextraktion an). Im Rahmen der Evaluation konnte bereits gezeigt werden, dass die Extraktion von Blog-Inhalten mit Hilfe des vorgestellten Modells erfolgreich durchgeführt werden kann.

Nach der Sammlung und Speicherung der Daten liegen diese für nachfolgende Analysen vor; für ein Web-2.0-Analysesystem kommen dabei beispielsweise Verfahren zur Textgruppierung (Klassifikations- oder Segmentierungsverfahren), zur Meinungsanalyse (Opinion Mining bzw. Sentiment Analysis) oder zur Identifikation von Trends in Frage. Wie in Abschnitt 1 bereits erwähnt wurde, besteht außerdem ein hohes Potenzial darin, das Geschäftsverständnis eines Unternehmens durch die Integration von Daten aus anderen Informationssystemen des Unternehmens mit den Web-2.0-Inhalten zu erweitern. An dieser Stelle sei jedoch bei der Analyse der Nutzerinhalte auf eventuelle rechtliche Einschränkungen durch das Datenschutzgesetz hingewiesen.

Um umfassendere Analysen zu ermöglichen, ist das Modell in zukünftigen Forschungsarbeiten zu erweitern: Forschungsbedarf besteht bspw. bei den zu extrahierenden Daten, da es in Blogs neben Titel, Datum und Inhalt von Einträgen zum einen weitere Textstellen gibt, die für Analysen in Betracht kommen (z.B. Kommentare von Lesern). Zum anderen spielen im Rahmen des Web 2.0 zusätzliche Charakteristika wie die Vernetzung von Blogs untereinander oder die Distribution von Inhalten aus Weblogs in andere Social-Media-Anwendungen eine bedeutende Rolle; zu deren Auswertung könnten Verfahren der Sozialen Netzwerkanalyse eingesetzt werden, um z.B. Beziehungen zwischen den Blogs bzw. deren Autoren zu untersuchen oder Meinungsführer zu identifizieren. Außerdem sind u.a. neue Verfahren für die Identifikation von relevanten Webseiten zu diskutieren.

6 Literatur

[1] Agarwal, N; Liu, H; Tang, L; Yu, P (2008): Identifying the influential bloggers in a community. In: *Proc. of the Intern. Conf. on Web Search and Web Data Mining.* ACM, New York.

[2] Akkaoui, Z; Mazón, J; Vaisman, A; Zimányi, E (2012): BPMN-Based Conceptual Modeling of ETL Processes. In: Cuzzocrea, A; Dayal, U (Hrsg.), *Data Warehousing and Knowledge Discovery.* Springer Berlin Heidelberg,

[3] Attardi, G; Simi, M (2006): Blog Mining through Opinionated Words. http://trec.nist.gov/pubs/trec15/papers/upisa.blog.final.pdf. Abgerufen am: 2012-11-21.

[4] Baars, H; Kemper, H (2008): Management Support with Structured and Unstructured Data—An Integrated Business Intelligence Framework. Information Systems Management 25(2):132-148.

[5] Bansal, N; Koudas, N (2007): BlogScope - A System for Online Analysis of High Volume Text Streams. In: Koch, C; Gehrke, J; Garofalakis, M; Srivastava, D et al. (Hrsg.), *Proceedings of the 33rd International Conference on Very Large Data Bases.* ACM, New York, New York.

[6] Ben Messaoud, I; Feki, J; Zurfluh, G (2012): A first step for building a document warehouse: Unification of XML documents. *Research Challenges in Information Science (RCIS).*

[7] Blei, D; Lafferty, J (2009): Topic Models. http://www.cs.princeton.edu/~blei/papers/BleiLafferty2009.pdf. Abgerufen am: 2012-11-21.

[8] Cao, D; Liao, X; Xu, H; Bai, S (2008): Blog Post and Comment Extraction Using Information Quantity of Web Format. Chinese Academy of Sciences, Institute of Computing Technology, Beijing, China.

[9] Chakrabarti, S; van den Berg, M; Dom, B (1999): Focused Crawling: A New Approach to Topic-Specific Web Resource Discovery. Computer Networks 31(11-16):1623-1640.

[10] Chau, M; Lam, P; Shiu, B; Xu, J; Jinwei Cao (2009): A Blog Mining Framework. IT Professional 11(1):36-41.

[11] Chaudhuri, S; Dayal, U; Narasayya, V (2011): An overview of business intelligence technology. Commun. ACM 54(8):88-98.

[12] Dinter, B; Lorenz, A (2012): Social Business Intelligence: a Literature Review and Research Agenda. In: F. George Joey (Hrsg.), *Proceedings of the International Conference on Information Systems, ICIS 2012*. Association for Information Systems, Orlando, Florida.

[13] Glance, N; Hurst, M; Nigam, K; Siegler, M; Stockton, R; Tomokiyo, T (2005): Deriving Marketing Intelligence from Online Discussion. Intelliseek Applied Research Center, Pittsburgh, Pennsylvania.

[14] Hevner, A; March, S; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. http://www.hec.unil.ch/yp/HCI/articles/hevner04.pdf. Abgerufen am: 2009-09-15.

[15] Heyer, G; Quasthoff, U; Wittig, T (2006): Text Mining: Wissensrohstoff Text. 1. Auflage. W3L-Verlag, Herdecke.

[16] Hurst, M; Maykov, A (2009): Social Streams Blog Crawler. In: IEEE (Hrsg.), *Proceedings of the 25th International Conference on Data Engineering.* IEEE Press,

[17] Kaiser, C (2009): Opinion Mining im Web 2.0 - Konzept und Fallbeispiel. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik(268):90-99.

[18] Kolari, P; Finin, T; Joshi, A (2006): SVMs for the Blogosphere: Blog Identification and Splog Detection Weblogs. In: AAAI (Hrsg.), *Computational Approaches to Analyzing Weblogs, Papers from the 2006 AAAI Spring Symposium, Stanford, California, USA.*

[19] Kurgan, L; Musilek, P (2006): A survey of Knowledge Discovery and Data Mining process models. The Knowledge Engineering Review 21(01):1-24.

[20] Lakshmanan, GT; Oberhofer, MA (2010): Knowledge Discovery in the Blogosphere: Approaches and Challenges. Internet Computing, IEEE 14(2):24-32.

[21] O'Reilly, T (2007): What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. Communications and Strategies(65):17-37.

[22] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24(3):45-77.

[23] Ravat, F; Teste, O; Tournier, R; Zurfluh, G (2010): Finding an application-appropriate model for XML data warehouses. Information Systems 35(6):662-687.

[24] Riege, C; Saat, J; Bucher, T (2009): Systematisierung von Evaluationsmethoden in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Becker, J; Krcmar, H; Niehaves, B (Hrsg.), *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik.* Physica-Verlag HD,

[25] Schieber, A; Hilbert, A (2009): Generierung von neuartigem Wissen durch die Analyse von Weblogs. In: Baars, H; Rieger, B (Hrsg.), *Perspektiven der betrieblichen Management-und Entscheidungsunterstützung.* CEUR Workshop Proceedings,

[26] Schieber, A; Hilbert, A; Stillich, C (2012): Identifikation und Analyse von ironischen und sarkastischen Kundenrezensionen im Web. In: Mattfeld, D; Robra-Bissantz, S (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftinformatik 2012*. GITO-Verlag, Berlin.

[27] Sommer, S; Schieber, A; Hilbert, A; Heinrich, K (2012): What is the Conversation About? A Topic-Model-Based Approach for Analyzing Customer Sentiments in Twitter. International Journal of Intelligent Information Technologies 8(1):10-25.

[28] Sriphaew, K; Takamura, H; Okumura, M (2008): Cool Blog Identification Using Topic-Based Models. In: IEEE/WIC/ACM (Hrsg.), *International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*. IEEE Press,

[29] Stumme, G; Hotho, A; Berendt, B (2006): Semantic web mining - state of the art and future directions. Web Semantics - Science, Services and Agents on the World Wide Web(4):124-143.

[30] Tseng, FSC; Chou, AYH (2006): The concept of document warehousing for multidimensional modeling of textual-based business intelligence. Decision Support Systems 42(2):727-744.

[31] Ule, T; Hinrichs, E (2004): Linguistische Annotation. In: Lobin, H; Lemnitzer, L (Hrsg.), *Texttechnologie*. 1, Stauffenburg Verlag Brigitte Narr, Tübingen.

[32] Weiss, SM; Indurkhya, N; Zhang, T (2010): Fundamentals of predictive text mining. Springer-Verlag, London, New York.

[33] WordPress (2013): Stats. http://en.wordpress.com/stats/. Abgerufen am: 2013-07-26.

[34] Xu, K; Wang, W; Ren, J; Xu, J; Liu, L; Liao, SS (2011): Classifying Consumer Comparison Opinions to Uncover Product Strengths and Weaknesses. International Journal of Intelligent Information Technologies 7(1):1-14.

[35] Yu, F; Zheng, D; Zhao, T; Cheng, X (2008): Structure and Content Based Blog Pages Identification. Proceedings of the 5th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery 2213-217.

[36] Yu, L; Huang, W; Wang, S; Lai, KK (2008): Web warehouse - a new web information fusion tool for web mining. Information Fusion 9(4):501-511.

[37] Zeng, D; Chen, H; Lusch, R; Li, S (2010): Social Media Analytics and Intelligence. IEEE Intelligent Systems 25(6):13-16.

[38] Zhang, D; Zhai, C; Han, J (2009): Topic Cube - Topic modeling for OLAP on multidimensional text databases. Proceedings of the 2009 SIAM International Conference on Data Mining1123-1134.

[39] Zhang, Y; Li, X; Wang, T (2013): Identifying Influencers in Online Social Networks: The Role of Tie Strength. International Journal of Intelligent Information Technologies 9(1):1-20.

Towards a Price Forecast Model for the German Electricity Market Based on Structured and Unstructured Data

Marco Pospiech

Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 09599 Freiberg, E-Mail: marco.pospiech@bwl.tu-freiberg.de

Carsten Felden

Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 09599 Freiberg, E-Mail: carsten.felden@bwl.tu-freiberg.de

Abstract

As in many power markets, electricity is traded in exchanges or Over-the-counter. Market participants require an accurate price forecast to maximum their profits. Hereby, important events have to be considered instantly since the information value falls quickly. Real time information can be extracted from unstructured news tickers. Nevertheless, current forecast systems utilize exclusively structured attributes such as historical price, coal or gas and neglecting published messages. As an initial step, the paper will investigates if a forecast is possible through text data and if the overall forecast accuracy increases. To address the issue, a price trend classification is executed based on data and text mining techniques. The results are interesting. Unstructured text data enables an adequate forecast. Although, the combination of both data types can exceed the individual models itself. Thus, the paper discusses a less addressed research topic and illustrates a valuable extension for existing forecasting systems.

1 Introduction

Many countries have restructured their electrical power industry and introduced deregulation and competition by unbundling generation, transmission, and distribution of electricity. Market participants need to forecast the price to maximize their profits or hedge against risks of price volatility as well as to ensure recovery of investments. [31] The prediction of the electricity price is complex and addicted by many known factors such as gas, seasonality, load, or coal price. [17] Many methods are already established and can be subdivided into time series analyses or simulation. Most of them are discussing machine-learning techniques such as artificial neural networks or regression-based methods. [39] In stock price forecasting (financial industry), the involvement of structured and unstructured text data is state-of-the-art. Here, news tickers are analysed through Text Mining (TM) techniques that contains verifiable impacts to improve decision making. [2] It remains unclear whether the textual analyses in financial market data are beneficial within the electricity market. The high volatile electricity market deals with a not storable product. This makes the environmental structure more complex, because supply has to meet the demand in any circumstances. [16] An instant price forecast based on the analysis of text messages seems to be an appropriate decision support. [2] The paper applies several classification algorithms to evaluate the prediction of price trends. The paper's goal addresses the forecast of price trends through the integration of structured and unstructured textual data. The research investigates, whether the forecast accuracy in- or decreases through the analysis of unstructured text data.

Nevertheless, neither practical solutions nor scientific research deals with the topic of electricity price forecasting by applying textual data. An accurate prediction will support market participants to adjust their trading and hedge strategy to maximize their profits. Dealing with this topic, the paper integrates historical trade transaction from Germany and Thomson Reuters news ticker. Nevertheless, the price structure between the German market and continental Europe (above all France and Austria) correlates strong through well established cross-border-trading and similar price influencing factors. [43] Thus, generalizable research findings can be obtained. The analytical focus is subdivided into three parts. First, only structured factors like electricity, gas, or coal price are considered. Second, only unstructured news article are applied. Third, both are combined. This should make obvious, whether the usage of unstructured data improves the forecasting results. The following Chapter 2 provides a substantial literature review and introduces the German (Over-the-counter) OTC market. The theoretical research framework based on Fayyad et al.'s [19] Knowledge Discovery in Database (KDD) process is presented in Chapter 3 and basic concepts of Data and Text Mining are illustrated. Chapter 4 presents the KDD application as Design Science artefact [24] through the analytical tool RapidMiner [44] and discusses the results. Finally, Chapter 5 provides a summary and outlook.

2 Literature Review on the topic of the Electricity Market

Electricity market price forecasting has been in the focus of various studies during the recent years. A literature review has been executed according to Cooper (1998) by using the Scientific databases of [1; 26]. Relevant articles were indentified through search terms: "*forecast price and energy market", "forecast price and electricity market", "predict price and energy market"*, and *"predict price and electricity market"* in keywords, title and abstract. We also conducted a backward search [54] to avoid missing relevant articles. More than 120 relevant articles were considered. Due to limited space, not all of them can be discussed here. But two of the identified papers are state-of-the-art papers [16; 39],

which highlight the research until 2008 so that we are able to rely on them. Further 26 additional papers have been published since that.

The research topics range from predicting price peaks [6] through forecasting price intervals [25]. Most of the research focuses on approaches for an exact price forecast [6] by distinguishing two major approaches: time series and simulation. [39]

In the simulation, power system equipment and their cost information are modelled accurately. Possible scenarios, such as equipment outages, are processed through stochastic simulations. In addition, most of the game theoretic approaches use parts of simulation frameworks. [27] Time series approaches focusing on two major approaches: linear regression-based and nonlinear heuristic (such as machine-learning) models. Regression-based models include auto-regressive moving average and its extension, auto-regressive integrated moving average models. [63] In the literature, nonlinear heuristic approaches are wide-spread. Most of them are based on artificial neural networks. [7] Extensions through fuzzy systems [43], chaotic models [58], or evolutionary computation [6] are often applied. Last but not least, machine-learning techniques such as support vector machines (SVM) [28], decision trees [21], k-nearest neighbours (KNN) [10], rule association [36], or bayes classifiers [38] can be observed.

Existing research can also be distinguished through considered influence factors. A lot of the existing research focuses on historical price data. Here, seasonal patterns are assumed. [6] Those patterns are partly addicted by the electricity load/demand. Thus, historical and forecasted values were used in several works as well. [7; 21] In addition, operational factors such as import/export, hydro or transmission capacity are regarded in [21, 23] and [49]. Behavioral actions are taken into account in [41]. Also, external factors receive a huge attention. In [46], weather variables such as air temperature, humidity, or wind speed are considered. In addition, oil, gas [17], and coal [35] are mentioned in many works. But at the end, no single paper uses unstructured data as input. The only related application belongs to Felden and Chamoni [20]. Here, trade relevant documents are suggested through TM, but, no trend forecast occurs. In addition, Yu et al. suggesting a framework to integrate TM techniques within the electricity market but focusing only demand forecast. Since the demand is addicted by different factors as the price, the results are not adjuvant for our research question. [59]

Even the forecast horizon is very focused in research. Here, electricity price forecasting can be distinguished through three time horizons: next-day or short-term (within 6 months), medium-term (6 months to 1 year), and long-term (beyond 1 year) planning. Price forecasting applications differentiate through its time horizon. [31] In nearly all cases, day-ahead and short-term models were developed. Day-ahead predicts the hourly prices of the next day [6] and represents the focus of research. Other works are facing weeks, [17] hours, [30] or even minutes ahead [46]. Only few papers address the medium-term horizon. [49] Nevertheless, just one paper forecast prices further one year. [11] In addition, no approach considers events that occur in real time.

The latter category belongs to the studied electricity market. Much work has been done for the USA [10], Australia [46], and Canada [62]. Even Spain [17] came into the research focus. Only few articles address China [55], Brazil [21], Scandinavia [49], Portugal [11], Italy [5], or the United Kingdom [53]. Very less is done for Germany [56].

Goal	Price peaks	Price intervals	Exact price forecast	Trend forecast
Reaction	Periodically		Instantly	
Location	Australia	Spain	USA & Canada	China, Brazil, Portugal, Italy, United Kingdom, Germany
Forecast Horizon	Short term		Medium term	Long term
Impact Factors	Structured			Unstructured
	Historical	Operational	Behavioral	External
Market	Exchange		OTC	
Methodology	Simulation	Time series		Trend classification
		Regression	Machine learning	

Table 1: Currents research field status

But all the examples show that the observed country has a high impact on the forecast model. [32] All works discuss open pool markets and none of them the OTC market. But, especially in Germany, 80 to 90 percent of all trades are done through OTC. [18] Thus a research gap becomes evident. As a result, the paper develops a medium-term forecast model based on machine learning techniques for the German OTC market, which considers structured and unstructured factors instantly. The results are summarized in Table 1. Dark grey belongs to a strong, grey to a medium, and bright grey to a less or none addressed research field.

The European Energy Exchange (EEX) itself is divided into spot and power derivative markets. The exchange sells electricity, gas, coal, and $C0_2$-Certificates. Within the spot market, electricity becomes sold through day-ahead auctions or intraday. Single hours or blocks are tradable, too. The contracts are delivered and balanced within the same or following day. The derivative market executes options and power futures. Thus, participants can trade power contracts (weeks, months, quarters, years) up to six years. [47]

Trades in OTC markets are usually executed via telephone or indirectly, brokered by an intermediary 24 hours a day. On the one hand side, there are non-standard portfolio contracts. On the other hand side, full standardized contracts such as physical forwards related to days, weeks, months, and years represent the major trade volume in Germany. [29] Here, two parties negotiate to buy or sell power at a specified future point in time at a volume and price agreed upon today. Nevertheless, medium-term contracts representing high financial risks. E. g., a year-ahead contract contains every single hour of all calendar days supplied at least by 1 MW. [47] In this context, an enhanced forecast is necessary.

This paper focuses on OTC forwards considering a time horizon from year-ahead. As stated, medium-term forecast is slightly covered by current research. In addition, year-ahead is liquid enough and traded within seconds so that market participants are able to react instantly regarding published messages [13]. Considering the amount of trades, year-ahead represents the only medium-term contract, where sufficient training cases are available to build a solid model. Hereby, year-ahead includes several calendar years. E. g. in 2013 the year-ahead is tradable from 2014 to 2019. The related trend forecast supports market participants in adjusting their trading and hedge strategies to maximum their profits. [49]

3 Research framework

In Data Mining several frameworks like Cross Industry Standard Process for Data Mining or SAS's SEMMA approach arose in the last few years. Nevertheless, all of them rely on Fayyad et al.'s KDD process and contain same characteristics. [9] Due to this reason, we have chosen the KDD process, because it provides a common proceeding in developing an appropriate model. KDD is a process of "nontrivial process identifying valid, novel, potentially useful, and ultimately understandable patterns in data" [19]. Hereby, knowledge extraction occurs through five process steps: selection (1), preprocessing (2), transformation (3), data/text mining (4), and interpretation/evaluation (5). In a first step, object relevant data have to be identified. Hereby, key aspects such as data access and cleaning have to be considered. The second step identifies and enriches the data with valuable attributes depending on the goal of the task. Conversions and unifications are executed within the transformation step until the data suits for the selected mathematical method. Based on the processed data, data mining methods extracting patterns, whereby domain specific persons are interpreting the patterns in a final stage.

TM is distinguished from data mining since an additional pre-processing and feature extraction is necessary. In this context, each document contains specific features/terms. Thereby, those terms have to be identified to characterize the document. [33] In an initial step, terms have to be extracted. Various concepts can support the phase. Tokenizing breaks up text in individual terms or tokens. Terms are usually written in mix cases and algorithms interpret them in lower and upper-cases different so that they must be transformed into a unique case. This reduces variability within the word corpus. Terms such as *the* or *to* are known as meaningless stop words. Those are defined in lists and will be removed. In order to reduce the word corpus variation, stemming processes normalizing related word tokens into a single form. Typically prefixes, suffixes, and inappropriate pluralizations are removed until the root word is disclosed. Sometimes, not only single but rather group terms are meaningful so that n-grams are *n* contiguous terms within text. They are generated by sliding a window with a wide of *n* terms across the text, where each position of the window represents an n-gram. [33]

The most popular representation of text in TM belongs to the vector space model. Hereby, a document is described through weights of any term within the word corpus. The resulting vector describes the position of a document as point in a multidimensional spatial. The weight or respectively the importance of a term can be computed by various approaches. The term frequency inverse document frequency (TF-IDF) is the common approach. The basic idea is the higher the weight, the higher the document is described by the terms. [33] As a result, all weighted and pre-processed terms/features are forwarded as input into the Data Mining phase. This means "the application of specific algorithms for extracting patterns from data". [19] To gain models, several algorithms are used for different tasks. In establishing a trend statement, a classification is aspired. Hereby, several classifiers, commonly used in the literature [8; 10; 28; 38; 39] were applied. Based on calculation time and classification results on our electricity price forecast only SVM (Lib), Naive Bayes (Kernel) and KNN remained as suitable.

SVM determines the best decision surface (hyper plan or line) that maximize the margin between the data points referring to a specific class. [14]. KNN assigns the classification of the nearest set of previously classified points to an unclassified data point. Hereby, the *k* nearest neighbours are considered through similarity or distance measures. In contrast, Naive Bayes is based on probability calculation. [38] Hereby, naive assumes the independency of all features among each other and the normal distribution. The estimation from the training data occurs through kernel smoothing [34].

It is common practice to split the items into training, validation, and test data (relation 60–30–10) to avoid a model overfitting and to allow the generalization of the identified relationships [12]. The model evaluation is done through the most popular classification performance measure, the accuracy [61]. The accuracy represents the ratio of all correct classification in contrast to all assignments. [33]

4 Trend Forecast German Electricity Market

The investigation considers two data sources. OTC year-ahead trade transactions occurred from October 2009 until December 2012 are obtained from a German utility Company. Thereby, the data set contains not only company-specific but rather all anonymized OTC trades during the timeframe in Germany to represent the total market. The transactions are mapped with news tickers from Thomson Reuters News Archive (TRN) to investigate the effect of a message upon the price trend. In fact, it is vague, how quick the trend development shows a response to a message. A time interval of two minutes was applied after several cycles, because we obtained the best results. In this context, every trade transaction is linked to a message, which has been published two minutes before. This mapping is used for model training, only, since the time lag exists in the past. In productive usage, the developed model will predict instantly based on available facts. Thus, the decision latency will decrease. The target variable is the prediction of the price trend. Possible manifestations/classes are UP, DOWN, or STABLE (in a polynominale case). In this context, a price will belong to UP, if the price of the previous transaction is lower than the following one. In our best knowledge the status STABLE is not defined in research, but important since the electricity price is not impacted by all messages. Based on discussion with industry experts, we decided a price remains STABLE as long as the price change does not exceed ± 0.1 price points (see Figure 1).

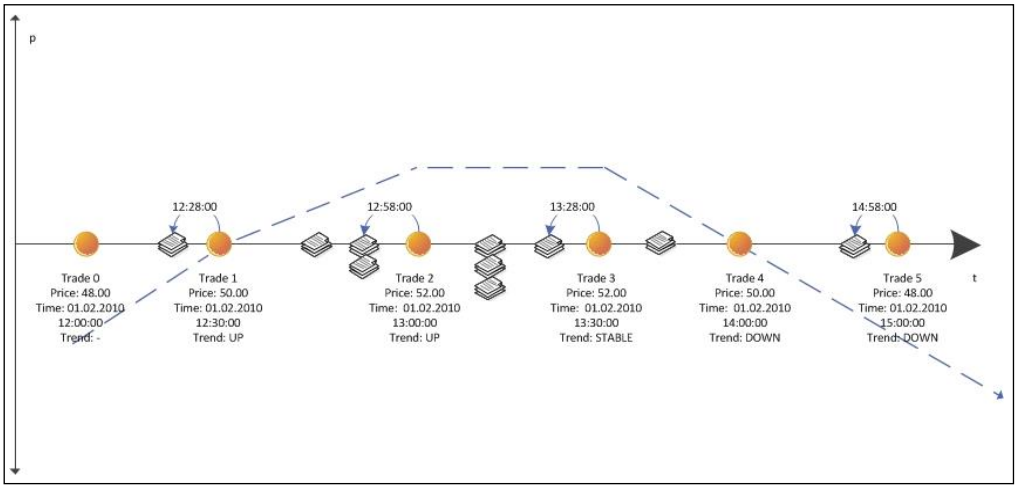


Figure 1: Mapping of trade transactions and messages

After data cleaning (removing duplicates, deleting missing values and (completely) non-English language messages) reasonable features have to be identified. Based on the literature review, an electricity price is impacted through various elements. Depending on availability and reasonableness, several features are considered. To allow an instant forecast, only factors are taken into account, which can be obtained in the moment of news publication. In this case, instantly the textual and numerical data are preprocessed and the trend estimation is done through the developed model. In a second step, chosen predictors were proofed against importance through semi-structured expert interviews in a German utility company. To remain substantiality a guideline based interview methodology according

to Flick were accomplished. [22] In a group discussion all five experts were introduced in forecast theory. The predictors, identified through literature review, were presented and discussed. The expert quality was ensured since all experts are traders. At least an open discussion occurred about not concerned factors. The interview session ended after all experts were confident with selected factors. All interviews were recorded and transcribed.

The results are illustrated in Table 2. Price, trade time, and day are often mentioned attributes. Here, the possibility of gaining patterns based on seasonality is well known. [3] The traded year can also be of importance due the increasing risk so farther the traded year is apart from the current year. Having the electricity year-ahead in mind, the year ahead traded resources (Coal, gas and CO_2-Certificates) needed for power generation have to be considered. [17; 35] Known impacts such as weather are not considered, yet, because the time horizon of year ahead prohibits an accurate determination. [46] The latter structured attribute emerged through discussion. Here, *Auction Day-Ahead* represents the behavior of the EEX compared to the OTC trading. The predictor values were attached by each case, where a successful mapping between ticker and trade transaction occurred. The data set was provided by the German utility company

Since the TRN categorizes messages into specific topics, non-relevant messages on the electricity price can be deleted. Out of 1,532 topics, only 192 were selected as relevant. In addition, the relevance of a news ticker could also be affected by the news agency or related Thomson Reuters products. *Headline* and *Text* are the TM input fields. In the end, 1.409 (binominal case) and 1.442 (polynomial case) items remained and are used as input data.

Field	Description
Trend	Price change in contrast to the previous trade transaction
Price (1)	Price of a purchased/sold unit electricity
Product Year (1) (2)	Calendar year which is traded
Time Trade (1)	Time of a trade transaction is done
Day Trade (1)	Day of a trade transaction is done
Auction Day-Ahead (1)	Price difference of the mean EEX day-ahead price auction value and the average OTC spot price of the following day.
Delta CO2 (1)	Price difference of traded year-ahead $C0_2$-Certificates compared to CO2 transactions 15 minutes before.
Delta Gas (1)	Price difference of traded year-ahead gas transactions compared to gas transactions 15 minutes before.
Delta Coal (1)	Price difference of traded year-ahead coal transactions compared to gas transactions 15 minutes before.
Event Type (2)	Describes the nature of a message. Alert, headline, update or delete
Headline (2)	Shorted text message
Text (2)	Extensive text message
Products (2)	Thomson Reuters product code. Relates messages to specific Thomson Reuters products.
Agency (2)	News agency which published the message
Topic (2)	Subject area a news ticker belongs

Table 2: Considered forecast attributes

Within the TM, tokenizing, transforming cases, stop word lists, stemming, and the generation of n-grams are applied and TD-IDF values for all terms are calculated [33] using the tool RapidMiner [44].

The investigation is divided into three parts. First, only structured features (marked as (1) in Table 2) are considered. Second, unstructured (marked as (2) in Table 2) and both factors are used within the model development whereby the field *Product Year* as considered forecast item has a special status. During the model development, various and rational parameter settings are chosen until the model reaches the optimum result.

The final accuracy of the classification based on the test data is illustrated in Table 3. According to Roomp et al. (2010), the classification quality can be divided into 0.90-1 for excellent, 0.80-0.90 for good, 0.70-0.80 for fair, 0.60-0.70 for poor and 0.50-0.60 for fail. The binominal classification achieves excellent values. In all cases, the Naive Bayes calculates the best results. Even the pure unstructured data analyze enables a classification of 78.12 %. Thus, the forecast of the electricity trend based on news tickers is possible. In addition, the structured analyze focus reaches an excellent classification. Nevertheless, the combination of both analyze focuses exceeds the previous results. In this context, the extension of current forecast system through text data is advisable to generate precious results. This insight is supported since all algorithms providing equal or better results through the combination of structured and unstructured data.

text	TREND	confidence(UP)	confidence(DOWN)	prediction(TREND)	PRICE	DELTA_CO2	DELTA_GAS	DELTA_CO...	TIME_TRADE	suez
energi energi_data energi_data_doubl data data_dou	UP	1	0	UP	51.050	0	0	0	08:24:00 ME	0
gdf gdf_suez gdf_suez_build suez suez_build suez_b	UP	1	0	UP	52.800	-0.040	0	0	08:51:03 ME	0.653
weather weather_watch weather_watch_bitter watch '	DOWN	0	1	DOWN	50.750	0	0	0	14:55:00 ME	0
energi energi_data energi_data_doubl data data_dou	DOWN	0	1	DOWN	53.600	0	-0.050	-0.040	10:42:00 ME	0
diari diari_grain diari_grain_vegoil grain grain_vegoil	UP	1	0	UP	52.300	0	0	0	09:34:05 ME	0
rpt rpt_updat rpt_updat_oil updat updat_oil updat_oil_	DOWN	0	1	DOWN	51.300	0	0	0	08:48:00 ME	0

Figure 2: Example set

Figure 2 illustrates the classification of binominal cases for exemplary fields. The field *Text* represent the result of the TM process (tokenizing, transforming cases, etc.). The term weighting through the TF-IDF measure can be obtained, e.g., in the second row. Here, the value of the term *suez* (relies to the French energy company) describes the news ticker well by 0.653 (if the document does not contain a specific term which is included by others the TF-IDF score will be 0). The message and the additional factors such as *Delta CO2 (-0.040)* predicting an increasing electricity price. This occurs if the *confidence (UP)* will be above 0.5. As illustrated the predicted class *(UP)* corresponds true to the actual value *(UP).*

However, the polynomial results are not as good as the binominal ones although the chance of a misclassification is higher due to the existence of more than two classes. By using only structured factors, the SVM (Lib) achieves the best classification. Using just unstructured or structured combined with unstructured factors calculates not usable results.. In the polynomial case best results are obtained through structured predictors. Thus, the enrichment with text data is not beneficially in this case, yet.

Focus	SVM (Lib)	KNN	Naive Bayes (Kernel)
Unstructured binominal	73.05	72.34	78.12
Structured binominal	89.36	90.07	92.91
Both binominal	90.78	90.07	93.33
Unstructured polynomial	54.17	54.86	59.26
Structured polynomial	73.61	65.28	70.83
Both polynomial	59.03	64.58	64.58

Table 3: Classification results

5 Conclusion

The paper discussed the forecast of price trends through the integration of structured and unstructured text data. Until now, no similar work has been published, which integrates both kinds of data for such an approach within the energy sector. Hereby, those data were mapped and analyzed by applying the KDD process. The results are interesting. Within the binominal case, the combination of structured and unstructured factors led to best results. The polynomial case needs further research. Following to the research question, the accuracy through unstructured text data within the energy sector can be enhanced. Nevertheless, the accuracy improvement is less or even worse (polynomial case) and does not justify the economically effort at the current level. Here, further studies with advanced techniques must follow to achieve higher accuracy. They have to address the identification of relevant articles since this study struggles under a certain noise. As an initial case a general applicability of TM techniques in the electricity price trend forecast field can be stated. Especially in Germany, but also continental Europe, the electricity trading belongs to a still developing market, where underlying relationships are obscure. The investigation reveals the impact of text messages and supports the market understanding. Thus, market participants gain the ability to adjust their trading and hedge strategy to maximize their profits on a more precise level. Even economy studies about the energy market can deduce insights from this investigation.

This paper works in a less addressed research area and applies TM in the practical context of decision making within energy trading. Additional structured and unstructured attributes are necessary to improve the calculated precision. Furthermore, principal component analysis can be executed to highlight most impacting factors to gain more transparency. Right now, further work has been done to develop a prototype, which predicts the trend instantly based on a published message and structured factors by using the proposed models. In a next step, we will expand the forecast to other power market products and time horizons.

6 References

[1] AIS (2013). AIS Electronic Library. Retrieved from http://aisel.aisnet.org/

[2] Alić, I., Muntermann, J. and Gregory, R. (2012). State of the Art of Financial Decision Support Systems based on Problem, Requirement, Component and Evaluation Categories. *BLED*, 280-293.

[3] Amjady, N. and Daraeepour, A. (2008a). Day-ahead Electricity Price Forecasting Using the Relief Algorithm and Neural Networks Electricity Market. 2008. *EEM Proceeding*, 1-7.

[4] Amjady, N. and Daraeepour, A. (2008b). Day-Ahead Price Forecasting of Electricity Markets by Combination of Mutual Information Technique and Neural Network. *Power and Energy Society General Meeting*, 1-7.

[5] Amjady, N., Daraeepour, A. and Keynia, F. (2010). Day-ahead electricity price forecasting by modified relief algorithm and hybrid neural network, *IET, 4(3),* 432-444.

[6] Amjady, N. and Keynia, F. (2009). Day-ahead price forecasting of electricity markets by mutual information technique and cascaded neuro-evolutionary algorithm. *Power Systems, 24(1),* 306-318.

[7] Amjady, N. and Keynia, F. (2011). A new prediction strategy for price spike forecasting of day-ahead electricity markets. *Applied Soft Computing, 11(6),* 4246-4256.

[8] Anbazhagan, S. and Kumarappan, N. (2012). Day-Ahead Deregulated Electricity Market Price Forecasting Using Recurrent Neural Network. *Systems Journal, PP (99),* 1-7.

[9] Azevedo, A. and Santos, M. (2008). KDD, SEMMA AND CRISP-DM: A Parallel Overview. *ECDM,* 182-185.

[10] Bhanu, C., Sudheer, G. and Radhakrishna, C. (2008). Day-ahead Electricity Price forecasting using Wavelets and Weighted Nearest Neighborhood. POWERCON, 1-4.

[11] Braga, A. and Saraiva, J. (2003). Transmission expansion planning and long term marginal prices calculation using simulated annealing. *PowerTech,* 7.

[12] Breiman, L., Friedman, J. and Olsen, J. (1984). Classification and Regression Trees. Belmont: Wadsworth.

[13] Burger, M., Klar, B., Müller, A. and Schindlmayr, G. (2004). A spot market model for pricing derivatives in electricity markets. *Quantitative Finance, 4(1),* 109-122.

[14] Chang, Y., Hsieh, C. and Chang, K. (2010). Training and Testing Low-degree Polynomial Data Mappings via Linear SVM. *Journal of Machine Learning Research, 11(4),* 1471-1490.

[15] Cooper, H. (1998). Synthesizing Research: A Guide for Literature Reviews. Thousand Oaks: Sage Pubn.

[16] Daneshi, H. and Daneshi, A. (2008). Price Forecasting in Deregulated Electricity Markets. *DRPT,* 657-661.

[17] Duarte, A., Fidalgo, N. and Saraiva, J. (2009). Forecasting Electricity Prices in Spot Markets - One Week Horizon Approach. *PowerTech,* 1-6.

[18] Eckert, V. (2012). EU energy rules to curb OTC tradeRetrieved from http://articles.chicagotribune.com/2012-10-29/business/sns-rt-us-energy-europe-regulationbre89s0n8-20121029_1_otc-market-trade-details-otc-trade

[19] Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. and Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery. In U.M Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth (Eds.), *Advances in knowledge discovery and data mining* (pp. 37 – 54), Menlo Park: AAAI Press.

[20] Felden, C. and Chamoni, P. (2003). Web Farming and Data Warehousing for Energy Tradefloors. *WIC,* 642-651.

[21] Filho, J., Affonso, C. and Oliveira, R. (2009). Pricing Analysis in the Brazilian Energy Market: a Decision Tree Approach. *PowerTech,* 1-6.

[22] Flick, U. (2009): An Introduction to Qualitative Research. Sage, London.

[23] Gao, F., Guan, X. and Cao, X. (2000). Forecasting Power Market Clearing Price and Quantity Using a Neural Network Method. *PES GM,* 2183-2188.

[24] Hevner, A. R., March, S., Park, J. and Ram, S. (2004) Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1), 75–105.

[25] Huang, D., Zareipour, H. and Rosehart, W. (2012). Data Mining for Electricity Price Classification and the Application to Demand-Side Management in Smart Grid. *IEEE Transactions, 3(2),* 808–817.

[26] IEEE Explore (2013). Digital Library, Retrieved from: http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp

[27] Ilic, M., Hsieh, E. and Ramanan, P. (2003). Transmission pricing of distributed multilateral energy transactions to ensure system security and guide economic dispatch. *Trans. Power Syst*., *18(2),* 428-434.

[28] Jinying, L. and Jinchao, L. (2008). Next-Day Electricity Price Forecasting Based on Support Vector Machines and Data Mining Technology. *CCC,* 630-633.

[29] Le Pen, Y. and Sévi, B. (2010). Volatility transmission and volatility impulse response functions in European electricity forward markets. *Energy Economics, 32(4),* 758-770.

[30] Lei, M. and Feng, Z. (2009). An improved grey model for short-term electricity price forecasting in competitive power markets with punishment function. *ICEMI,* 999-1004.

[31] Li, G., Liu, C. and Mattson, C. (2007). Day-ahead electricity price forecasting in a grid environment. *Transactions on Power Systems, 22 (1),* 266-274.

[32] Lora, A, Santos, J. and Expósito A. (2007). Electricity Market Price Forecasting Based on Weighted Nearest Neighbors Techniques. *Transactions on Power Systems, 22(3),* 1294-1301.

[33] Miner, G., Delen, D., Fast, A. and Eider, J. (2012). Practical Text Mining and Statistical Analysis for Non-structured Text Data, Waltham: Academic Press.

[34] Mitchell, T. (1997). Machine learning. Boston: McGraw Hill.

[35] Monroy, R., Kita, H. and Tanaka, E. (2004) Price Forecasting in the day-ahead electricity market. *UPEC,* 1303-1307.

[36] Motamedi, A., Zareipour, H. and Rosehart, W. (2012). Electricity Price and Demand Forecasting in Smart Grids. *Transactions on Smart Grid, 3(2),* 664-674.

[37] Narayan, A., Hipel, K. and Ponnambalam, K. (2011). Neuro-fuzzy inference system model for intervention time series prediction of electricity prices. *SMC,* 2121-2126.

[38] Ni, E. and Luh, P. (2001). Forecasting Power Market Clearing Price and its Discrete PDF using a Bayesian-Based Classification Method. *Power Engineering Society Winter Meeting,* 1518-1523.

[39] Niimura, T. (2006). Forecasting Techniques for Deregulated Electricity Market Prices. *PSCE,* 51-56.

[40] Pany, P. and Ghosal, S. (2010). Intelligent systems for dynamic price forecasting in a competitive electricity market. *IECR,* 257-260.

[41] Pindoriya, N., Singh, S. and Singh, S. (2008). An Adaptive Wavelet Neural Network-Based Energy Price Forecasting in Electricity Markets. *Trans. Power Syst*., *23(3),* 1423-1432.

[42] Pschick, A. (2013). Das Management von Marktpreis- und Kreditrisiken im europäischen Stromgroßhandel. München: Grin.

[43] Pousinho, H., Mendes, V., Catalão, J. (2010). Wavelet-neuro-fuzzy approach for predicting short-term electricity prices in a competitive market. *MedPower,* 1-5.

[44] Rapid-I Inc. (2013). Rapid-I report the future. Retrieved from: http://rapid-i.com/

[45] Roomp, K., Antes, I. and Lengauer, T. (2010). Predicting MHC class I epitopes in large datasets. *BMC Bioinformatics, 11(1),* 1-90.

[46] Saini, L., Aggarwal, S. and Kumar, A. (2010). Parameter optimization using genetic algorithm for support vector machine-based price-forecasting model. *IET Gener. Transm. Distrib., 4(1),* 36-49.

[47] Strecker, S. and Weinhardt, C. (2000). Electronic OTC Trading in the German Wholesale Electricity Market. *EC-Web,* 280-290.

[48] Swief, R., Hegazy, Y. and Abdel-Salam, T. (2009). Support Vector Machines (SVM) Based Short Term Electricity Load-Price Forecasting, *PowerTech,* 1-5.

[49] Torbaghan, S., Motamedi, A. and Zareipour, H. (2012). Medium-term Electricity Price Forecasting. *NAPS,* 1-8.

[50] Toyama, H., Senjyu, T. and Areekul, P. (2009). Next-Day Electricity Price Forecasting on Deregulated Power Market. *T&D Asia,* 1-4.

[51] Toyama, H., Senjyu, T. and Chakraborty, S. (2008). Next-Day Peak Electricity Price Forecasting Using NN Based on Rough Sets Theory. *PECon,* 1000-1005.

[52] Traber, T. (2008). Impact of market power on price effects of the German feed-in tariff under the European emission trading system, *EEM,* 1-6.

[53] Wang, A. and Ramsay, B. (1997). Prediction of System Marginal Price in the UK power Pool Using Neural Networks. *International Conference on Neural Networks,* 2116-2120.

[54] Webster, J. and Watson, R. (2002). Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. *MIS Quarterly, 26(2),* 13-23.

[55] Wu, W., Zhou, J. and Yu, J. Zhu, C. (2004). Prediction of spot market prices of electricity using chaotic time series. *ICMLC,* 888-893.

[56] Xu, Y., Hsieh, R. and Lu, Y. (2004). Forecasting electricity market prices: a neural network based approach Neural Networks. *IJCNN,* 2789-2794.

[57] Yan, X. and Chowdhury, N. (2010). Electricity Market Clearing Price Forecasting in a Deregulated Electricity Market. *PMAPS,* 36-41.

[58] Yang, H. and Duan, X. (2003). Chaotic characteristics of electricity price and its forecasting model. *CCECE 2003,* 59-62.

[59] Yu, W., Lea, B. and Guruswamy (2007). A theoretic framework integrating text mining and energy demand forecasting. *IJEBM,* 5(3), 221-224.

[60] Zareipour, H., Janjani, A. and Leung, H. (2011). Electricity Price Thresholding and Classification. *PES General Meeting*,1-7.

[61] Zhang, L. and Luh, P. (2002). Power market clearing price prediction and confidence interval estimation with fast neural network learning. *Power Engineering Society Winter Meeting*, 268-273.

[62] Zhao, J., Dong, Z. and Xu, Z. (2008). Statistical Approach for Interval Forecasting of the Electricity Price. *Transactions on Power Systems, 23(2),* 267-276.

[63] Zhou, M., Yan, Z. and Ni, Y. (2006). Electricity price forecasting with confidence interval estimation through an extended ARIMA approach. *IET Generation, Transmission and Distribution, 153(2),* 187-195.

Status Quo und Forschungspotentiale von Business Intelligence im Kontext des Smart Meterings

Tobias Weiß, Andreas Hilbert

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik – Business Intelligence Research, Münchner Platz 3, 01187 Dresden, E-Mail: {tobias.weiss, andreas.hilbert}@tu-dresden.de

Abstract

Business Intelligence zur Entscheidungsunterstützung rückt im Energiemarkt immer stärker in den Mittelpunkt. Ein wichtiges Element dabei stellen Smart Meter dar, welche enorme Datenmengen erzeugen, die gespeichert und verarbeitet werden müssen. Energieversorger benötigen diese zusätzlichen Informationen über Kunden für zukunftsfähige Geschäftsmodelle, jedoch existieren kaum Publikationen in diesem Bereich. Der vorliegende Beitrag hat das Ziel einen strukturierten Überblick über die derzeitige Nutzung der Business Intelligence zur Weiterverarbeitung von Daten aus dem Smart Metering zur Generierung von Mehrwerten zu geben. Dazu wurde die Methode der systematischen Literaturanalyse verwendet. Die Ergebnisse zeigen eine starke Praxisorientierung und den Mangel wissenschaftlicher Publikationen, welcher in allen Ebenen der Business Intelligence Potentiale für weitere Forschungen zur Entwicklung von innovativen Geschäftsmodellen bietet.

1 Einleitung und Motivation

Der deutsche Energiemarkt befindet sich seit einigen Jahren im Wandel. Im Zuge der Liberalisierung, eingeleitet 1999 durch europäische Richtlinien, wurden die Netze geöffnet und der Weg zum vertikalen Unbundling geebnet. Darunter wird das Aufspalten eines vollintegrierten Energieversorgers in die Bereiche Erzeugung, Transport, Verteilung und Versorgung verstanden. Bis 2020 soll außerdem der Energieverbrauch um 20% reduziert werden (vgl. [55], S. 5). Ein relevanter Baustein zur Umsetzung der Vorhaben sind intelligente Stromnetze, die Smart Grids. In dieser Struktur aus leistungsfähigen Informations- und Kommunikationssystemen wird ein Zusammenspiel zwischen den zunehmen dezentralen, kleineren und dynamischeren Energieerzeugern und -nachfragern erst möglich. Einen Bestandteil des Smart Grids stellen fernablesbare Stromzähler dar, sogenannte **Smart Meter**. Die Einführung dieser ist getrieben durch das Energiewirtschaftsgesetz. Demnach müssen Smart Meter bei Neubauten oder größeren Renovierungen sowie bei Verbrauchern mit einem Verbrauch von über 6000 kWh pro Jahr installiert werden. Zudem sollen Ablesungen auf Wunsch des Kunden auch monatlich durchgeführt werden (vgl. [56]). Dies ist ein Umstand, welcher ohne automatisierbare Fernablesung zu enormen Kosten beim Energieversorgungsunternehmen (EVU) führen würde.

Die **Energieversorger** befinden sich in einer Situation, in der sie nicht nur mit sinkenden Margen, zunehmendem Wettbewerb und einer rückläufigen Nachfrage umgehen müssen (vgl. [4], S. 82-84), sondern auch gesetzlich determinierte Investitionen in Smart Meter und in IT-Infrastrukturen erforderlich sind. Diese sind aufgrund der entstehenden Datenmengen erforderlich. Ausgehend vom Standardablesetakt der Netzsteuerung von 15 Minuten entstehen durch Smart Metering pro Kunde und Jahr über 35.000 Datensätze, die übermittelt, gespeichert und verarbeitet werden müssen (vgl. [63], S. 3). Es ist daher von hoher Relevanz, die möglichen Potentiale der Einführung einer Smart Metering Infrastruktur in Geschäftsmodelle umzuwandeln. Bislang wird dazu primär der Ansatz des Webportals für den Endkunden verfolgt, das Informationen über den Energieverbrauch aufzeigt (vgl. [57], S. 3). Dies ist jedoch ein unzureichender Ansatz zur Begegnung der Marktsituation (vgl. [1], S. 472 ff.).

Kunden profitieren von diesen Entwicklungen. Smart Meter sollen einen Beitrag dazu leisten, das individuelle Verbrauchsverhalten verständlicher darzustellen und Energiekosten zu senken (vgl. [57], S. 3). Dazu sind Aufbereitungsschritte erforderlich, die dem Kunden nutzbares Feedback bieten – weit über den Status Quo klassischer Kundenportale hinaus, welche oft nur Abrechnungsinformationen oder Self-Service enthalten, aber kaum Informationen zum Energieverbrauch (vgl. [1], S. 472 ff.).

Wenn es um die Verarbeitung von großen Datenmengen und Generierung von Informationen mittels dieser Daten geht, spielt **Business Intelligence (BI)** eine Rolle als Instrument der analytischen Entscheidungsunterstützung. Jedoch besteht ein Mangel an State-of-the-Art-Publikationen. Die letzte relevante Publikation zur Systematisierung stammt aus dem Jahr 2009, bezieht sich jedoch auf die Gesamtheit des Energiemarktes, und betrachtet nicht die Besonderheiten des deutschen Energiemarktes mit staatlich determinierten Regeln zur Einführung von Smart Metering (vgl. [8]). Zur Strukturierung des Forschungsgebietes ist ein aktueller Überblick, welcher insb. die Weiterverarbeitung der entstehenden Daten aus dem Smart Metering betrachtet, essentiell zum Identifizieren von Forschungslücken und Aufdecken potentieller Unterstützungsmöglichkeiten durch Business Intelligence. Dabei wird zunächst das methodische Vorgehen erläutert, im Anschluss erfolgt eine Auswertung der gefundenen Publikationen sowie eine Systematisierung nach verschiedenen Kritierien. Nach einer inhaltlichen Erläuterung der gefundenen Paper-Kategorien erfolgt abschließend eine Diskussion möglicher Forschungspotentiale für die BI-Forschung.

2 Methodisches Vorgehen

Ausgangsbasis ist der Mangel an konkreten Anwendungsszenarien für BI zur Unterstützung von Endkunden und Energieversorger, zur Erhöhung der Transparenz des Energieverbrauchs mittels interpretierbarem und kontextsensitiven Feedback sowie zur Entwicklung von zukunftsfähigen Geschäftsmodellen für Zusatzdienste, basierend auf der Weiterverarbeitung von Smart Meter Daten. Die Motivation und das **Forschungsziel** der vorliegenden Untersuchung ist daher die Erstellung eines systematischen Überblicks der derzeit bekannten Konzepte der BI zur Weiterverarbeitung von Daten aus dem Smart Metering zur Generierung von Mehrwerten für betroffene Stakeholder.

Dazu wurde eine **systematische Literaturanalyse** nach [13] sowie [60] durchgeführt. Als Datenquelle der Recherche dienen verschiedene **Literaturdatenbanken**. Dabei wurde der Fokus nicht ausschließlich auf rein akademische Datenbanken gelegt, sondern auch bewusst eine Integration praxisorientierter Datenbanken vorgenommen. Der Hintergrund liegt in der hohen Praxisrelevanz des Forschungsziels. Folgende 16 Datenbanken wurden ausgewählt: *CiteSeer, CompleteSearch DBLP, EBL Patron, EBSCO (All Databases), Emeraldinsight, ESE, Factiva, Genios, IEEE Xplore, ProQuest, ScienceDirect, Springerlink, Web of Knowledge, WISO, WTI (Datenbank: TEMA), ZDB*

Aufgrund der Komplexitätsreduktion wurden folgende 10 übergeordnete Suchphrasen genutzt, welche weitere, speziellere Thematiken mit einschließen: *smart AND (meter* OR business intelligence OR case OR data warehousing OR data mining OR data analysis) OR (energy AND business intelligence) OR (energiewirtschaft AND business intelligence).*

Dabei erfolgte eine sich iterativ ausweitende Suche zunächst in Titel, Keywords und Abstract, anschließend auch im Volltext. Die resultierende Datenmenge wurde wie in Abbildung 1 ersichtlich reduziert:

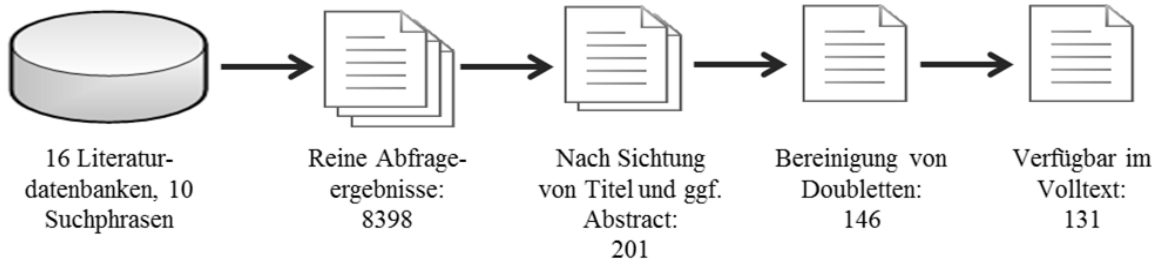


Bild 1: Schrittfolge der Literaturanalyse

Inital resultierten aus der breit angelegten Suche 8396 Abfrageergebnisse, die nach Sichtung des Titels und des Abstracts hinsichtlich der thematischen Passfähigkeit als Selektionskriterium (vgl. [60], S. 4 f.) bereits auf 201 Artikel reduziert werden konnten. Diese Artikel wurden in die Literaturverwaltungssoftware „Citavi“ übernommen und eine anschließende manuelle sowie softwaregestützte Duplikatsprüfung vorgenommen. Es verblieben 146 Artikel, davon waren 131 im Volltext für weitere Analyseschritte verfügbar. Die Differenz, bei der es sich bspw. um Tagungsbeiträge handelte, war nicht ohne weiteres verfügbar und wurde zur späteren Prüfung zurückgestellt. Die 131 verbliebenen Artikel wurden nun einer manuellen Prüfung im **Volltext** zugeführt (vgl. [60], S. 10). Dabei wurde die durch einen Experten beurteilte, inhaltliche Relevanz in Bezug auf das Forschungsziel mittels einer Bewertungsskala von 1 - 5 (1: nicht passend, 5: sehr gut passend) dokumentiert und abschließend in einer Expertengruppe diskutiert. Die beschriebenen Inhalte der Artikel wurden mittels einer Inhaltscodierung über Tags in der Software MaxQDA zur späteren qualitativen Analyse fixiert. Ein Ausschluss nichtwissenschaftlicher Quellen wurde hier bewusst nicht

vorgenommen, der Quellentyp jedoch in einer Tabelle erfasst. Zusätzlich wurden die Quellen anhand etablierter Listen bewertet, falls ein Ranking verfügbar war (bspw. *WKWI-Orientierungslisten)*.

3 Auswertung der Publikationen

Sämtliche untersuchten Artikel beziehen sich auf einen Publikationszeitraum zwischen 1999 und 2012. Die Datensammlung fand im 1. Quartal 2013 statt, daher wurde zur vollständigen Abbildung der Jahre der Stichtag des 31.12.2012 herangezogen. Die Abbildung 2 visualisiert die absoluten Häufigkeiten der gefundenen und als relevant eingestuften Artikel im **Zeitverlauf**.

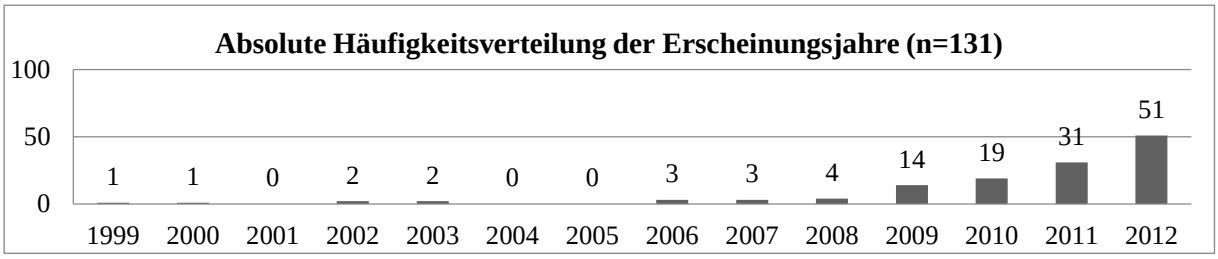


Bild 2: Absolute Häufigkeitsverteilung der Erscheinungsjahre

Die Grafik zeigt ein zunehmendes Auftreten der Artikel ab den Jahren 2009. Dieser beständige Anstieg ist auf die steigende Relevanz des Themas Smart Metering, insb. hinsichtlich der Weiterverarbeitung der Daten, zurückzuführen. Die nun folgende Abbildung 3 gibt die Kategorisierung der Publikationen nach **Quellentyp** wieder:

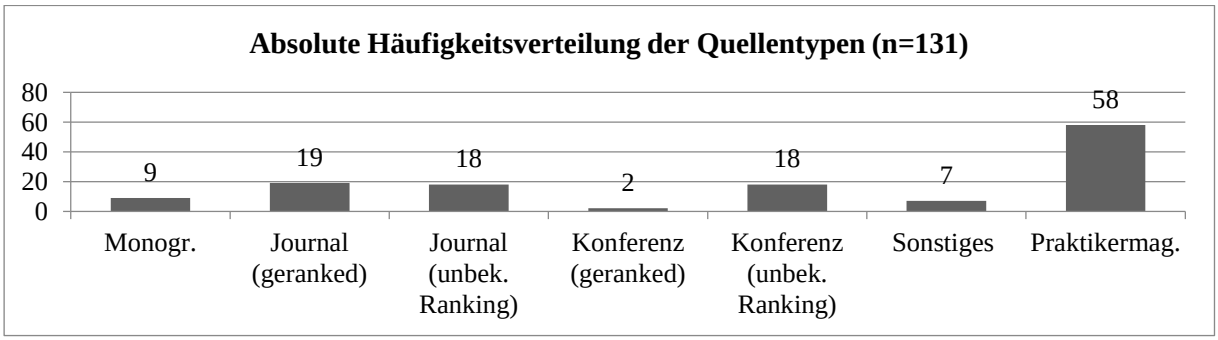


Bild 3: Absolute Häufigkeitsverteilung der Quellentypen

Ein großer Teil der Publikationen stammt aus nichtwissenschaftlichen Quellen. Als Ergebnis der Beurteilung des Inhalts entstammen hervorragend bewertete Publikationen vorrangig dem Quellentypen „Journal“. 54% der Beiträge behandeln zwar die im Forschungsziel genannte Thematik, liefern aber keinen bis nur geringen inhaltlichen Mehrwert (1-2 Sterne).

3.1 Systematisierung

Basierend auf der durchgeführten Codierung wurde eine Klassifikation der Publikationen nach Forschungsinhalt vorgenommen. Zur Auswertung hinzugezogen wurden dabei sämtliche Artikel, unabhängig vom Quellentyp, mit einer Inhaltsbewertung von 3-5 Sternen, basierend auf der inhaltlichen Bewertung hinsichtlich des Forschungsziels. Dabei verblieben **60 Artikel.** Mittels einer Code-Dokument-Matrix-Darstellung in MaxQDA wurde das für das jeweilige Dokument relevanteste

Thema identifiziert und in Tabelle 1 einem passenden Fachgebiet zugeordnet. In Einzelfällen, bei Berührung mehrere Themengebiete, konnten Artikel mehreren Kategorien zugeordnet werden.

Fachgebiet	Thema	#	Publikationen
Business Intelligence 32 Publikationen	Data Mining	14	[8], [9], [14], [29], [39], [43], [44], [46], [48], [49], [50], [52], [54], [62]
	Informationszugriff	2	[1], [4]
	Feedbacksysteme	12	[4], [11], [12], [20], [22], [23], [26], [41], [47], [51], [58], [61]
	Energy Intelligence	4	[24], [25], [40], [45]
Smart Metering 6 Publikationen	Allgemein	5	[1], [18], [38], [53], [59]
	Datenschutz	1	[28]
Geschäfts-modelle 32 Publikationen	Allgemein	7	[2], [4], [16], [17], [35], [36], [37]
	Zusatzprodukte	3	[1], [19], [34]
	EVU: Bedürfnisse & Anforderungen	6	[1], [4], [10], [21], [24], [31]
	EVU: Potentiale & Chancen	9	[4], [5], [6], [15], [27], [30], [31], [33], [42]
	Kunde: Bedürfnisse & Anforderungen	3	[1], [4], [32]
	Kunde: Nutzen	4	[6], [7], [27], [33], [42]

Tabelle 1: Strukturierung der Publikationen nach Thema

Die 60 identifizierten Publikationen enthalten Inhalte der Fachgebiete „Business Intelligence“, „Smart Metering“ und „Geschäftsmodelle“. In der detaillierten Analyse der Themen im Kapitel 3.2 wird hinsichtlich des Forschungsziels ausschließlich die Business Intelligence systematisiert. Es ist jedoch anzumerken, dass die Artikel der zwei angrenzenden Fachgebiete einen signifikanten Einfluss auf BI-Anwendungen aufweisen, im Rahmen dieser Publikation aber nicht weiter analysiert werden können.

In der folgenden Abbildung 4 erfolgt eine Systematisierung und Einordnung der Kernaussage der identifizierten und bewerteten BI-Publikation in den etablierten Ordnungsrahmen der BI nach [3]. Diese Ebenen wurden an der vertikalen Achse abgetragen, von der Datenbereitstellung über die Informationsgenerierung bis hin zum Informationszugriff. Auf der horizontalen Achse findet sich eine Aufteilung in 3 Bereiche, der technikfokussierten, anwendungsorientierten und organisationalen Sicht.

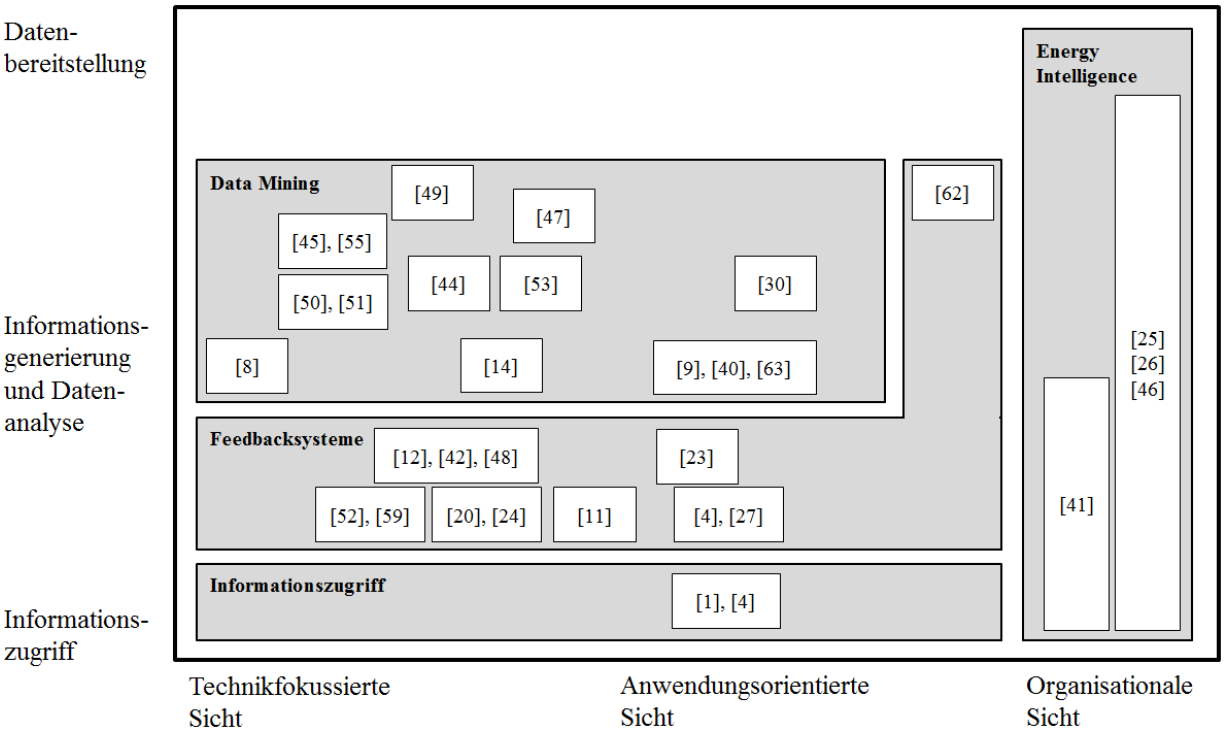


Bild 4: Einordnung der BI-Publikationen in den Ordnungsrahmen in Anlehnung an [3]

3.2 Forschung im Bereich „Business Intelligence“

3.2.1 Data Mining

Das Themengebiet Data Mining bildet mit 14 Beiträgen einen der Schwerpunkte. [43] beschreiben einen Ansatz zur Erhöhung der Energieeffizienz in Haushalten. Dabei wird der Energieverbrauch, gemessen mit Smart Metern, auf Geräteebene dargestellt. Eine solche detaillierte Erkennung einzelner Geräte ist mittels Data-Mining-Algorithmen und einer Lernstichprobe realisierbar. Das Ziel ist die Erhöhung der Transparenz und Verbessern von Energiesparempfehlungen. Ein ähnliches Konzept zur Erkennung von einzelnen Haushaltsgeräten zeigt [54]. Dieses basiert auf elektrischen Gerätesignaturen. In [44] wird die Extraktion von Benutzeraktivitäten aus Daten von Smart Metern mittels der Methode AERO vorgestellt. Dieser Ansatz nutzt die Messwerte des Smart Meters, die Identifizierung und die Lokalisierung von Geräten. Es erfolgt eine Gruppierung der Beobachtungen nach Zeitkontinuität, Lokalisation und Ähnlichkeit. Genutzt werden die Ergebnisse um Aktivitäten der Nutzer und damit zusätzliche, semantische Informationen dem Datenbestand hinzufügen zu können.

[9], [39] und [62] beschäftigen sich mit der Segmentierung von Kunden anhand marketingorientierter Kriterien mit dem Ziel des Aufdeckens von Kundenbedürfnissen und Identifikation lohnenswerter Kundengruppen. [14] nutzt dazu den k-Means-Algorithmus zum Clustern verschiedener Haushalte. [29] zeigt mit der Analyse von Lastprofilen die Informationen, die Smart Meter über einen Haushalt preisgeben können. Damit betont die Publikation die Relevanz von Datenschutz bei der Weiterverarbeitung dieser empfindlichen Daten. [49] nutzen Predictive Usage Analytics, um Anomalien aufzudecken (z.B. Fehlfunktionen) und zur Prognose des Energiebedarfs. Eine Analyse der Lastprofile von Privathaushalten wird in [50] beschrieben. Ziel ist ebenfalls die Identifikation von Anomalien (z.B. durch Stromdiebstahl) und Fehlablesungen auf Basis von Datensignaturen.

In [48] wird ein Vorgehen beschrieben, das virtuelle Lastprofile für Kunden generiert, die nicht über Smart Meter verfügen. Ziel ist das Generieren eines kompletten Bestands an Lastprofilen aller Kunden zur Optimierung der Lastprognosen. [46] beschreibt u.a. einen Ansatz zur Identifikation von Lastprofilen zur automatischen Weiterverarbeitung. Dieser basiert auf der Methode der künstlichen neuronalen Netze (KNN). In [52] dient ein KNN als unterstützendes System in einem Smart Home Umfeld, bspw. zur Steuerung der Temperatur zu einer bestimmten Tageszeit, basierend auf den angelernten Gewohnheiten und Verhaltensweisen des Benutzers.

[8] systematisiert im Rahmen einer umfangreichen Literaturrecherche BI-Algorithmen für den Energiemarkt zur Begegnung typischer Analyseprobleme dieser Branche. Dabei erfolgt eine Unterteilung der Anwendungsgebiete in Vorhersage, Mustererkennung und Modellierung.

3.2.2 Informationszugriff

[1] und [4] zeigen u.a. einen detaillierten Einblick in bereits bestehende Webportale von EVU‘s. Damit wird der Status Quo der Kundenschnittstelle im Sinne des Informationszugriffs mit damit einhergehenden Anforderungen demonstriert.

3.2.3 Feedbacksysteme

Einen weiteren Schwerpunkt stellen Feedbacksysteme dar. Dies sind Anwendungen, welche dem Nutzer eine Rückmeldung zum Energieverbrauch bieten. Dazu konnten 12 Publikationen identifiziert werden. In [11] wurde eine Studie zu Feedback-Mechanismen zur Erhöhung der Transparenz des Energieverbrauchs durchgeführt. Ziel war zu ergründen, welche Arten von Feedback leichter zu verstehen sind. Bei [20] und [23] erfolgte die Darstellung der aktuellen Verbrauchswerte mit Displays und anschließend eine Interpretation der Resultate. [51] und [58] zeigt eine Literaturanalyse von Studien, welche sich mit Formen des Feedbacks in Kombination mit Informationstechnologie und den resultierenden Einsparungen, beschäftigen. [22] publiziert die Ergebnisse eines Feldtestes von Haushalten zur Verknüpfung des Energieverbrauchs mit den Verhaltensweisen der Anwender. [41] zeigt generelle Regeln beim Anbieten von Feedback und systematisiert empirische Studien. Abschließend wird der Einfluss von unterschiedlich präsentiertem Feedback evaluiert.

[12] beschreibt Hintergründe der transparenten Überwachung des Energieverbrauchs sowie Kriterien für Feedback durch Visualisierung. In [47] werden Gewohnheitsänderungen durch Feedback vorgestellt und Kriterien zur Implementierung und Evaluierung eines Feedbacksystems aufgezeigt. [26] analysiert Wege der Präsentation von Feedback mit dem Ziel der Maximierung potentieller Einsparungen, mit anschließender Evaluierung. [61] präsentieren ein auf Facebook implementiertes Spiel zur Sammlung und Analyse der Aktionen von Benutzern, die virtuell ihren Energieverbrauch als Reaktion auf Feedback und Visualisierungen optimieren sollen. In [4] wird beschrieben, durch welche Ansätze das Verhalten des Verbrauchers langfristig positiv beeinflusst werden kann.

3.2.4 Energy Intelligence

Passend zum eigentlichen Forschungsziel konnten im Zuge der Literaturanalyse nur vier zutreffende Publikationen identifiziert werden. Der Begriff „Energy Intelligence“ bezeichnet dabei den ganzheitlichen und organisationalen Einsatz der Business Intelligence im Kontext von Energiedaten.

[45] handelt dabei von einer sogenannten Energy Intelligence Plattform, welche Unternehmen die Möglichkeit gibt, Energie effizienter zu nutzen. Dabei wird auf Schichten (funktional, organisational und individual) der ganzen Organisation zurückgegriffen mit dem Ziel der Identifikation, des

Verständnisses und Optimierung von Aktivitäten. [25] betrachtet IT-gestütztes Energiemanagement mit Anwendungsbeispielen und Empfehlungen für Unternehmen. BI spielt dabei eine Rolle zur Unterstützung der Energiebilanzierung. In [24] erfolgt eine Integration von Smart Metering ins Informationsmanagement auf strategischer, taktischer und operationaler Ebene zur Begegnung der aktuellen Herausforderungen der Akteure. [40] zeigt vorkonfigurierte BI-Pakete, speziell für EVU, zur Verarbeitung der Smart-Meter-Daten. Detailliertere Erläuterungen fehlen jedoch.

4 Zukünftige Forschungsthemen für Business Intelligence

Im Zentrum der Betrachtung potentieller Forschungsthemen steht die BI. Zur Einordnung gefundener Forschungspotentiale wird, analog zur Systematisierung, der Ordnungsrahmen der BI nach [3] genutzt. Die Ansätze zukünftiger Themen wurden dabei der identifizierten Literatur entnommen und durch den Autor mittels einer Adaption des Ordnungsrahmens sowie bestehender Konzepte erweitert.

4.1 Datenquellen

In bislang einem Artikel (vgl. [61]) wurde eine Analyse des Verhaltens von Benutzern sozialer Netzwerke hinsichtlich der Einsparung von Energie als Reaktion auf Feedback analysiert, sowie der Einfluss verschiedener Visualisierungsformen. Bei der Auswertung von Smart-Meter-Daten sind neben den reinen Messwerten bspw. noch Datenflüsse aus dem CRM-System des Versorgers zur Verbesserung der Analysequalität zielführend. Anhand von zusätzlichen soziodemographischen Angaben innerhalb einer Lernstichprobe lassen sich Rückschlüsse auf weitere Einflussfaktoren auf das Stromverbrauchsverhalten ziehen. Auch aus sozialen Netzwerken können zusätzliche Daten über Nutzer extrahiert werden, z.B. zur Optimierung von Kundensegmentierungen.

4.2 Datenbereitstellung

Vor der Überführung der Quelldaten in die Datenbereitstellungsschicht steht in den meisten Fällen ein vorgelagerter ETL-Prozess zur Datenvorbereitung, bestehend aus den Schritten Extraktion, Transformation und Laden. Dieser ist im Kontext des Smart Meterings bspw. dann relevant, wenn es zu Übertragungsfehlern bei dem Transport der Messwerte vom Smart Meter zum EVU kommt. Bestehende Publikationen nutzen Verfahren, wie die lineare Interpolation (vgl. [14]), zur Bereinigung von fehlenden Werten. Genaue Untersuchungen mit zugehörigen Evaluationen möglicher Verfahren fehlen jedoch bislang, insb. zum Umgang mit Datenlücken, Ausreißern oder Anomalien. Im Rahmen weiterer Forschungstätigkeiten müssen daher die Besonderheiten der ETL-Komponente gezielt analysiert werden, da fehlerhafte oder falsche Werte einen Einfluss auf die Datenqualität haben und das Erzeugen von Echtzeitfeedback erschweren.

Die von [10] genannten Anforderungen an das Meter-Data-Management (MDM) betreffen die benötigten leistungsfähigen und skalierbaren IT-Infrastrukturen. Sie müssen in der Lage sein, mit großen Datenmengen aus hochfrequenten Ablesungen umzugehen. Einen potentiellen Lösungsansatz können dabei Big-Data-Technologien darstellen. Dies zeigen zahlreiche Fallstudien aus anderen, datenintensiven Branchen. Eine gezielte Betrachtung im Kontext des Smart Meterings konnte zum derzeitigen Stand nicht identifiziert werden. Eine Prüfung von Notwendigkeit und Eignung steht demnach aus.

4.3 Informationsgenerierung und Datenanalyse

Im Bereich der Datenanalyse hat die vorhergehende Literaturrecherche gezeigt, dass insb. die Disziplin des Data Minings besondere Aufmerksamkeit durch Forschung und Praxis erhalten hat. Bislang erschienene Publikationen zur Identifikation von Aktivitäten der Bewohner, genutzte Geräte oder allgemein der Art des Haushaltes bieten eine Grundlage, welche weiter ausgebaut werden muss. Daten aus Smart Metering spielen eine Rolle beim Identifizieren verschiedener Haushaltstypen und können dadurch das Konzept der Standardlastprofile sowie der jahreszeitlichen Profiltypen verbessern.

In Kombination mit Studien zur Feedbacktheorie können diese Erkenntnisse genutzt werden, um dem Haushalt je nach Art und Nutzungsverhalten individualisierte und kontextabhängige Energiespar-Tipps zu bieten. Die zugrundeliegende Analyse verbindet dabei mehrere Disziplinen und ist lt. [41] entsprechend komplex. Feedbackstudien zeigen aber, dass vor allem dieses individuelle und kontextabhängige Feedback am wirkungsvollsten ist. Forschungen in diesem Bereich sind daher zur Verbesserung des Verständnisses der Konsumenten zielführend.

Abschließend ist zu bemerken, dass bei jeder Art der Informationsverarbeitung Datenschutzrichtlinien eingehalten werden müssen. [28] zeigt dabei erste Ansätze. Eine Nutzung im beschriebenen Umfang zieht jedoch datenschutzrechtliche Betrachtungen mit sich, welche im Kontext des Smart Meterings geprüft werden müssen. Grundsätzliche Regelungen finden sich bereits in europäischen und deutschen Gesetzgebungen. Jedoch ist unklar, wie im konkreten Fall einer anonymisierten Datenweiterverarbeitung, mit dem Ziel dem Kunden konkretes Feedback zum Energieverbrauch zu liefern, mit Smart-Meter-Daten sowie anderen Quelldaten zu verfahren ist.

4.4 Informationszugriff

Eine wesentliche Grundlage einer konsumentengerechten Schnittstelle zur Präsentation von Auswertungen ist eine geeignete Darbietungsform. Dies ist auch in den Publikationen zum Themengebiet Feedback ein oft behandeltes Kriterium. Aufgrund der Reichhaltigkeit dieses Themas, das auch nicht erst seit dem Smart Metering existiert, ist eine Systematisierung der Feedback-Typen, Einsatzbereiche und Wirkungsweisen unabdingbar. Denkbar ist dabei die Erstellung eines Feedback-Portfolios mit einer Evaluierung des Wirkungsgrades.

Gerade die Frage, welche Energiekennzahlen für den Konsumenten besonders interessant sind und wie diese optimal visualisiert werden können, wird in Zukunft interessant. Die Forschungen und Umsetzungen der Praxis arbeiten aktuell oft mit Lastgang-Darstellungen, ohne kritisch die tatsächliche Eignung zu reflektieren. Feedback aus Studien zeigt jedoch, dass diese nicht ausreichend sind (vgl. [32]).

Eine Forschungslücke besteht auch bei den soziologischen Hintergründen und Motivationen des Vergleichens von Einsparungen mit Haushalten, die ähnliche Spezifikationen (z.B. Anzahl der Bewohner) aufweisen. Gamification-Ansätze, welche in [61] gezeigt werden, und deren Einfluss auf das Involvement der Anwender, versprechen weiteres Optimierungspotential, wurden im Kontext des Smart Meterings aber ebenfalls noch nicht wissenschaftlich untersucht.

5 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Publikation war die Erstellung eines systematischen Überblicks über den derzeitigen Stand der Nutzung der BI im Kontext der Weiterverarbeitung von Smart-Meter-Daten. Hintergrund ist dabei die Generierung von Mehrwerten für EVU und Endkunden. Dazu wurden

Literaturdatenbanken nach Publikationen der Forschung und Praxis durchsucht und eine inhaltliche Systematisierung der 60 relevantesten Beiträge durchgeführt.

Die Analyse zeigt einen starken Anstieg von Publikationen in den letzten Jahren, was mit der zunehmenden Verbreitung von Smart Metering in der Praxis einhergeht. Einzelne Teilbereiche, wie Untersuchungen zu Feedback oder Data Mining, sind bereits zahlreich vorhanden. Aufgezeigte Forschungslücken existieren in allen Bereichen der BI. Anforderungen der EVU und der Bedarf an neuen Geschäftsmodellen um Smart Metering intensivieren die Notwendigkeit weiterer Forschungen.

Neben rein technischen Forschungsthemen kommt auch den ökonomischen Fragestellungen erhöhte Bedeutung zu, wenn es darum geht, geeignete Wege der Monetarisierung zu finden. Ohne Zweifel stellen leistungsfähige IT-Infrastrukturen bei EVU eine Notwendigkeit und Voraussetzung bei der Verarbeitung der neu entstehenden Datenmengen dar. BI liefert dabei wertvolle Ansätze und Erfahrungen aus anderen Branchen, die eine ähnliche Transformation bereits durchlebt haben.

6 Literatur

Bücher

[1] Aichele, C. et al. (2012): Smart Meter Rollout. Praxisleitfaden zur Ausbringung intelligenter Zähler. 1. Aufl. Dordrecht: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

[2] Godinez, M. (2010): The art of enterprise information architecture. A systems-based approach for unlocking business insight. Upper Saddle River, N.J: IBM Press.

[3] Kemper, H. et al. (2004): Business Intelligence - Grundlagen und praktische Anwendungen: Eine Einführung in die IT-basierte Managementunterstützung: Vieweg.

[4] Servatius, H.-G. et al. (Hg.) (2012): Smart Energy. Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[5] Sioshansi, F. (2012): Smart grid. Integrating renewable, distributed & efficient energy. Waltham, MA: Academic Press

[6] Picot, A.; Neumann, K. (Hg.) (2009): E-Energy - Wandel und Chance durch das Internet der Energie // E-energy. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer-Verlag; Springer.

[7] Wosnitza, F.; Hilgers, H. (2012): Energieeffizienz und Energiemanagement. Ein Überblick heutiger Möglichkeiten und Notwendigkeiten. 1. Aufl. Dordrecht: Vieweg+teubner Verlag.

Beiträge aus Sammelwerken

[8] Mejía-Lavalle, M. et al. (2009): Survey of Business Intelligence for Energy Markets. In: Corchado, E. et al.: Hybrid Artificial Intelligence Systems, Bd. 5572, Springer, S. 235-243.

Zeitschriftenbeiträge

[9] Berdin, A. et al. (2012): Customer Insight und Analytics - Smart Metering auf Basis agiler Kundensegmentierung. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 62 (6), S. 79–82.

[10] Böhm, D. et al. (2012): Die Vorbereitung auf das Massengeschäft. Skalierungstest eines Meter-Data-Managementsystems. In: *ew - Elektrizitätswirtschaft* 111 (22), S. 52–56.

[11] Bonino, D. et al. (2012): Home energy consumption feedback: A user survey. In: *Energy and Buildings* 47 (0), S. 383–393.

[12] Burgess, J.; Nye, M. (2008): Re-materialising energy use through transparent monitoring systems. In: *Energy Policy* 36 (12), S. 4454–4459.

[13] Fettke, P. (2006): Eine Untersuchung der Forschungsmethode "Review" innerhalb der Wirtschaftsinformatik. In: *Wirtschaftsinformatik* (4), S. 257–266.

[14] Flath, C. et al. (2012): Clusteranalyse von Smart-Meter-Daten. In: *Wirtschaftsinformatik* 54 (1), S. 33–42.

[15] Fronius, M. (2003): Business Intelligence - die Energiewirtschaft kann von anderen Branchen lernen. "Richtige" Kunden identifizieren. In: *ew - Elektrizitätswirtschaft* 102 (8), S. 34–37.

[16] Giordano, V.; Fulli, G. (2012): A business case for Smart Grid technologies: A systemic perspective. In: *Energy Policy* 40 (1), S. 252–259.

[17] Habeck, M. et al. (2009): Smart Metering ermöglicht zukunftsweisende Geschäftsmodelle für Vertriebe, Netze und Dienstleister. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 59 (1/2), S. 95–99.

[18] Haller, T. et al. (2008): Smart Metering - Chancen für den Energievertrieb. In: *ew - Elektrizitätswirtschaft* 107 (invers 1/2008 (enthalten in Heft 24)), S. 10–15.

[19] Haller, T. et al. (2008): Smart Metering - neue Möglichkeiten für den Energievertrieb im Massenkundenbereich. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 58 (6), S. 38–43.

[20] Hargreaves, T. et al. (2012): Keeping energy visible? Exploring how householders interact with feedback from smart energy monitors in the longer term. In: *Special Section: Transition Pathways to a Low Carbon Economy* 52 (0), S. 126–134.

[21] Hecker, W.; Kraus, M. (2000): Auf dem Weg zur Business Intelligence - Moderne IT-Lösungen für den liberalisierten Energiemarkt. In: *Elektrizitätswirtschaft* 99 (9), S. 59–60.

[22] Hiller, C. (2012): Influence of residents on energy use in 57 Swedish houses measured during four winter days. In: *Energy and Buildings* 54 (0), S. 376–385.

[23] Hoffmann, P. et al. (2012): Energieeinsparung durch Smart Metering mit Verbrauchs-Feedback. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 62 (8), S. 40–44.

[24] Jagstaidt, U. et al. (2011): Smart Metering Information Management. In: *Wirtschaftsinformatik* 53 (5), S. 313-317.

[25] Kals, J.; Würtenberger, K. (2012): IT-gestütztes Energiemanagement. In: *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* (285), S. 73–81.

[26] Karjalainen, S. (2011): Consumer preferences for feedback on household electricity consumption. In: *Energy and Buildings* 43 (2-3), S. 458-467.

[27] Kühn, M. (2008): Schlaue Zähler, schlaue Abrechner. Durchblick für Energiekunden. In: *ew - Elektrizitätswirtschaft* 107 (invers 1/2008 (enthalten in Heft 24)), S. 20–22.

[28] McKenna, E. et al. (2012): Smart meter data: Balancing consumer privacy concerns with legitimate applications. In: *Modeling Transport (Energy) Demand and Policies* 41 (0), S. 807–814.

[29] Müller, K. J. (2010): Gewinnung von Verhaltensprofilen am intelligenten Stromzähler. In: *DuD Datenschutz und Datensicherheit* 33 (6), S. 359–364.

[30] Neu, K. (2010): Smart Metering. Stromdaten im Datenstrom. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, S. 2-3.

[31] Neumann, N. (2010): Intelligente Stromzähler und -netze: Versorger zögern mit neuen Angeboten. In: *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 34 (4), S. 279–284.

[32] Paetz, A. et al. (2012): Smart Homes as a Means to Sustainable Energy Consumption: A Study of Consumer Perceptions. In: *Journal of Consumer Policy* 35 (1), S. 23–41.

[33] Peters, J. (2012): Britain's Smart Metering Rollout is About Customers. In: *POWERGRID International* 17 (11), S. 22–24.

[34] Przybylski, A.; Focke, U. (2009): Ist Smart Metering auf Erfolgskurs? In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 59 (4), S. 54–56.

[35] Rauh, M. (2009): Mit Smart Metering zu einzigartigen Produkten in Massenmärkten. Vertriebsinnovation durch neue Technologien. In: *Bulletin VSE/AES* 100 (3), S. 28–31.

[36] Rauh, M.; Deeg, M. (2012): Smart Grid aus dem Blickwinkel der Elektrizitätsversorger. Ergebnisse einer Befragung im deutschsprachigen Raum. In: *Bulletin VSE/AES* 103 (9), S. 8–11.

[37] Schaffer, C. (2009): Intelligentes Energiemanagement - made in Austria. Richtungsweisende Pilotprojekte im Smart Metering. In: *ew - Elektrizitätswirtschaft* 108 (16), S. 34–36.

[38] Schaub, T. (2009): Intelligentes Verbrauchsverhalten dank Smart Metering. In: *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik* 126 (10), S. 365-366.

[39] Simkin, L.; Dibb, S. (2011): Segmenting the energy market: problems and successes. In: *Marketing Intelligence & Planning* 29 (6), S. 580–592.

[40] Waters, G. (2012): Expanding Metering Data's Value. In: *POWERGRID International* 17 (1), S. 78–80.

[41] Wood, G.; Newborough, M. (2003): Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances: environment, behaviour and design. In: *Energy and Buildings* 35 (8), S. 821–841.

[42] Wood, L. (2011): Building the Smart Meters Business Case. In: *POWERGRID International* 16 (1), S. 26–32.

Konferenzbeiträge (ohne Verlag)

[43] Akselrad, D. et al. (2011): Making home energy usage transparent for households using smart meters. In: Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), S. 150–153.

[44] Cho, H. et al. (2010): AERO: extraction of user's activities from electric power consumption data. In: *IEEE Transactions on Consumer Electronics* 56 (3), S. 2011–2018.

[45] Curry, E. et al. (2012): Enterprise energy management using a linked dataspace for Energy Intelligence. In: Sustainable Internet and ICT for Sustainability (SustainIT), S. 1–6.

[46] Fernandes, R. et al. (2012): Load Profile Identification Interface for Consumer Online Monitoring Purposes in Smart Grids. In: *Industrial Informatics, IEEE Transactions on* PP (99), S. 1.

[47] Froehlich, J. (2009): Promoting Energy Efficient Behaviors in the Home through Feedback: The Role of HumanComputer Interaction. In: HCIC 2009 Winter Workshop.

[48] Kim, Y. et al. (2011): A study for clustering method to generate Typical Load Profiles for Smart Grid. In: Power Electronics and ECCE Asia (ICPE & ECCE), S. 1102–1109.

[49] Li, H. et al. (2011): Usage analysis for smart meter management. In: Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT), S. 1–6.

[50] Lu, N. et al. (2012): Smart meter data analysis. In: Transmission and Distribution Conference and Exposition (T&D), S. 1–6.

[51] Qiu, Z.; Deconinck, G. (2011): Smart Meter's feedback and the potential for energy savings in household sector: A survey. In: Networking, Sensing and Control (ICNSC), S. 281–286.

[52] Teich, T. et al. (2011): Neuronal Networks for Smart Homes and Energy-Efficiency. In: *Annals of DAAAM & Proceedings*, S. 1223–1224.

[53] Weranga, K. S. K.; Chandima, D. P.; Kumarawadu, S. P. (2012): Smart metering for next generation energy efficiency & conservation. In: ISGT Asia, S. 1–8.

[54] Xu, W.; Dong, M. (2012): Tracking energy consumptions of home appliances using electrical signature data. In: Power and Energy Society General Meeting, S. 1–5.

Nicht-publizierter Beitrag

[55] BMU (2011): Das Energiekonzept der Bundesregierung 2010 und die Energiewende 2011. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

[56] Bundesministerium der Justiz (2005): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG). EnWG.

[57] Deutsche Energie-Agentur (2008): Das Elektrizitätssystem der Zukunft muss intelligent werden.

[58] Darby, S. (2006): The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption. Environmental Change Institute, University of Oxford.

[59] Hochwallner, T.; Lang, L. (2009): Approaches for Monitoring and Reduction of Energy Consumption in the Home.

[60] Kitchenham, B. (2004): Procedures for Performing Systematic Reviews. Technical Report, Keele University and NICTA

[61] Schwanzer, M.; Fensel, A. (2010): Energy Consumption Information Services for Smart Home Inhabitants.

Online-Beitrag

[62] Brown, I. (2012): Smart meter data analytics. http://www.sas.com/knowledge-exchange/business-analytics/innovation/smart-meter-data-analytics/index.html. Abgerufen am 03.02.2013.

[63] Hackmann, J. (2011): Smart Grids und Smart Meter: Keine Energiewende ohne IT und TK. http://www.computerwoche.de/management/2497851/, Abgerufen am 22.11.2011.

Predicting Repayment Success in IT-Mediated Peer-to-Peer Lending: The Value of Soft Information (Abstract Only)

Dennis M. Steininger

University of Augsburg, School of Business and Economics, Chair of Information Systems & Management, Universitaetsstr. 16, 86159 Augsburg,
E-Mail: dennis.steininger@wiwi.uni-augsburg.de

Tobias Wagenführer

University of Mannheim, Business School, Schloss, 68131 Mannheim,
E-Mail: wagenfuehrer@bwl.uni-mannheim.de

Daniel Veit

University of Augsburg, School of Business and Economics, Chair of Information Systems & Management, Universitaetsstr. 16, 86159 Augsburg,
E-Mail: veit@wiwi.uni-augsburg.de

Abstract

The growth of IT-mediated online peer-to-peer (P2P) lending may have repercussions on the development of the financial industry. Due to the low costs and high benefits of deception, we hypothesize that borrowers with private information about their true high risk have incentives to misrepresent to improve credit conditions and funding success. To test our proposition, we derive linguistic artifacts of deceptive language. Using Content Analysis, we examine the relation of these artifacts to repayment performance through hard information and descriptions of 1099 loan projects on the P2P lending platform LendCo. While we observe that results are only robust for texts beyond 48 words in length, we find that (i) lenders make inefficient lending decisions, (ii) available hard information, such as the credit grade, is not sufficient for an accurate risk indication and (iii) borrowers who compose more expressive, affective and less complex loan descriptions are significantly more likely to default. Our results can be the blueprint to enable better decision making in credit decisions through new systems that automate the analysis of online profiles for lenders and banks. We thereby contribute to the ongoing discussion in IS on big data and social profile analysis for decision support.

Teilkonferenz: Crisis Management – Information Systems, Humanitarian Logistics and IT-based Decision Support

This track explores the new frontiers of crisis management. Think of crises as the ongoing Financial Crisis, Fukushima, a pandemics, a serious flu or a major IT-security breach. A crisis is in Schumpeters´ sense a situation of creative destruction and a chance to rebuild an organization or society as a whole more modern, more efficient and more resilient than before. Crisis situations are characterized by dynamics, by insecurity and by the need to act beyond what is defined in processes. Crisis situations open windows of opportunities for innovations, for entrepreneurs and intrapreneurs. Scale and scope of crises make networked approaches to crisis management necessary and pose institutional, governance, organizational and managerial challenges. Think e.g. of the social entrepreneurs that step in when public institutions fail and think of the coordination of volunteers and organizations in recovery and reconstruction. This track explores crisis management from the Information Systems perspective. Both design oriented and empirical studies are welcome. Of particular interest are conceptualizations of crisis management, dependability studies, design, implementation and utilization of information systems as well as simulation, modeling and decision support. The track addresses crisis preparedness as well as business continuity, recovery and reconstruction. Special interest lies in information management, IT-based decision support, humanitarian logistics and networks in crisis management.

As crisis management is a relatively young topic in Information Systems this track encourages young researchers and welcomes research design and research in progress publications.

This track comprises six publications and two posters addressing training and exercising support, service oriented architectures in disaster relief operations, sociomateriality of crisis response, transport logistics in crisis management as well as early warning systems.

December 2013

Ulrike Lechner, Bernd Hellingrath, Nicole Krämer, Stefan Pickl

(Teilkonferenzleitung)

An Exploratory Study of Crisis Response Configurations from a Sociomateriality Perspective (Abstract Only)

Francesc Miralles

LaSalle – Ramon Llull University, Spain, E-Mail: fmiralles@salleurl.edu

Simeon Vidolov

LaSalle – Ramon Llull University, Spain, E-Mail: simeonv@salleurl.edu

Abstract

This paper problematizes the complexity and dynamics of crisis response management. In particular, it attempts to further our understanding of the way heterogeneous actors coordinate and collaborate through ICTs in crisis response situations. By drawing on some of the recent theoretical advances in the IS discipline known as 'sociomateriality lens', this paper will attempt to develop a more sophisticated understanding of the relationship between ICTs and crisis response networks. Conceptualized in sociomaterial terms, crisis response networks can be seen as nexuses of sociomateiral practices that are both mediated and enacting the ICTs. Such a perspective promises to offer a more granualar and itegrated approach to understanding the dynamics and complexity of the interdependences within crisis response situations.

Modellbasierende Früherkennung politischer Krisen: Prototyp einer serviceorientierten Plattform

Klaus Arto, Bo Hu, Armin Leopold, Silja Meyer-Nieberg, Goran Mihelcic, Jan Stutzki, Tim Tepel

Universität der Bundeswehr München, D-85577 Neubiberg, E-Mail: { klaus.arto | bo.hu | armin.leopold | silja.meyer-nieberg | goran.mihelcic | jan.stutzki | tim.tepel }@unibw.de

Abstract

Ein neuer Ansatz zur modellbasierten Früherkennung politischer Krisen und Instabilitäten unter Einbeziehung relevanter Einflussgrößen auf Makroebene wird vorgestellt. Gleichzeitig wird versucht, plausible Zusammenhänge zwischen makrostrukturellen Rahmenbedingungen und daraus potenziell resultierenden Dynamiken auf Mikroebene zu modellieren. Auf Grundlage existierender Krisenfrühwarnmodelle bzw. auf Basis theoretischer Überlegungen und empirischer Literatur werden dabei Definitionen relevanter Einflussgrößen auf Makroebene und kausaler Wirkungszusammenhängen auf Mikroebene entwickelt. Die eigentliche Modellierung erfolgt nach der Methode von System Dynamics. Die im Zuge der Modellentwicklung notwendigen Kalibrierungs- und Simulationsarbeiten werden durch eine eigens dafür konzipierte Plattform erleichtert, die sowohl das Modell als auch die realen statistischen Datenquellen in Form von Web-Services integriert.

1. Einleitung

Die Früherkennung politischer Instabilitäten und Krisen in unterschiedlichen Ländern der Welt trägt neben ihrer weitreichenden theoretischen Bedeutung in der Krisenursachenforschung entscheidend zum Krisenmanagement im Sinne von "early warning, early action" bei [9]. Krisenfrühwarnmodelle, die ausschließlich auf Makrodaten aufbauen, sind nicht dafür ausgelegt, staateninterne Dynamiken zu berücksichtigen, welche letztendlich einem Konfliktausbruch vorausgehen. Ansätze, die auch die Mikroebene berücksichtigen, werden aber in der Konfliktforschung weitestgehend vernachlässigt [48]. Ließe sich eine Verbindung zwischen beiden Dimensionen herstellen, könnte dies dazu beitragen, Rahmenbedingungen auf Makroebene mit potenziell daraus resultierenden Dynamiken auf Mikroebene zu verknüpfen. Insbesondere die Revolutionen in vielen arabischen Ländern im Jahr 2011 legen nahe, dass sich Unzufriedenheiten aus bestehenden makrostrukturellen Rahmenbedingungen speisen und die resultierenden Unruhen möglicherweise hätten antizipiert werden können, wenn sich eine entsprechende Verbindung zwischen Entwicklungen auf Makroebene und internen Mikrodynamiken durch einen geeigneten Modellierungsansatz herstellen ließe.

Ziel dieses Beitrags ist es, einen alternativen Ansatz vorzustellen, der relevante Einflussgrößen auf Makroebene berücksichtigt, gleichzeitig aber versucht, plausible Zusammenhänge zwischen makrostrukturellen Rahmenbedingungen und potenziell daraus resultierenden Dynamiken auf Mikroebene zu modellieren. Ansätze bezüglich relevanter Einflussgrößen auf Makroebene sowie kausalen Wirkungszusammenhängen zwischen makrostrukturellen Rahmenbedingungen und Entwicklungen auf Mikroebene werden dabei auf Grundlage existierender Krisenfrühwarnmodelle bzw. auf Basis theoretischer Überlegungen und empirischer Literatur entwickelt. Die eigentliche Modellierung erfolgt dabei nach der Methode von System Dynamics (SD). Die dazu notwendigen Simulations- und Kalibrierungsarbeiten werden durch eine eigens dafür konzipierte Plattform erleichtert, die sowohl das Modell als auch die realen statistischen Datenquellen in Form von Web-Services integriert.

Die im Zuge dieser Veröffentlichung durchgeführten Aktivitäten stellen einen Prozesskreislauf dar, der auch Bausteine des operativen Wissensmanagements (WM) nach [37] adressiert und folgende vier Zustände durchläuft: Im ersten Schritt erfolgt die Identifikation des vorhandenen Wissens durch das Zusammenfassen politikwissenschaftlicher Erkenntnisse. Dabei werden verschiedene bestehende Methoden dargestellt, die eine Früherkennung politischer Instabilität und Staatenkrisen sowohl durch statistische Methoden als auch mit Hilfe von agentenbasierten Modellen ermöglichen (Kapitel 2). Im zweiten Schritt wird das SD-Modell interdisziplinär und kollaborativ erstellt. Im Sinne der Wissensentwicklung wird neues Wissen aufgebaut und etwaige Wissenslücken werden geschlossen. Dabei wird das entwickelte SD-Modell zur Krisenfrüherkennung unter Berücksichtigung verschiedener Modellierungsansätze vorgestellt, und es werden spezifische Indikatoren beleuchtet (Kapitel 3). Die dritte Aktivität besteht in der Integration des Modells in eine serviceorientierte Architektur, bei der sowohl die Datenbeschaffung als auch die Modelle selbst mittels Services bereitgestellt werden. Damit lässt sich das Modell mit realen Daten aus der Vergangenheit kalibrieren. Im letzten Schritt werden die Simulationsergebnisse unter Verwendung der serviceorientierten Architektur visualisiert und kritischen Vergleichen unterworfen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse bilden die Grundlage, den Kreislauf erneut zu starten (Kapitel 4).

2. Politische Instabilität und Krisenfrüherkennung: Bestehende Ansätze

Politische Instabilität manifestiert sich in dem Zusammenbruch institutioneller Autorität und dem damit einhergehenden Auftreten von politischer Gewalt [34, S. 348]. Politische Gewalt ist hierbei charakterisiert durch die Anwendung von physischer Gewalt oder anderen Unterwerfungsmechanismen, die auf Personen und Eigentum abzielen und geeignet sind, die Struktur des politischen Systems zu ändern [34, S. 348]. Die State Failure Task Force betrachtet Staatsversagen als schwerste Manifestation politischer Instabilität [24, S. v] und definiert vier Ereignistypen – "Revolutionary wars", "Ethnic wars", "Genocides and politicides" sowie "Adverse or disruptive regime transitions", charakterisiert durch die Anzahl der Todesopfer und anderer Merkmale [24, S. 1-4] – die wiederum repräsentativ für Staatsversagen sind. Viele quantitative Studien im Bereich der Konfliktforschung betrachten gleichfalls diese extreme Ausprägung politischer Instabilität als abhängige Variable, die sich in bewaffneten Konflikten oder disruptiven Regimewechseln – bspw. Transitionen von demokratischen zu autokratischen Regimetypen oder Regimewechsel, die mit einem anhaltenden Verlust an staatlicher Autorität einhergehen [siehe 19, S. 2] – manifestiert. Verliert ein Staat die Fähigkeit, interne und externe Krisen zu bewältigen, zum Beispiel durch den Abbau staatlicher Strukturen, einem schwindenden Machtmonopol des Staates oder fehlender Rechtssicherheit, begünstigt dies das Auftreten bewaffneter Konflikte.

Die Kapazität eines Staates, Krisen zu bewältigen, steht dabei im Zusammenhang mit verschiedenen makrostrukturellen Indikatoren. Da politische Instabilität nicht direkt messbar ist, lassen sich solche Faktoren gewissermaßen als Proxy-Variablen für den Grad der politischen Instabilität in einem Land interpretieren. Ursächlich für den letztendlichen Ausbruch eines Konflikts sind aber interne Dynamiken, deren Auftreten von verschiedenen makrostrukturellen Indikatoren begünstigt wird [22].

Im Folgenden werden bestehende Modelle zur Krisenfrüherkennung kurz systematisiert und sich daraus ergebende Anknüpfungspunkte für weitere Betrachtungen in Kapitel 3 thematisiert.

2.1 Statistische Methoden

Ein Großteil der quantitativen Literatur im Bereich der Krisenfrüherkennung setzt auf statistische Methoden zur Identifikation und Gewichtung relevanter Einflussgrößen und zur Entwicklung von Krisenfrühwarnmodellen. Grundsätzlich lassen sich hier zwei Modelltypen unterscheiden: (1) solche statistischen Methoden, die ausschließlich auf Makroebene gewonnene Indikatoren nutzen und (2) Methoden, die Ereignisdaten nutzen, auch in Kombination mit auf Makroebene gewonnenen Indikatoren. Diese Erkenntnisse bergen Potenzial für einen SD-Ansatz, um die sich aus makrostrukturellen Rahmenbedingungen ergebenden Implikationen für Interaktionen auf Mikroebene zu modellieren.

Für Modelle, die Makrodaten verwenden, existieren verschiedene Konzeptualisierungen der abhängigen Variablen. Als abhängige Variable werden in erster Linie das Auftreten bewaffneter interner Konflikte betrachtet, aber auch spezielle Unterphänomene politischer Instabilität, wie bspw. "Adverse Regime Changes" [23], ethnische Konflikte oder Genozide / "Politicides" [24]. Zur Schätzung des Modells auf Basis von historischen Daten finden hierbei häufig bivariate logistische Regressionsmodelle Anwendung [siehe z.B. 24, 23, 36, 39, 42, 54]. Als genereller Vorteil von Regressionsmodellen gegenüber anderen Modellierungsansätzen lässt sich die Möglichkeit der Überprüfung einer Vielzahl an potenziellen Einflussfaktoren auf ihre Signifikanz hin sowie eine systematisierte Gewichtung einzelner Einflussfaktoren anführen (s. auch Abschnitt 3). Zum Teil werden auch künstliche neuronale Netzwerke [26, 26, 39] und andere Klassifizierungsalgorithmen verwendet [35].

Über besonders relevante Einflussfaktoren in Bezug auf das Auftreten von bewaffneten Konflikten existiert ein gewisser Konsensus in der Konfliktforschung. Insbesondere der Regime-Typ, bspw. operationalisiert unter Verwendung des POLITY2 Indikators [29] und differenziert in Demokratie, Partielle Demokratie, Autokratie [siehe z.B. 23, 39], scheint besonders stark mit dem Risiko für das Auftreten eines bewaffneten Konflikts zusammenzuhängen [5, 24, 23, 26, 35, 39]. Die im Bereich der Konfliktforschung häufig zitierten Modelle verwenden eine Auswahl an wirtschaftlichen, demographischen, geographischen, politischen und die Konflikthistorie betreffenden Indikatoren als relevante Einflussfaktoren, um das Auftreten von Bürgerkriegen zu erklären [20, 13]. Die tatsächliche Vorhersagekraft dieser Modelle und generell von erklärenden Ansätzen in Bezug auf out-of-sample Vorhersagen wurde aber als gering eingestuft [51]. Daher beschränkt sich diese Literaturübersicht in erster Linie auf explizit für Vorhersagezwecke entwickelte Modelle.

Neben auf Makrodaten basierenden Indikatoren gibt es darüber hinaus Ansätze, die Ereignisdaten verwenden, zum Teil auch in Kombination mit Makroindikatoren. Ereignisdaten beschreiben, welcher Akteur zu welchem Zeitpunkt wem gegenüber welche Aktion ausgeführt hat und können manuell oder automatisiert gewonnen werden. Zum Teil finden sich auch geo-codierte Ereignisdatensets wie das ICEWS-Datenset [36] und GDELT-Datenset [27], die eine noch genauere Betrachtung der Mikroebene ermöglichen. Methodische Ansätze beinhalten hier in jüngerer Zeit logistische Regressionsmodelle [36, 55], Latent Dirichlet Allocation Modelle in Kombination mit logistischer Regression [42], Zero-Inflated Count Modelle [4], ARIMA / ARFIMA Modelle zur Extrapolation einzelner aus Ereignisdaten gewonnener Zeitreihen, bspw. der Entwicklung von materiellem Konflikt in einzelnen Regionen [54] und andere Clusterverfahren [41, 15].

Ereignisdaten ermöglichen eine Berücksichtigung von Entwicklungen auf Mikroebene und weisen eine höhere Dynamik auf als oftmals nur gering im Zeitverlauf variierende Makroindikatoren. Bestehende Forschungsergebnisse zeigen, dass sich Ereignissequenzen, denen Friedensperioden folgen, von Ereignissequenzen, denen Konfliktperioden folgen, unterscheiden [15] und sich politische Entwicklungen offenbar tatsächlich zunächst auf Mikroebene manifestieren, beispielsweise im Rahmen einer politischen Krise, bevor sich weiterreichende Entwicklungen wie zum Beispiel bewaffnete Konflikte ergeben [36].

2.2 Agentenbasierte Modelle

Agentenbasierte Modelle versuchen Systemverhalten als dezentrales Phänomenen zu erklären, das durch die regelbasierte Interaktion einzelner Akteure untereinander entsteht. Dies trifft auf viele sozialwissenschaftliche Phänomene zu, insbesondere auch auf die Entwicklung von Konflikten. So wird der Ausbruch von Bürgerkriegen als Konsequenz aus voneinander abhängigen sozialen, ökonomischen und politischen Prozessen charakterisiert, im Rahmen derer einzelne Agenten ihre Entscheidungen festlegen und damit ihre Umwelt und andere Agenten beeinflussen [8]. Verschiedene Modelle werden vorgelegt, um das Auftreten, die Ausbreitung und das Ergebnis von Bürgerkriegen, Rebellionen und anderen Konflikttypen zu erklären [siehe z.B. 6, 7, 8, 12, 16, 18, 21, 28, 33, 36, 45].

Politische Stabilität wird in agentenbasierten Modellen sowohl als endogenes Phänomen dargestellt, aber auch durch die Definition exogener Parameter. Hierzu zählt zum Beispiel die Regierungspolitik eines Landes [8] und die Effektivität von Regierungstruppen in der Aufstandsbekämpfung [6, 16]. In vielen Modellen werden verschiedene Konzeptualisierungen der Fähigkeit der Regierung, Unzufriedenheiten zu adressieren und Unruhen zu unterdrücken, als Parameter berücksichtigt oder als endogenes Phänomen simuliert [6, 8, 12, 16].

Anders als bei vielen statistischen Krisenfrühwarnmodellen berücksichtigt keines der obengenannten agentenbasierten Modelle den Regime-Typ als solches, allerdings sind diese Faktoren Ausprägungen von Regimeverhalten auf Mikro- und Makroebene. Agentenbasierte Modelle zeigen, dass staatliche Oppression und / oder das Vorhandensein von Diskriminierung das Auftreten sozialer Spannungen und letztendlich den Ausbruch bewaffneter Konflikte begünstigt, z. B. anhand einer simulierten ungleichen Ressourcenallokation [8, 33, 44, 45].

Agentenbasierte Simulationen unterstützen ferner die Hypothese, dass ein hoher Grad der Vernetzung mit dem Konfliktverlauf [7] oder dem Auftreten von separatistischen Bewegungen korreliert [28].

Der Erfolg in der Nutzung agentenbasierter Modelle zur Erklärung komplexer sozialer Phänomene untermauert die Relevanz einer Berücksichtigung von dynamischen sozialen, politischen und ökonomischen Prozessen auf Makro- und Mikroebene. Problematisch für die Nutzung von agentenbasierten Modellen zu Vorhersagezwecken anstatt zur Untermauerung und Generierung sozialwissenschaftlicher Theorien ist allerdings deren schwierige Parametrisierbarkeit mit realen Daten. Validitätsanforderungen bedingen hier eine adäquate Festlegung der Systemgröße, Netzwerk-Topologie und Interaktionsstruktur [12]. Ebenfalls müssen Agenten, zugehörige Interaktionsregeln und deren modellierte Umwelt den realen Begebenheiten angepasst werden. Die Entwicklung eines generalisierten agentenbasierten Modells, das sich auf verschiedene Länder anwenden lässt, ist daher problematisch.

3. Ein System-Dynamics-Modell zur Krisenfrüherkennung

Statistische Methoden sind in der Lage, relevante Einflussfaktoren systematisch zu gewichten und objektive Tests der Vorhersagekraft eines Modells zu liefern. Kausale Wirkungszusammenhänge zwischen einzelnen Einflussfaktoren und dem Auftreten von Konflikten werden allerdings nicht im Modell selbst deutlich, sondern müssen anderweitig begründet werden. Ebenfalls ermöglicht die Nutzung von Makrodaten in statistischen Modellen keine Beobachtung von dynamischen Prozessen, die sich auf Mikro- und Makroebene abspielen. Gleichfalls ist eine Betrachtung unterschiedlicher Konflikteskalationsstufen schwierig (s. Abschn. 2.1). Forschungsergebnisse im Bereich der agentenbasierten Modellierung von Konfliktausbrüchen und Konfliktverläufen untermauern die Relevanz einer Berücksichtigung dieser Prozesse. Ereignisdaten ermöglichen zwar eine solche Analyse, lassen sich aber erst nachträglich beobachten und ermöglichen somit nur einen begrenzten Vorhersagehorizont von i.d.R. wenigen Wochen bis Monaten (s. Abschn. 2.2).

Interessant wäre eine Verknüpfung von auf Makroebene beobachteten Faktoren mit potenziell daraus resultierenden Implikationen für die Entwicklung dynamischer Prozesse auf Makro- und Mikroebene. Dies wird durch ein SD-Modell ermöglicht, wobei die Begründung relevanter makrostruktureller Einflussfaktoren und vermuteten Implikationen für die Entwicklung dynamischer Prozesse auf Makro- und Mikroebene durch theoretische Überlegungen und empirische Literatur erfolgen sollte.

3.1 System Dynamics Modellierungsansätze

System Dynamics wird bereits verwendet, um das Auftreten von Konflikten, Konfliktverläufen [2, 1, 11, 46, 17] und das Verhalten von Rebellengruppen [40, 25] zu modellieren. Eine tatsächliche Parametrisierung dieser Modelle mit realen Makrodaten ist aber bislang nur sehr eingeschränkt erfolgt. Im Folgenden soll begründet werden, welche Faktoren im entwickelten Modell berücksichtigt wurden und welcher Wirkungszusammenhang zwischen Makroindikatoren und dynamischen Prozessen, die letztendlich zu einem Konfliktausbruch führen können, vermutet wird. Die folgende Auflistung hat dabei explorativen Charakter. Detaillierte Studien müssen noch genauer beleuchten, inwiefern

geeignete Parameter, auch unter Berücksichtigung länderspezifischer Unterschiede, bestimmt werden können.

(1) **Regime-Typ**: Der Regime-Typ wird als signifikanter Einflussfaktor in verschiedenen statistischen Modellen im Bereich der Bürgerkriegsliteratur identifiziert [20, 24, S. 13-16, 23, 26, 35, 39]. Besonders partielle Demokratien scheinen hierbei einem hohen Risiko für bewaffnete Konflikte ausgesetzt zu sein. Theoretisch lässt sich dies dadurch begründen, dass Anokratien im Gegensatz zu Demokratien weder in der Lage sind, effektiv die Bedürfnisse ihrer Bürger zu befriedigen, noch interne Konflikte effektiv zu unterdrücken [38]. Hinzu kommen möglicherweise interne Streitigkeiten, die besonders partielle Demokratien betreffen könnten. Durch die feingliedrigere Unterscheidung in partielle Demokratien mit und ohne interne Streitigkeiten wird letztere Annahme empirisch untermauert [23].

(2) **BIP pro Kopf**: Das BIP pro Kopf wird als signifikanter Einflussfaktor in verschiedenen statistischen Modellen berücksichtigt und korreliert stets negativ mit dem Risiko für den Ausbruch eines Bürgerkriegs [13, 20, 35, 39]. Mit steigendem BIP pro Kopf steigt neben dem Lebensstandard der Bevölkerung auch die Kapazität des Staates, Unzufriedenheiten zu adressieren.

(3) **Entwicklungsstand**: Weitere Einflussfaktoren, die mit dem Entwicklungsstand eines Landes in Zusammenhang stehen, wurden in verschiedenen Modellen als signifikant eingestuft, so z.B. die Kindersterblichkeitsrate [24, S. 13-14, 23, 26, 35], der Grad der Urbanisierung [24, S. 19-23], die Lebenserwartung und die durchschnittliche Kalorienaufnahme pro Person [35] und Sekundärschulquoten für den männlichen Bevölkerungsanteil [13]. Generell korrelieren diese Faktoren negativ mit dem Risiko für einen Konfliktausbruch. Mit steigenden Entwicklungsstand sinkt das Potenzial für soziale Unzufriedenheiten und somit das Risiko für den Ausbruch eines bewaffneten Konflikts.

(4) **Unterdrückung und Ungleichheit**: Staatliche Oppression wurde zum Teil als signifikanter Einflussfaktor identifiziert und korreliert positiv mit dem Risiko für das Auftreten eines bewaffneten Konflikts [35, 39]. Das Vorhandensein von ökonomischer oder politischer Diskriminierung wurde darüber hinaus in [23] sowie dem Modell für Sub-Sahara Afrika und ethnische Kriege [24] als signifikant eingestuft und korreliert ebenfalls positiv mit dem Risiko für das Auftreten eines bewaffneten Konflikts oder disruptiven Regimewechsels. Das Vorhandensein eines Militärregimes wurde darüber hinaus als signifikanter Einflussfaktor eingestuft, der ebenfalls positiv mit dem Risiko für das Auftreten eines bewaffneten Konflikts korreliert [39].

(5) **Regierungseffizienz**: Denkbare Parameter, die die Regierungseffizienz widerspiegeln, ist die legislative Effektivität [26]. Dieser Indikator korreliert negativ mit dem Risiko für das Auftreten von Staatsversagen [26]. Generell ist anzunehmen, dass der Grad der Regierungseffizienz mit der Fähigkeit des Staates korreliert, Unzufriedenheiten zu adressieren und Aufstände zu verhindern.

(6) **Vernetzung und Medien**: Ein hoher Grad der Vernetzung unter der Bevölkerung begünstigt möglicherweise das Auftreten interner Konflikte. Als Proxy-Variable für den Grad der Vernetzung in einem Land könnte beispielsweise die Bevölkerungsdichte oder der Grad der Urbanisierung angenommen werden. Beide Faktoren wurden in verschiedenen Modellen als signifikante Einflussfaktoren identifiziert [24, S. 13-23, 26]. Es ist auch anzunehmen, dass der Grad der Vernetzung der Bevölkerung untereinander durch moderne Kommunikationstechnologien relevant sein könnnte. Ebenfalls ist anzunehmen, dass die Art der Berichterstattung in den Medien in Bezug auf Konfliktausbrüche und -verläufe eine Rolle spielt [siehe z.B. 52].

(7) **Vorbilder aus der Region und Konflikthistorie**: Konflikte in Nachbarländern können sich über die Landesgrenzen hinweg ausweiten, insbesondere wenn sie ethnische Gruppen betreffen die in Nachbarländern ebenfalls präsent sind. Konflikte in Nachbarländern können darüber hinaus Gruppierungen in anderen Ländern als Vorbild dienen, ebenfalls gegen die Regierung vorzugehen, wie beispielsweise während des "Arabischen Frühlings" geschehen. Empirische Belege hierfür finden sich in [24, S. 13-18, 23]. Eine lange Konflikthistorie kann darüber hinaus anzeigen, dass Unzufriedenheiten nach wie vor bestehen könnten. Als signifikanter Einflussfaktor, der positiv mit dem Risiko für zukünftige Konflikte korreliert, wird dies im Modell für ethnische Kriege und Genozide / "Politicides" [24, S. 46-47] und verschiedenen weiteren Modellen [13, 20, 35] berücksichtigt.

3.2 Ein System-Dynamics-Modell

Basierend auf den Aufstellungen in Abschn. 3.1 wird die Entwicklung eines SD-Modell schrittweise nachgezeichnet. Den Ausgangspunkt bildet der Kern eines Modells, das zur Untersuchung von Aufständen und Bürgerkriegen vorgelegt wurde [2]. Wie in Abb. 1 (grün markiert) dargestellt, werden die Anteile aktiver und inaktiver Gegner (A_a und A_i) eines Regimes in der Bevölkerung jeweils als ein Speicher aufgefasst, die Prozesse des Sympathisierens und des Aktivierens (σ und α) als (bidirektionale) Flüsse. Diese Zusammenhänge lassen sich auch durch zwei Integralgleichungen über die Zeit $A_a(t_1) = A_a(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} \alpha(t)dt$ und $A_i(t_1) = A_i(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} \sigma(t) - \alpha(t)dt$ ausdrücken. Die Flüsse werden als doppellinige Pfeile dargestellt, während die Wirkung eines Elements auf ein anderes Element im Modell als einfacher Pfeil gekennzeichnet wird. Ein blauer bzw. opaker Pfeil bedeutet, dass eine Veränderung im Element, welches sich am Anfang des Pfeils befindet, eine Veränderung im zweiten Element, am Ende des Pfeils, positiv beeinflusst. So bewirkt ein hoher Anteil aktiver Gegner auch ein stärkeres Sympathisieren und Aktivieren durch den Recruiting-Effekt [1].

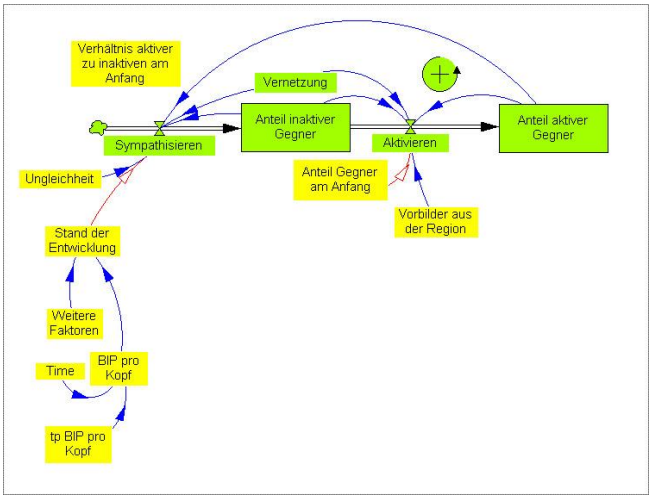


Abbildung 1: Eigendynamik der Gegner eines Regimes (grün) sowie Einflussfaktoren (gelb)

Eine Wirkungsschleife, durch die Aneinanderreihung von Pfeilen zwischen Elementen, die wieder zum Ausgangselement zurückkehrt, wird als Rückkopplungsschleife bezeichnet. Diese Rückkopplungsschleife kann entweder verstärkend (durch "+" symbolisiert) oder ausgleichend (durch "-" erkenntlich) wirken. Dass die Gegner eines Regimes unter konstanten Umgebungsbedingungen durch Kommunikation und Rekrutierung (`Vernetzung`) eine Eigendynamik entwickeln, wird stellvertretend durch eine sich verstärkende Rückkopplungsschleife gekennzeichnet (vgl. Abschn. 3.1, Punkt 6).

In der nächsten Ausbaustufe des Modells werden eine Reihe von externen Einflussfaktoren (gelb in Abb. 1) zum Ausgangsmodell hinzugefügt. So beschleunigt z. B. die – ökonomische, demographische, ethnische und politische – `Ungleichheit` das Sympathisieren mit den Gegnern des Regimes, während der `Stand der Entwicklung` eines Landes, der neben einigen `weiteren Faktoren` durch BIP pro Kopf charakterisiert werden kann, dem Sympathisieren entgegenwirkt, was der rote transparente Pfeil kenntlich macht. Das zeitabhängige Profil `tp BIP pro Kopf` kann aus bekannten Daten oder anderen Modellsimulationen gespeist werden (vgl. Abschn. 3.1, Punkte 2, 3 und 7).

Abbildung 2 zeigt die Mechanismen der `Unterdrückung` und der `Beschwichtigung` (grün markiert). Wie ein Regime auf aufkeimende Gegnerschaft reagiert (`Einstellung Unterdrückung` und `Einstellung Beschwichtigung`), hängt i. A. vom Grad der Demokratisierung eines Landes ab. Die Unterdrückung ist durch die vorhandene `Kapazität zur Unterdrückung` begrenzt und außerdem ein zweischneidiges Schwert: einerseits deaktiviert sie einige der aktiven Gegner, gleichzeitig löst sie nicht selten eine Sympathisierungswelle aus, die zunehmend inaktive Gegner zur Folge hat, wobei die `mediale Asymmetrie` diese zweite Wirkung ggf. noch verstärkt. Durch die Art der Berichterstattung können mehr Leute verärgert werden und eher mit den Gegnern des Regimes sympathisieren anstatt eingeschüchtert zu sein (vgl. Abschn. 3.1, Punkte 1, 4 und 6). Es wird erwartet, dass das System wie der Archetyp "Problemverschiebung" [43] verhält.

Als letztes werden `Ressourcen des Regimes` betrachtet, die sowohl für die Beschwichtigung als auch für den Unterhalt der Kapazität zur Unterdrückung benötigt werden (Abb. 2, gelb markiert). Erhöht das Regime zur Abdeckung eines höher werdenden `Verbrauchs` den Zufluss und damit die `Quote` der Einnahmen des Regimes als Anteil am BIP, schürt dies eine höhere allgemeine Unzufriedenheit und beschert damit den zunächst inaktiven Gegnern einen größeren Zulauf (vgl. Abschn. 3.1, Punkt 5).

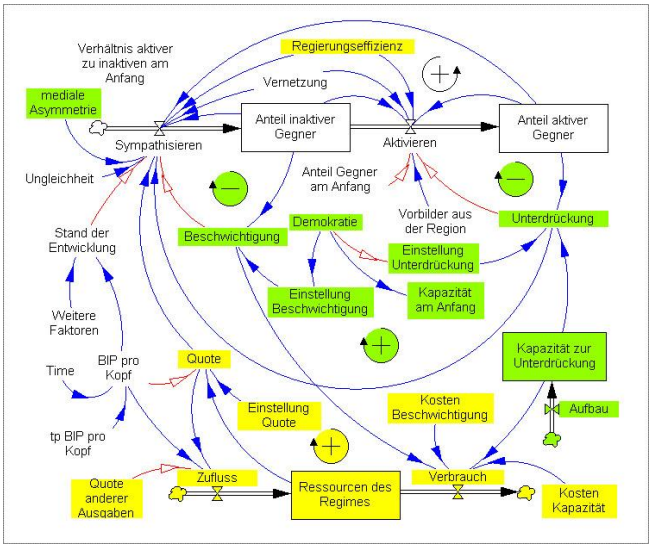


Abbildung 2: Unterdrückung und ihre Nebenwirkung sowie die Möglichkeit der Beschwichtigung (grün); Ressourcen und Effizienz des Regimes (gelb)

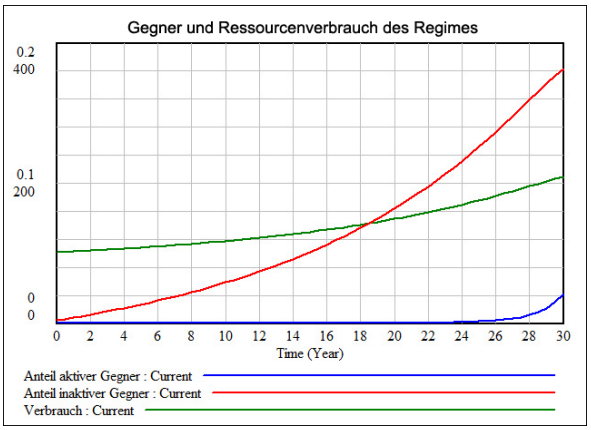


Abbildung 3: Simulierte Entwicklung vor der Krise

Abbildung 3 zeigt eine simulierte Entwicklung der Krise nach dem hier vorgestellten Modell. Ein möglicherweise entscheidender Beitrag dieses Modells zur Krisenfrüherkennung besteht darin, dass lange bevor der Anteil aktiver Gegner in der Bevölkerung krisenhaft steigt, schon der Anteil inaktiver Gegner ansteigt und vor allem, als möglicher statistisch erfassbarer Frühindikator, die Ausgaben des Regimes zur Beschwichtigung und zur Unterdrückung ansteigen.

4. Serviceorientierte Plattform zur Integration von Modellen und Daten

Um die Kalibrierungs- und Simulationsarbeit mit dem im vorangegangen Kapitel vorgestellten SD-Modell zu vereinfachen, wird ein serviceorientierter Ansatz verfolgt, bei dem sowohl das Modell als auch die realen makroskopischen Datenquellen in Form von Web-Services [50] implementiert werden. Zur systematischen Durchführung der Software-Entwicklung wird ein Vorgehensmodell (Prozessmodell) herangezogen. Im vorliegenden Kontext wird das Einbinden des Domänenwissens durch die Disziplin Requirements Engineering (RE) und die Software-Entwicklung durch die Disziplin Software Engineering (SE) unterstützt [56].

Bei der prototypischen Umsetzung manifestiert sich das Domänenwissen im erstellten SD-Modell für die Krisenfrüherkennung. Die Disziplin RE hilft dabei, die primär funktionalen Anforderungen [siehe 10] bei der Integration eines Modells als Service zu beschreiben. Aufgrund der Charakteristik einer Schnittstellenfunktion beschränken sich diese Anforderungen auf das Format und die Inhalte der zu transportierenden Daten. Die Disziplin SE hilft dabei, die Anforderungen in eine technisch realisierte Lösung umzusetzen.

4.1 Serviceorientierte Architektur, Modell- und Daten-Provider

Eine Datenquelle kann als ein Web-Service in einer serviceorientierten Architektur (SOA) definiert werden [30]. In einer primitiven Ausprägung kann ein solcher Service gespeicherte Daten beschaffen und übermitteln. Er kann aber auch komplexer Natur sein, so dass er z. B. Daten für Zukunftsbetrachtungen durch ein umfangreiches Prognoseverfahren errechnet. So gesehen kann ein Modell auch als ein Datenservice aufgefasst werden, das die angeforderten Daten durch eine Simulation ermittelt. Dieses Architekturkonzept kann als MDaaS (Model/Data as a Service) bezeichnet werden.

Um das SD-Modell, das die Simulation durchführen soll, mit Daten versorgen zu können, wird ein Meta-Modell definiert, das die benötigten Web-Services integriert und so die Basis für eine Orchestrierung [3] bildet. Die Orchestrierung dient dazu, die Web-Services in der richtigen Reihenfolge aufzurufen, Aufrufe gegebenenfalls zu parallelisieren, sowie Iterationen durchzuführen,

um komplexe Simulationsläufe, bei denen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Service-Aufrufen bestehen, durchführen zu können. Die Ergebnisse sowohl der Datenabrufe als auch der Simulation werden in einem Pool abgelegt, auf den die Model-Services zugreifen können und auf den zur Weiterverarbeitung der Ergebnisdaten zugegriffen werden kann.

4.2 Technische Realisierung

Die technische Realisierung stützt sich innerhalb der SOA Plattform auf Web-Services, die einem WS-I Profile [53] entsprechen, das die Interoperabilität der verschiedenen Web-Service-Anwendungen sicherstellt. Der Transport der Nutzdaten erfolgt mittels SOAP [49] in Form eines serialisierten XML-Dokuments. Die Entscheidung gegen den Transport komplexer Datenstrukturen mittels SOAP wurde gefällt, um die Integration und spätere Weiterentwicklung der Web-Services sowohl server- als auch client-seitig zu vereinfachen. Der Service muss nur einmalig integriert bzw. bereit gestellt werden, auch und insbesondere dann, wenn die zu transportierende Datenstruktur aufgrund von Modellkalibrierungen mehrfach angepasst werden muss. Für einen Client gilt, dass i. d. R. nur eine Methode implementiert werden muss, die wiederum nur einen Input-Parameter vom Datentyp String benötigt, und im Ergebnis nur einen String zurückliefert, der ein XML Dokument darstellt.

Im Zentrum der Umsetzung steht das in Abschn. 3.2 vorgestellte SD-Modell, das mit Hilfe der Modellierungs- und Simulationsumgebung Vensim [47] erstellt wurde, und sich unter Windows auch über das Vensim-API von einer anderen Anwendung ausführen lässt. Diese Funktionalität wird genutzt, indem ein WCF-Web-Service [32, 31] auf einem Server ausgeführt wird, auf dem auch das Vensim-API zur Verfügung steht. Dieser Service kann von jedem berechtigten Rechner innerhalb des Netzwerkes konsumiert werden. Über den Web-Service sind die Aufrufmethode, die erwarteten Input-Parameter, sowie die vom Service zurückgelieferte Ergebnisdatenstruktur bekannt. Aufgrund des WS-I Profiles kann der Web-Service im Prinzip von einer beliebigen Client-Anwendung (Anwendung, Web-Seite, mobile App, etc.) auf einer beliebigen Plattform (Windows, Linux, Java, etc.) konsumiert werden, die sich an die Definition des WS-I Profiles hält.

Bei der Implementierung des Web-Services wird auf die durch Vensim vorgegebene Semantik geachtet, so dass der Service für unterschiedliche SD-Modelle verwendbar ist. D. h. über ein und dieselbe Schnittstelle können verschiedene SD-Modelle aufgerufen werden. Um die Validität des serialisierten XML-Dokuments bei der Verwendung des Web-Services (vgl. Abschn. 4.2) prüfen zu können, steht für jedes einzelne Modell parallel zum Service ein XML-Schema plattformweit zur Verfügung.

Idealerweise ist jeder Daten-Service ein Web-Service. Es können aber bei Bedarf auch andere Services in Web-Services gekapselt werden, z. B. wenn Daten mittels JSON [14] transportiert werden müssen. JSON ist im Kontext dieser Publikation deshalb interessant, weil derzeit mehr als 8000 makroskopische Indikatoren für alle Länder der Welt zur Verfügung stehen, die in diesem Format abgerufen werden können. Der JSON-Connector in Abbildung 4 bindet hierzu ein komplettes LAM-System (Linux, Apache und MySQL / Python/ JSON) an.

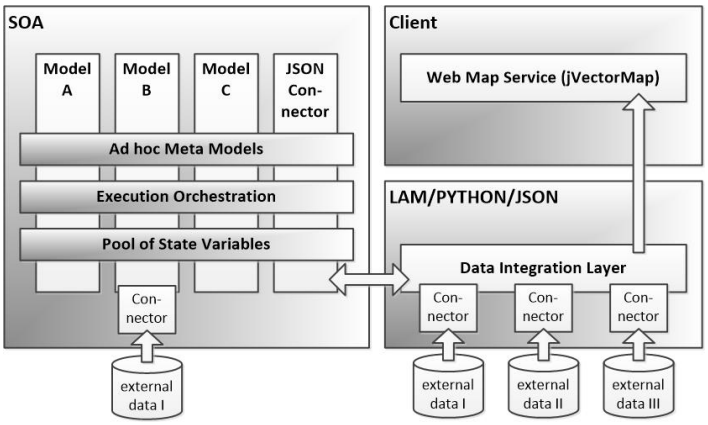


Abbildung 4: Serviceorientierte Integration von Modellen und Daten

Dieses System erfüllt bei der technischen Realisierung eine wesentliche Aufgabe: es stellt die für die Simulation des SD Modells wichtigen Indikatoren jahresscharf über den JSON Connector zur Verfügung. Innerhalb des LAM-Systems ist ein "Data Integration Layer" implementiert, der einerseits öffentlich zugängliche Daten mittels Connector abruft und ggf. in einem eigenen Repository speichert, andererseits diese Datenquellen aber auch anderen Anwendungen zur Verfügung stellen kann. Um die modellbasierende Krisenfrüherkennung mit dem Prototyp der SOA-Plattform aufsetzen zu können, werden die benötigen Input-Parameter vom JSON-Connector aus dem LAM-System beschafft und in das für den Web-Service übliche XML-Format transformiert. Zur Visualisierung der Simulationsergebnisse des SD-Modells erfolgt mittels "Data Integration Layer" eine Datenbeschaffung aus der SOA über den JSON-Connector. Der Abruf der Daten wird durch einen Client initiiert, sobald eine Web-Seite des LAM-Systems aufgerufen wird, um die Daten zu visualisieren.

Durch die "Execution Orchestration" erfolgt zunächst der Datenabruf der benötigten Indikatoren für die Simulation über den JSON-Connector, bevor die eigentlichen Simulation durch iterative Aufrufe des SD-Modell-Services erfolgt, d. h. die Simulation wird dezidiert für jedes Jahr und für jedes Land, für das Daten vorliegen, durchgeführt. Die Zwischenergebnisse können nach jedem Simulationsschritt im "Pool of State Variables" abgelegt, ausgewertet und über den JSON-Connector vom angeschlossene LAM-System über eine Web-Seite abgerufen und z. B. grafisch auf einer Weltkarte dargestellt werden. Außerdem lassen sich die einzelnen Simulationsläufe eines Landes in Form eines Diagramms client-seitig visualisieren.

5. Fazit

Diese Publikation fokussiert die Krisenfrüherkennung basierend auf SD-Modellen und der prototypischen Implementierung einer serviceorientierten Plattform, mit deren Hilfe sowohl Daten als auch Modelle zur Verfügung gestellt werden können. Die Simulation der Modelle hilft, die eigentlichen Ursachen und möglichen Konsequenzen für die Stabilität eines Staates besser zu verstehen. Dabei werden die relevantesten, vorherrschenden Wechselwirkungen zwischen den genannten Parametern in einem SD-Modell dargestellt, und damit ermöglicht, viele Aspekte besser zu verstehen und zu erkennen, sowie weitere Vergleiche zwischen kurz- und langfristigen Wirkungen anzustellen. Gleichzeitig lassen sich mit Hilfe von SD komplexe Systeme einfacher darstellen. SD eignet sich als Unterstützungsmethode zur Ursachenforschung und zur Früherkennung staatlicher Krisen, insbesondere, wenn der in Kapitel 1 erwähnte WM-Prozess praktiziert und durch IT-Systeme unterstützt wird.

Der Umgang mit den umfangreichen Datenquellen wurde optimiert, um möglichst flexibel auf Änderungen im Modell reagieren zu können. Durch die serviceorientierte Architektur können nicht nur Daten, sondern auch Modelle über eine einheitliche Schnittstelle unabhängig von ihrem physikalischen Standort aufgerufen, über eine einheitliche Systematik zusammengefasst und somit komplexere Simulationen durchgeführt werden. Unter Interoperabilitätsaspekten gestaltet sich die Integration der Web-Services sowohl für Anbieter als auch Konsumenten sehr einfach. Die Definition eines Metamodells und die Orchestrierung der Web-Services ist in der prototypischen Implementierung bisher noch durch einen linearen Prozess implementiert. Es wird angestrebt die Orchestrierung mittels Workflow Methoden zu modellieren. Auch stellt UDDI einen interessanten Aspekt dar, wenn es darum geht, ein Verzeichnis von Daten- und Modellprovidern zur Verfügung zu stellen.

Vor allem der interdisziplinäre Ansatz, welcher aus einer serviceorientierten Plattform für Modelle und einer Früherkennung von politischer Instabilität und möglichen Konflikten besteht, stellt einen relevanten Beitrag für die Weiterentwicklung computergestützter Zukunftsforschung dar. Zusätzlich wird erwartet, durch ein erweitertes Verständnis über die zentralen Dynamiken, die in Verbindung mit der Stabilität eines Staat stehen, die Möglichkeiten einer präziseren Vorhersagegenauigkeit politischer und strategischer Modelle verbessern zu können. Abschließend sollte erwähnt werden, dass mit dieser Publikation, insbesondere mit diesem Modell und der SD-Methode angestrebt wird, politische Entscheider nachhaltig zu unterstützen, um zukünftige Entwicklungen innerhalb von Staaten angemessener zu bewältigen.

Danksagung

Die in diesem Beitrag beschriebene Forschungsarbeit ist unterstützt u.a. durch das Planungsamt der Bundeswehr.

Literatur

[1] Edward G. Anderson Jr: A dynamic model of counterinsurgency policy including the effects of intelligence, public security, popular support, and insurgent experience. *System Dynamics Review, Volume 27, Issue 2: 111–141,* April/June 2011

[2] Edward G. Anderson Jr.: A Proof-of-Concept Model for Evaluating Insurgency Management Policies Using the System Dynamics Methodology. *Strategic Insights, VI 5,* August 2007

[3] Tony Andrews, Francisco Curbera, Hitesh Dholakia, Yaron Goland, Johannes Klein: Business Process Execution Language for Web Services. *oasis-open.org,* 2003, https://www.oasis-open.org/committees/download.php/2046/ (31.08.2013)

[4] Bagozzi, B.E.: Forecasting Civil Conflict with Zero-inflated Count Models. Pennsylvania State University, Department of Political Science, University Park, PA, 2011

[5] Beck, N.; King, G.; Zeng, L.: Improving Quantitative Studies of International Conflict: A Conjecture. *American Political Science Review, 94 (1): 21-35,* 2000

[6] Bennett, D.S.: Governments, Civilians, and the Evolution of Insurgency: Modeling the Early Dynamics of Insurgencies. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 11(4): 7,* 2008

[7] Bhavnani, R.; Backer, D.: Localized Ethnic Conflict and Genocide: Accounting for Differences in Rwanda and Burundi. *Journal of Conflict Resolution, 44(3): 283-306,* 2000

[8] Bhavnani, R.; Miodownik, D.; Nart, J.: REsCape: An Agent-based Framework for Modeling Resources, Ethnicity and Conflict. *J. of Artificial Societies and Social Simulation, 11(2): 7*, 2008

[9] Marc von Boemcken, Natalia Krieger: „Early warning - early action" - Entwicklungspolitische Instrumente zur frühzeitigen Eindämmung von Gewaltkonflikten. BICC, Dezember 2006

[10] Glossary of Software Engineering Terminology. *IEEE Standard, 610.12-1990,* C/S2ESC, 1990

[11] Choucri, N.; Goldsmith, D.; Madnick, S. E.; Mistree, D.; Morrison, J. B.; Siegel, M.: Using System Dynamics to Model and Better Understand State Stability. *MIT Sloan School Working Paper, 4661-07,* 2007-11-30, http://hdl.handle.net/1721.1/39650 (14.08.2013)

[12] Cioffi-Revilla, C.; Rouleau, M.: MASON RebeLand: An Agent-based Model of Politics, environment, and insurgency. *International Studies Review, 12 (1): 31-52,* 2010

[13] Collier, P. & Hoeffler, A.: Greed and grievance in civil war. *Oxford Economic Papers, 56: 563-595,* 2004

[14] Douglas Crockford: The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON). *Request for Comments, 4627,* Network Working Group, July 2006, http://www.ietf.org/rfc/rfc4627.txt?number=4627 (06.08.2013)

[15] D'Orazio, V.; Yonamine, J.E.; Schrodt, P.A.: Predicting Intra-state Conflict Onset: An Event Data Approach Using Euclidean and Levenshtein Distance Measures. Chicago, 2011, http://eventdata.psu.edu/papers.dir/MPSA11.ICEWS.sequence2.1.pdf (23.08.2013)

[16] Doran, J.: Iruba: An Agent-based Model of the Guerrilla War Process. *Representing Social Reality (Pre-Proceedings Conducted at the Third Conference of the European Social Simulation Association (ESSA)),* Koblenz, Germany, September 2005

[17] Enos, J.R., & Farr, J.V.: State security dynamics and the impact of intervention to build country capacity. Center for Nation Reconstrunction and Capacity Development, West Point, NY, 2013

[18] Epstein, J.M.: Modeling Civil Violence: An Agent-based Computational Approach. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 99 (3): 7243-7250,* 2002

[19] Esty, D.C., Goldstone, J.A., Gurr, T.R., Surko, P.T.: State Failure Task Force Report. Science Applications International Corporation, McLean, VA, 1995

[20] Fearon, J.D., & Laitin, D.D.: Ethnicity, insurgency, and civil war. *American Political Science Review, 97(1): 75-90,* 2003

[21] Findley, M., & Rudloff, P.: Combatant fragmentation and the dynamics of civil war. *British Journal of Political Science, 42(4): 879-901,* 2012

[22] Florea, A.: Where do we go from here? Conceptual, theoretical, and methodological gaps in the

large-N civil war research program. *International Studies Review, 14: 78 - 98,* 2012

[23] Goldstone, J.A., Bates, R.H., Epstein, D.L., Gurr, T.R., Lustik, M.B., & et al.: A global model for forecasting political instability. *American Journal of Political Science, 54(1): 190-208,* 2010

[24] Goldstone, J.A., Gurr, T.R., Harff, B., Levy, M.A., Marshall, M.G., & et al.: State Failure Task Force phase III findings. Science Applications International Corporation, McLean, VA, 2000

[25] Grynkewich, A., & Reifel, C.: Modeling Jihad: A System Dynamics model for preaching and combat financial subsystem. *Strategic Insights, V(8),* 2006

[26] King, G.; Zeng, L.: Improving Forecasts of State Failure. *World Politics, 53 (4): 623-658,* 2001

[27] Leetaru, K., & Schrodt, P.A.: Global Data on Events, Location and Tone, 1979-2012. San Francisco, 2013, http://eventdata.psu.edu/papers.dir/ISA.2013.GDELT.pdf (29.03.2013)

[28] Lustick, I.S.; Miodownik, D.E.; Eidelson, R.J.: Secessionism in Multicultural States: Does Sharing Power Prevent or Encourage It? *American Political Science Review, 98: 209-230,* 2004

[29] Monty G. Marshall, Keith Jaggers, Ted Robert Gurr: Polity IV Project: Political Regime Characteristics and Transitions, 1800-2012 - Dataset Users' Manual. *systemicpeace.org,* 2010, http://www.systemicpeace.org/inscr/p4manualv2010.pdf (15.09.2013)

[30] Ingo Melzer et al.: Service-orientierte Architekturen mit Web Services. 4. Auflage 2010, ISBN 978-3827425492, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2010

[31] Microsoft: .NET Entwicklung. *msdn.microsoft.com,* 2013, http://msdn.microsoft.com/de-de/library/aa139615.aspx (31.08.2013)

[32] Microsoft: Windows Communication Foundation. *msdn.microsoft.com,* 2013, http://msdn.microsoft.com/de-de/library/dd456779.aspx (31.08.2013)

[33] Miodownik, D.; Bhavnani, R.: Ethnic Minority Rule and Civil War Onset. *Conflict Management and Peace Science, 438-458,* 2011

[34] Morrison, D.G., & Stevenson, H.M.: Political instability in independent black Africa: more dimensions of conflict within nations. *The Journal of Conflict Resolution, 15(3): 347-368,* 1971

[35] O'Brien, S.P.: Anticipating the Good, the Bad, and the Ugly: An Early Warning Approach to Conflict and Instability Analysis. *The Journal of Conflict Resolution, 46(6): 791-811,* 2002

[36] O'Brien, S.P.: Crisis early warning and decision support: contemporary approaches and thoughts on future research. *International Studies Review, 12: 87-104,* 2010

[37] G. Probst, K. Romhardt, St. Raub: Wissen managen - Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 2006, ISBN 978-3834901170, Gabler Verlag, Frankfurt a. Main, 2006

[38] Regan, P.M., & Bell, S.R.: Changing lanes or stuck in the middle: why are anocracies more prone to civil wars? *Political Research Quarterly, 63(4): 747-759,* 2010

[39] Rost, N., Schneider, G., & Kleibl, J.: A global risk assessment model for civil wars. *Social Science Research, 38(4): 921-933,* 2009

[40] Schoenwald, D., Johnson, C., Malczynski, L., & Backus, G.: A System Dynamics perspective on insurgency as a business enterprise. Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, 2009,

[41] Schrodt, P.A., & Gerner, D.J.: Cluster-based early warning indicators for political change in the contemporary levant. *American Political Science Review, 94(4): 803-817,* 2000

[42] Schrodt, P.A.: Forecasting political conflict in Asia using Latent Dirichlet Allocation Models. *Paper prepared for delivery at the European Political Science Association,* Dublin, Ireland, 2011

[43] Peter M. Senge: The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. Doubleday, New York, 1990

[44] Silverman, B.G.; Bharathy, G.K.; Nye, B.; Eidelson, R.J.: Modeling Factions for 'Effects Based Operations': Part I Leader and Follower Behaviors. Department of Electrical & Systems Engineering, Philadelphia, PA, 2007, http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1326&context=ese_papers (20.05.2013)

[45] Silverman, B.G.; Bharathy, G.K.; Nye, B.; Eidelson, R.J.: Modeling Factions for 'Effects Based Operations': Part II Behavioral Game Theory. Department of Electrical & Systems Engineering, Philadelphia, PA, 2007, http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1327&context=ese_papers (20.05.2013)

[46] Sokolowski, J.A., & Banks, C.M.: From empirical data to mathematical model: using population dynamics to characterize insurgencies. Old Dominion University: Virginia Modeling, Analysis and Simulation Center, Norfolk, VA, 2007

[47] Vensim Software. Ventana Systems, 2009, http://www.vensim.com/software.html (19.07.2009)

[48] Verpimp, P., Justino, P., & Brück, T.: The analysis of conflict: a micro-level perspective. *Journal of Peace Research, 46: 307-314,* 2009

[49] SOAP current status. *W3C,* 2013, http://www.w3.org/standards/techs/soap#w3c_all (31.08.2013)

[50] Web of Services. *W3C,* 2013, http://www.w3.org/standards/webofservices/ (31.08.2013)

[51] Ward, M.D., Greenhill, B.D., & Bakke, K.M.: The perils of policy by p-value: predicting civil conflicts. *Journal of Peace Research, 47(4): 363-375,* 2010

[52] Wolfsfeld, G., Alimi, E.Y., Kailani, W.: News media and peace building in asymmetrical conflicts: the flow of news between Jordan and Israel. *Political Studies, 56(2): 374-398,* 2008

[53] Basic Profile Version. *R. Chumbley et al. (Eds.): WS-I,* Web Services Interoperability Organization, 2010, http://ws-i.org/Profiles/BasicProfile-2.0-2010-11-09.html (31.08.2013)

[54] Yonamine, J.E.: Predicting future levels of violence in Afghanistan districts. *GDELT - Global database of events, language, and tone*, 2013, http://jayyonamine.com/wp-

content/uploads/2013/03/Forecasting_Afghanistan.pdf (09.09.2013)

[55] Yonamine, J.E.: The effects of domestic conflict on interstate conflict: an event data analysis of monthly level onset and intensity using GDELT. *GDELT - Global database of events, language, and tone,* 2013, http://gdelt.utdallas.edu/data/papers/Yonamine_domestic_interstate.pdf (23.08.2013)

[56] Alexander Ziegler: Eignungeinstufung von Vorgehensmodellen. 1. Auflage, ISBN 978-3-86805-329-6, Pro Business, Berlin, 2009

Resilience in Transport Logistics

Florian Maurer

Fachhochschule Vorarlberg, Forschungszentrum Prozess- und Produkt-Engineering, AT-6850 Dornbirn, E-Mail: florian.maurer@fhv.at

Ulrike Lechner

Universität der Bundeswehr München, Professur für Wirtschaftsinformatik, DE-85577 Neubiberg, E-Mail: ulrike.lechner@unibw.de

Abstract

Resilience is a widely used term and, according to the discipline, resilience has different interpretations. In this paper organizational ‘resilience‘ and ‘resilience in use‘ in transport logistics will get examined. The paper bases on literature research and the examination of a case study of an international transport logistics provider for valuable goods. By nature such transport logistics providers have to be more cautious and restrictive than “average” transport logistics providers. Specific objects of interest are the different characteristics of resilience and how they fit together. The best practice case study describes the application of resilience measures before, during and after the hurricane Sandy in the US (2012). Special object of examniation is business continuity management as a strategy to enhance organizational resilience.

1 Introduction

Past disasters have shown the vulnerability of transport networks and supply chains. Swissgold XX (SXX), a Suisse international transport logistics provider for valuable goods is one of many organizations who experienced the effects of hurricane Sandy in New York 2012. Due to the wasting effects of this hurricane, SXX's subsidiary in New York (NY) was cut-off from business for more than a week, which again influenced the whole SXX transport network with serious delays in transportation as well as import and export stops to and from NY. But in comparison to their market competitors, SXX recovered and got back to business quickly. Consequently, organizations which cope disruptions easier are more "resilient" or have an increased capability for resilience. Past approaches defined resilience as risk anticipation and put it on a level with risk management or business continuity management. However, today resilience means being better positioned than competitors to deal with – and even gain advantage from – disruptions [18]. Therefore it is quite confident that resilience "will be an imperative in the 21st century as the occurrence of unforeseen and increase in unplanned low probability high impact events increases" [2].

This paper at hand contributes to the understanding of the capabilities for *(organizational)* resilience and crisis recovery in transport logistics. Specific objects of examination are the technical and psychological-organizational dimensions of resilience as well as the application of resilience measures. The empirical basis of this research is a single case study to describe the best practice model of Swissgold XX. The selection of SXX as case study partner is quite simple: Transport logistics providers for valuable goods have to be more restrictive and consequently more resilient by nature than other transport logistics providers. This paper is to highlight the status quo of research on resilience and the comparison with the Swissgold XX best practice model. The scientific contributions of this paper are so far unidentified characteristics in the field of resilience. The paper is organized in six main chapters: After the introduction and the description of the research method (following chapter) a literature research is done. The aim of this literature research, divided in technical and psychological-organizational resilience measures, is to highlight the status-quo in research in the field of resilience and to build up a common vocabulary. Afterwards the case study is presented. The case study consists of a short company description, followed by the description of the SXX-organizational safety- and security framework, the description of the sense for business continuity management at SXX, the application of business continuity management in case of a real emergency and the lesson learned of a real emergency. In chapter five the findings and the analysis, and in the sixth and final chapter the summary and the conclusion are presented.

2 Method

Accoring to Robert K. Yin [28], the method used in this paper is a single case study research. The data collection respectively the empirical basis of the case study are structured expert interviews. The interviews have been done with special prepared guidelines on the 13th of May and 14th of June 2013 and lasted ~ 1,5 h each. The first interview's aim was to get an overview about SXX as an organization and to examine theoretical and practical resilience and business continuity measures at SXX on the strategic level. Interviewee of this interview was Urs[1], strategic safety- and compliance manager. The aim of the second interview was to examine the collaboration regarding resilience and business continuity of the strategic and operational level (and vice versa). Interviewees of the second

[1] Urs Lüthimann; name editorially modified

interview were Urs and John[2], operational business manager of the subsidiaries in the US. Urs and John were chosen for the interviews because both were highly involved before, during and after the occurrence of hurricane Sandy. Both have and gained extensive knowledge in resilience and business continuity management. Additional a questionnaire to evaluate efforts for business continuity in the SXX network was distributed to all subsidiary managers. 4 of 6 *(or 66,67 %)* of the managers returned this questionnaire.

3 Risk anticipation and resilience

Weick and Sutcliffe define resilience as the "capability of a system to maintain its function and structure in the face of internal and external changes and to degrade gracefully when it must" [23]. According to Westrum, resilience has three major meanings: "Resilience is the ability to prevent something bad from happening, or the ability to prevent something bad from becoming worse, or the ability to recover from something bad once it has happened" [25]. For Woods & Hollnagel, resilience determines a "paradigm for safety management that focuses on how to help people cope with complexity under pressure to achieve success" [26]. They define resilience as the "ability of a system or an organization to react to and recover from disturbances at an early stage, with minimal effect on the dynamic stability" [12]. Hale & Haijer add to this definition the "characteristic of managing the organization's activities to anticipate and circumvent threats to its existence and primary goals" [8]. For Hiles, resilience engineering "seeks ways to improve robustness, reliability and flexibility of processes and organizations, continually monitoring and revising risk levels. […] Success in resilience engineering gives the ability to bend before the wind, rather than break – to anticipate that 'unknown unknowns' will happen, to adapt, move on and not to fail" [11]. Coutu defines resilience as "the skill and capacity to be robust under conditions of enormous stress and change" [5].

While Weick and Sutcliffe [23] distinguish risk and resilience, Heath argues that resilience consists of two efforts [10]: First, "to reduce the exposure to crisis situations (and to the impacts from those situations)"; and, second, "to increase the psychological and organizational readiness to respond[3] to crisis situations and to recover from those situations that cannot be removed, reduced and avoided" [10]. Thereby, the first effort can be seen as risk anticipation (and mitigation) [14]: "A system is safe if it is impervious and resilient to perturbations and the identification and assessment of possible risks is therefore an essential prerequisite for system safety" [12]. The second effort refers to enhance organizational cognitive processes and the creation of a collective organizational mind [14]. To be "resilient is to be mindful about errors that have already occurred and to correct them before they worsen and cause more serious harm" [23]. Figure 1 visualizes above noted efforts for resilience, divided in 'anticipation / mitigation' and 'organizational / psychological readiness'. "The essence of resilience is therefore an intrinsic ability of an organization (system) to maintain or regain a dynamically stable state, which allows it to continue operations after a major and/or in presence of a continuous stress" [12].

[2] John Simpson; name editorially modified
[3] "[…] risk response is to define the most appropriate way of dealing with all risks to the supply chain" [21]

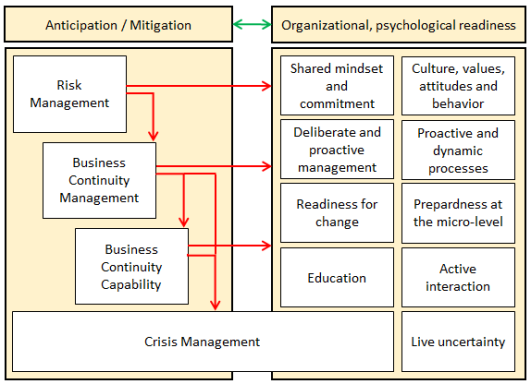


Figure 1: Strategies for resilience

Popular strategies for anticipation (and mitigation) are risk management, business continuity management (BCM) and, according to Elliot et al. (2010) business continuity capability (BCC). Risk management is the classical risk anticipation method and shall predict the future with data's from the past ('anticipate the future with a time beyond'[4]); However, with future incident and scenario planning, BCM and BCC shall help to prevent and deal with negative future events – the unexpected as well as the unexampled. While risk management is a managerial discipline, BCM is considered as a holistic and comprehensive management approach which includes a commitment of the strategic management level, politics, targets, continuous change and development management / process, guidelines, concepts and measures. In comparison, traditional approaches to BCM emphasize internal resources. BCC emphasizes the complementary importance of external formal and informal networks, relationships and social capital as resources [18]. The notion of a capability suggests a strategic role for BCM [7].

Due to changing environments, an organization never will be 100 % safe – managers should know that all potential failure modes have not been experienced or exhaustively deduced [23]. At this point risk anticipation / mitigation fails and mere survival is key. While above noted concepts exercise for the case of an emergency, crisis management represents the action during and after the occurrence of a crisis. The term crisis management is reserved for events that are unanticipated / unmitigated for whatever reason and causing a breakdown in business continuity [20]. At this stage an organization will experience its resilience as whether it is psychologically and organizationally ready. In summary psychological and organizational readiness determine:

- Shared mindset (vision, mission, targets, etc.) and commitment;
- Culture, values, attitudes and behavior – e.g. resilient organizations foster a culture of respect and trust [6], honesty and self-respect [22];
- Deliberate and proactive management; leadership, decision making, relationship with employees, alignment, awareness and empowerment of employees [25];
- Proactive and dynamic processes [26]; but nevertheless: live on rules, regulations [5] and procedures [6]; framework of roles, rules, procedures, configured activities, and authority relations that reflect and facilitate meaning [22]; mix between command and control and flexibility; versatility and role improvisation [22] rather than specialization; inter-subjectivity;

[4] "Usually, risk management approaches look at things in the rear view mirror – […] take past incidents and project from them future probability"; [11]

- Proactive and responsive to create a readiness for change; adaptability for creatively and constructively change [6]; innovation and change management; strong and positive organizational culture of innovation [6]; engaged organizational development;
- Preparedness at the micro-level [5]; close attention to operations [23];
- Education: exercises, knowledge and experience sharing; organizational wisdom [22];
- Active, dynamic (and constant [23]) interaction across components, subsystems, software, organizations, and human behavior [27]: interactions that individuals have, with each other and the system and processes within the organization [17];
- Tolerance for respectively concept to live uncertainty [6] – staunch acceptance of reality [5]; positive adjustment to failure – willing to learn from them;

There is the entitled question when to use risk anticipation / mitigation strategies and when to invest in psychological and organizational readiness strategies. Denhardt et al. (2010) suggest: "Under conditions of certainty, a strategy of anticipation may be most effective. But under conditions of uncertainty and change, a strategy of building the capacity of an organization to be resilient is the preferable strategy" [6]. Usually the application for resilience starts before a crisis hit: "The capacity for resilience must be instilled and practiced in organizations, if it is to develop at all" [6]. Efforts for resilience start years before with, according to Hamel et al. (2003), the coping of the cognitive, strategic, political and ideological challenges [9]. The goal is to establish an "organization that is constantly making its future rather than defending it past" [9] which finds ways to plan and to develop new alternatives for uncertainty [6].

4 Case Study: Swissgold XX (SXX)

Swissgold XX is an international transport logistics service provider and successfully specializes in the logistics for valuable goods for over 35 years. The headquarter is located in Winterthur (Switzerland). There are six subsidiaries worldwide. Every subsidiary has one or more branches, as e. g. subsidiary USA has branches in New York, Miami and San Francisco. Strategic departments at the headquarter are the 'Board of Managers', 'Controlling', 'Business Development & Sales', 'Process & Quality / IT' as well as 'Safety & Security' (S&S). The S&S department, the object of examination of this case study, focuses on the management of strategic safety- and security measures.

Organizational Safety &Security (S&S) structure / framework

Urs explained that strategic safety measures include the development, change and improvement of organization wide policies and guidelines, the change and improvement of the SXX infrastructure as well as the education and training of key personal. The S&S headquarter has directives and control rights to subsidiaries and can enact sanctions, in case regulations are or get not implemented. This powerful position in the SXX network is confirmed by the board of managers.

The headquarter maintains operational S&S managers in every SXX branch for operational S&S management. According to Urs, these managers are working 50% for the headquarter and 50% for the branch. This 50% / 50% rule guarantees access on operational business level. In the branches, the S&S-managers have high authority and status. The managers are responsible for operational S&S management which consists of the implementation of above noted policies and guidelines, the recruitment and the training / education of 'normal' employees regarding safety and security (e. g. emergency-, fire-, etc. exercises, training courses in team, group meetings). Basically, safety at SXX

starts with the employee's recruitment process. Former members of the armed forces, from police, fire brigade, etc. are being preferred.

The communication between headquarter and S&S managers is direct via e-mail, regularly telephone calls and conferences as well as face-to-face meetings. The S&S managers maintain direct communication with the employees in the subsidiaries. Neither special IT-system nor employee suggestion schemes are in use. Urs described that communication takes place top-down as well as bottom-up to develop new S&S process requirements or to (re-) engineer S&S processes:

- New S&S requirements: The analysis of requirements takes place in two forms. According to Urs, the ideal communication process occur bottom-up, which means: The operational S&S managers inform the headquarter about vulnerabilities as well as possible solutions. The second form occur top-down: Recognized vulnerabilities are collected in a strategic risk-map by the headquarter. For a further evaluation and input collection, a first draft will be sent to the operational managers.
- S&S process (re-) engineering: SXX differentiates daily requirements and process requirements. Process requirements as well as "bigger" daily requirements have to be discussed with the strategic level. Such discussions happen once per month. Smaller requirements (e. g. access cards, new personal, etc.) are dealt exclusively on the operational level. The communication process takes place bottom-up: employees inform the S&S manager – the manager weighs the issue and, in case of doubt, is forced to inform the headquarter.

Both interview partners explained that a general problem is that regulations are developed by people who are more on the theoretical than on the practical side of daily safety and security. Therefore, the strategic level works out S&S policies and guidelines as a basis. Details of these regulations are developed by operational S&S managers and their teams. The development of policies and guidelines takes place collaboratively and cooperatively. According to John, the advantage of this strategy is the consideration of particular customer-, stakeholder- and subsidiary needs (e. g. culture, behavior, attitudes, language, etc.). The S&S basis documents are administered on strategic level; the individually improved documents are administered on operational level. An exchange of experience, knowledge and best practices between branches takes place.

Regarding the network-wide cultural and behavioral differences, there is the entitled demand for decentralized processes and increased self-determination of the operational business level (John). But according to Urs, regulations must be coordinated by force top-down. Although the freedom of each branch, the interviewees agreed that SXX can be considered to be a medium-standardized organization with most processes being equal up to small differences.

According to Urs, John and the questionnaire, process reliability has a higher significance than process efficiency at SXX. John explained that the loss of reliability (e. g. self- or not self-caused delays) would cost the company's reputation and consequently customers and income. In continuation, he explained that efficiency is a necessity in the highly competitive market of logistics. Therefore SXX has developed a company-wide minimum standard of (service) security where process reliability and cost efficiency are balanced out. For demonstration, Urs and John used the following example: "If SXX convey good A, then the S&S standard A is valid; If good B get transported, then standard B is valid, etc.". But if a customer requires a higher S&S standard, SXX develops "add-ons" of existing standards in collaboration with the customer.

Sense for Business Continuity Management at SXX

Urs pointed out that SXX needs to be more cautious and more restrictive by nature than "average" transport logistics providers. Due to this fact, in the middle of the 2000's, SXX implemented BCM to achieve more resilience. According to the questionnaire, BCM at SXX is not recognized as a core process but rather as a very important accompanying process of daily work. BCM at SXX is subjected to a high organizational acceptance and implementation. Further, BCM is seen as mixed strategy, where the strategic and the operational level have to cooperate and collaborate equally. Nevertheless, BCM is seen more as a task of the strategic management which has to be implemented top-down. Figure 2 summarizes the results of the survey that addressed the S&S managers from the subsidiaries. Note that in the survey the ROI[5] created by BCM was the item seen most critically and the question whether business continuity management should be done more centralized ore more decentralized received the most diverse answers.

Question:	Options of answers							Answers				
Safety and security or business continuity management …		Likert Scale						Q1	Q2	Q3	Q4	Mean value
must be a core process.	I agree	1	2	3	4	5	I don't agree	2	1	2	2	1,75
must be implemented …	top down	1	2	3	4	5	buttom up	2	2	1	1	1,5
is a task of … management.	strategic	1	2	3	4	5	operational	2	2	2	2	2
must be …	centralized	1	2	3	4	5	decentralized	2	2	4	4	3
needs … processes.	standardized	1	2	3	4	5	empowered	2	1	2	2	1,75
increases efficiency.	I agree	1	2	3	4	5	I don't agree	3	2	2	2	2,25
increases reliability and robustness.	I agree	1	2	3	4	5	I don't agree	3	2	2	1	2
creates a return-of-investment (ROI).	I agree	1	2	3	4	5	I don't agree	3	3	3	3	3

Figure 2: Evaluation of BCM at SXX

While the strategic level has a more leading and controlling function in the BCM process, the operational level creates the common understanding of BCM. This takes place via regularly meetings, learning and trainings with the employees. Also information exchange with other SXX subsidiaries is done on a regular basis. According to the questionnaire "exchange-goods" are in descending mentioned order organizational BCM guidelines, safety and security elements, templates for business continuity plans, specific business continuity plans, realized measures, tests, trainings, exercises, scenarios and risk strategies.

Business Continuity Management in use at hurricane Sandy

In October 2012, hurricane Sandy hit the US coast and caused massive damage and losses in the densely populated East Coast states [16]. Millions were influenced by natural irregularities and later with infrastructural breakdowns (e.g. electric blackout, transportation, etc.) [16]. First, SXX anticipated that Sandy would be similar to experienced natural events. Accordingly, SXX had a matured and stress-proved BC planning in use which includes scenarios e. g. for natural disasters, power failure, failure of IT, etc. Urs explained that the "SXX's subsidiaries in the USA are hurricane proofed and in general, hurricanes will not cause any problem – but this time it was different: From day to day Sandy got stronger and showed its full power direct over NY City".

Before hurricane Sandy: Preparation

According to the interviewees, the preparations for hurricane Sandy included two phases:

[5] Return of investment

General preparation: According to Urs, an important preparation for a crisis is the recruitment of employees. The subsidiary managers attach importance to well-educated and disciplined employees. As mentioned before, employees from armed forces are preferred. Also regularly training and education measures are obligatory for SXX employees. Further, SXX invested in organizational agility and flexibility, e. g. re-engineering of the organizational ERP-system to a cloud-based architecture, change from desktop to laptop PC's.

Specific preparations (reorganization till occurrence of hurricane Sandy): When it was obvious that Sandy hit, the operational S&S management started with the execution of the existing business continuity plan (e. g. scenario-planning: "What happen, if not all employees can come to work"?, etc.) as well as to inform the stakeholders of possible delays in delivery. Also the subsidiary in Miami got informed that additional transport volume are sent via their freight hub. Based on experiences of previous events, e. g. the blizzards in New York 2010 & 2011, regular hurricanes in Miami, etc., the S&S managers decided to hire additional temporary security personal to protect the warehouse goods in case of infrastructural damage and electricity breakdown from looters. According to John, it was important that at every point of time security personnel were present in the facilities of SXX. The S&S strategic department supported the subsidiary with coordinative actions. Before and after the hurricane, communication and information exchange between headquarter and subsidiary increased.

During hurricane Sandy

Understandably, during the occurrence of hurricane Sandy no specific actions took place. Besides the security personal nobody was in business. Also, due to the strong power of Sandy and the damages to public infrastructure and transportation, employees were not able to come to business. During the interview, Urs and John confirmed explained the differences between US and middle-European employees: "While a Suisse or middle-European employee first takes care about the company and afterwards home and property, the US employee first takes care about their home and property and only come back if everything is secured".

After hurricane Sandy

Despite of the 'BCP in use' and several preparedness measures, the branch in NY was cut-off business and consequently the whole SXX network has been influenced. However, branch NY tried to come back coordinated to normal business: the first action was to get in contact with the employees and to ask about their individual health. Also the managers asked when they can come back to work. But due to the fact that mobile and fixed line telephone providers were impacted as well, some employees were reached only after certain time. The next problem was the damage on public infrastructure and the breakdown of public transportation. To get an overview about the level of destruction, the second action was to create a damage report. This report was the basis for the establishment of a "minimal-organization", which included the relocation of the administrative and IT department from the subsidiary into a hotel close to the JFK airport. A further action was to secure the SXX infrastructure. After 4-5 days the relocated departments moved back to the SXX branch and after ten days, the branch was supplied with electricity again – before SXX where cut-off the public electricity supply and had to rented an emergency power generator.

Lessons Identified and Lessons Learned – The Insights for SXX and its BCM

According to the interviewees, SXX realized two major insights. Both mentioned the self-overestimation of the US as technology leader. Especially the (long) breakdown of the electricity

supply made the return to normal business more difficult. The second insight is that the missing supply with working materials hardens the return to business-as-usual additionally. The interviewees explained that their only way to get fuel was via an employee who lives in a less affected area of NY. This employee brought the demanded fuel to the SXX warehouse on a day-to-day basis. Therefore a major lesson learned for SXX for the future is to invest in (critical) infrastructure – the purchase of a power generator and to invest in an appropriate storage tank for fuel. Further lessons learned are:

- Preparation for the worst-case: No one expected the worst-case and the breakdown of the SXX subsidiary for more than a week. Both were shocked of the power of hurricane Sandy.
- Support of employees: SXX started to support the employees finically and mentally. In return SXX recognized an increase of cohesion and collaboration.
- Allocation of responsibilities: SXX recognized, when they start to allocate responsibilities to employees, above noted cohesion will remain *(longer).*
- Knowledge and experience about past events (e. g. blizzards in NY, hurricanes in Miami) help in every phase. According to Urs, the real task is to share this knowledge.
- Fast decisions and organizational agility: Past natural events have shown that fast decisions in case of an emergency are key. Organizational agility, e. g. the SXX's investment in cloud based applications and laptops proved true as a capability to keep business ongoing.
- Redundancy: During and after the hurricane, Miami took over operational work and helped to avoid delays and consequently the loss of reputation. SXX maintained its position as a reliable partner in transport of valuable products.
- Improvement and bricolage: SXX experienced that contingency planning only support people in case of the training for an emergency. But any event hit as planned. Therefore improvisation and bricolage is key, which needs continuous investments in employees.
- Luck and fortune: Finally, in discussion with the interviewees, both mentioned that luck and fortune is an important element of success or failure in a crisis. "While Sandy flooded some competitors' facilities, SXX´s facilities remained almost undamaged".

5 Findings and Analysis

In this chapter, the findings and the analysis of the findings with literature are presented. The findings are grouped in three clusters on the strategy of centralization and decentralization (command & control versus empowerment), the importance of social capital and the organizational capability for mobility.

Strategy of centralization / decentralization

The most important observation made in this case study is the centralization and decentralization strategy, the balance of command & control and empowerment between the strategic and operational business level. The strategic/tactical level focuses on the network-wide compliance of the S&S framework. The subsidiaries have the freedom for an individual implementation, extension and improvement of the regulations and "fill it with life". This strategy creates one network-wide S&S vision but with consideration and respect of national, cultural, linguistically etc. differences. Pillars of this strategy are the allocation of responsibilities, the access rights and regular information exchanges.

- Allocation of responsibilities: Every S&S process has a clear process owner. For example, the process organization is in the responsibility of strategic level. However, business and S&S processes are in responsibility of the operational S&S manager of each particular subsidiary.
- Access rights: The circumstance that the operational S&S managers are working 50 % for the headquarter, enables a direct access to the subsidiaries and has a leverage to implement and to maintain an organization-wide S&S standard. Also the S&S headquarter has a continuously presence and visibility on operational level which decreases the problem of missing interfaces, missing information and the loss of information. Additional this strategy allows an optimal interaction.
- Interaction: The regularly and continuously exchange of information enables both, the strategic and operational level to be up-to-date regarding the status quo, innovation and trends in the field of S&S. Continuously interaction enhances the understanding and ability for change management. The managers and employees recognize that resilience engineering is a dynamic activity and needs proactive management linked with organizational agility.

During the literature research phase, rudimentarily approaches which describe the centralization/decentralization strategy could be found. For example Weick describes a mix strategy between command and control and flexibility [22]. He describes that empowerment (underspecification of structures [24]) is part of the ongoing project of mindful action: "In a mindful system, structure is a variable and activity of structuring is a constant" [24]. Although this strategy supports and enhances resilience in organization in several ways, the centralization / decentralization strategy is under-represented in literature. At this place the authors want to point out the advantages of this strategy: First, it combines strategic bureaucracy (a framework of roles, rules, procedures, configured activities, and authority relations that reflect and facilitate meaning [22]) with the operational empowerment (decentralization). This enables the whole organization to foster a culture of respect [22] / self-respect [22] and openness and complex sensing [22] which enhances a strong and positive organizational culture of innovation [6] with increased reflection and feedback. Also this strategy enables a deliberate and proactive management, enhances dynamic processes and the awareness for change (management; adaptability for creatively and constructively change [6]) in an organizational framework with strict policies and guidelines [5] [6]. Second, the decentralization strategy in combination with the allocation of responsibilities enhances the preparedness at the micro-level [5]. Third, the preparedness on the micro-level in combination with the access rights of the strategic level is 'outsourced' to operational managers which enhance the organizational information flow – bottom-up as well as top-down – and creates a close attention of the strategic business level to operations [9]. The empowerment guarantees an optimal decision making, relationship with as well as alignment and awareness [25] of employees and proofs that "both top-down and bottom-up approaches are needed to give a comprehensive view of risks" [21]. Fourth, the continuously active, dynamic (and constant [23]) interaction increases the capability for direct, unfiltered communication and information sharing – one of the most important capabilities to be resilient. A common characteristic of a resilient organization is its ability to circulate positive and negative news and deal with the root causes quickly [18].

Social capital

A further important observation is that organizational resilience starts with the employee recruitment process. SXX prefers employees with an education from armed forces. SXX managers assume that these people are more stress proofed than employees without such a background and thus have a

higher individual resilience. During the literature research phase, any source which describes the employee recruitment process as a source for enhanced resilience could be found. Like the centralization / decentralization strategy this is a literary neglected character of resilience. The authors of this paper assume that the selection of the right employees several demands for resilience can be achieved: First, these employees should have by nature a better understanding for organizational-resilient measures. Second, these employees should have better capabilities to live on rules, regulations [5] and procedures, in a framework of roles, rules, configured activities and authority relations [22]. Third, these employees should understand better the need for a shared mindset about the S&S vision, mission, targets, etc. Also they should have a greater tolerance for culture, values, attitudes and behavior and also know how to handle with it. Thus it should be easier to build up and maintain an organization where a culture of respect, trust [6], honesty and self-respect is implemented. In general with the right employees, the organization achieves rather the demand for cognitive processes and the creation of a collective organizational mind [14]. Nevertheless, resilience depends on the field of business where the organization acts. E. g. for transport logistics providers of valuable goods, it seems to be appropriate to hire employees from armed forces. Somewhere else in business, this strategy could fail because of the demand of different individual characteristics and capabilities.

Mobility

During the interviews with Urs and John, it turned out that without a short-termed relocation of SXX's IT- and administrational department into a hotel building, SXX would have failed the demand for business continuity and thus a loss of reputation. The mobilization helped to keep the operational business ongoing – at least on a minimum level. Although agility and flexibility are mentioned as characters of resilience organizations [3], current literature in the field of resilience does not consider mobility as a characteristic of a resilient organization. According to Christopher, "agility is a business-wide capability that embraces organizational structures, information systems, logistics processes and, in particular mindsets. A key characteristic of an agile organization is flexibility" [4]. In continuation Christopher points out that a "flexible supply chain can react to a changing environment by adapting its operations" [13]. Nevertheless, as the case shows, agile organizations do not only have the capability for flexibility; resilient organizations must have the capability for mobility too: In case of a disruption and the threateningly breakdown of its business, organizations must have the capability to relocate its facilities quickly.

6 Summary and Conclusion

In this paper, 'resilience' as well as 'resilience in use' (BCM) at an international logistics service provider for valuable goods is visualized. By nature, a transport logistics provider for valuable goods has to be more resilient than "normal" providers. Therefore, the presented case of SXX can be taken as a best practice case. While some authors see resilience either as technical or as organizational, psychological concepts, the case illustrates that resilience as a cross-linked concept of both. Resilience is not a single thing – it combines the commitment of the board of managers, a clear vision, a structural framework, role systems, policies, sanctions, consideration of culture, attitudes and behaviors, proactive management on strategic as well as on operational level, preparedness at micro-level, interaction, business continuity management etc. Major findings of this case study are the mix-strategy of centralization and decentralization (command & control vs. empowerment), the importance of social capital and the organizational capability for mobility. The literature research, the case study and the findings emphasize the importance of resilience engineering / management of organizations.

7 Literatur

[1] Axelsson, Lars (2011): Structure for Management of Weak and Diffuse Signals. In: Hollnagel, Erik; Woods, David D.; Leveson, Nancy (Editors), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Ashgate Publishing Limited, Surrey (England).

[2] Braes, Bruce; Brooks, David (2010): Organisational Resilience: A Propositional Study to Understand and Identify the Essential Concepts. Australian Security and Intelligence Conference.

[3] Christopher, Martin; Peck, Helen (2004): Building the resilient supply chain. International Journal of Logistics Management 15: 1-13.

[4] Christopher, Martin (2009). The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets. http://martin-christopher.info/wp-content/uploads/2009/12/agile_supply_chain.pdf. Access: 15.03.2013

[5] Coutu, Diane L. (2002): How Resilience Works. Harvard Business Review 80: 46-55

[6] Denhardt, Janet; Denhardt Robert (2010): Building Organizational Resilience and Adaptive Management. In: Reich, John W.; Zautra, Alex; Hall, John Stuart (Editors), Handbook of Adult Resilience. The Guildford Press, New York.

[7] Elliot, Dominic; Swartz, Ethné; Herbane; Brahim (2010): Business Continuity Management: A Crisis Management Approach. Second Edition. Routledge: New York.

[8] Hale, Andrew; Haijer, Tom (2006): Defining Resilience. In: Hollnagel, Erik; Woods, David D.; Leveson, Nancy (Editors), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Ashgate Publishing Limited, Surrey (England).

[9] Hamel, G.; Valikangas, L. (2003): The quest for resilience. Harvard Business Review 81: 52-63

[10] Heath, Robert (1998): Crisis Management for managers and executives: Business crises – the definitive handbook to reduction, readiness, response and recovery. Financial times management: London.

[11] Hiles, Andrew (2011): Introduction to the 3rd Edition. In: Hiles, Andrew (Editor), The Defintive Handbook of Business Continuity Management. Third Edition. Wiley, Chichester, West Sussex.

[12] Hollnagel, Erik (2006): Resilience – the Challenge of the Unstable. In: Hollnagel, Erik; Woods, David D.; Leveson, Nancy (Editors), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Ashgate Publishing Limited, Surrey (England).

[13] Kleijnen, Jack P. C (2003): Supply chain simulation: a Survey. International Journal of Simulation and Process Modelling.

[14] Kummer, Sebastian; Schramm, Hans-Joachim; Sudy, Irene (2009): Internationales Transport- und Logistikmanagement. Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien.

[15] Lengnick-Hall, Cynthia A., Beck, Tammy E. (2005): Adaptive Fit Versus Robust Transformation: How Organizations Respond to Environmental Change. Journal of Management 31: 1-20

[16] Mühr et al. (2012): CEDIM FDA-Report on Hurricane Sandy 22-30 October 2012 – 2nd Report: Information as of 08 November2012, 18UTC. http://www.cedim.de/download/CEDIMFDAreportSandy_2012_no2.pdf. Access: 05.09.2013.

[17] Shannon, Emma (2011): Organisational Resilience in a World of Constant Change. http://www.groups.psychology.org.au/Assets/Files/Illuminations-June-2011.pdf. Access: 05.09.2013.

[18] Sheffi, Yossi (2005). Preparing for the big one. http://web.mit.edu/sheffi/www/PreparingfortheBigOne.pdf. Access: 05.09.2013

[19] Sheffi, Yossi (2005): The Resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage. The MIT Press: London.

[20] Van Wart, Montgomery; Kapucu, Naim (2011): Crisis management competencies: The case of emergency managers in the USA. Public Management Review 13: 34-56.

[21] Waters, Donald (2011): Supply Chain Risk Management: Vulnerability and resilience in logistics. 2nd edition. Kogan Page Limited, London.

[22] Weick, Karl E. (2001): Making Sense of the Organization. Blackwell Publishing Ltd., Malden.

[23] Weick, Karl E.; Sutcliffe, Kathleen M. (2001): Managing the Unexpected: Assuring High Performance in an Age of Complexity. John Wiley & Sons, Inc., New York.

[24] Weick, Karl E.; Sutcliffe, Kathleen M.; Obstfeld, David (2005): Organizing and the Process of Sensemaking. Organization Science 16: 409-421.

[25] Westrum, Ron (2006): A Typology of Resilience Situations. In: Hollnagel, Erik; Woods, David D.; Leveson, Nancy (Editors), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Ashgate Publishing Limited, Surrey (England).

[26] Woods, David D.; Hollnagel, Erik (2006): Prologue: Resilience Engineering Concepts. In: Hollnagel, Erik; Woods, David D.; Leveson, Nancy (Editors), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Ashgate Publishing Limited, Surrey (England).

[27] Woods, David D. (2011): Essential Characteristics of Resilience. In: Hollnagel, Erik; Woods, David D.; Leveson, Nancy (Editors), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Ashgate Publishing Limited, Surrey (England).

[28] Yin, Robert K. (2009): Case Study Research: design and methods. Fourth edition. SAGE Inc., Thousand Oaks (California)

Towards Automated Adaptation of Disaster Response Processes - An Approach to Insert Transport Activities

Marlen Hofmann

Martin Luther University Halle-Wittenberg, Chair of Information Management, 06108 Halle (Saale), E-Mail: marlen.hofmann@wiwi.uni-halle.de

Abstract

Methods from business process management (BPM) and workflow management systems (WfMS) have been discussed as promising approaches to manage disaster response processes (DRP). However, business processes and DRP differ fundamentally in several aspects. One of the major domain-specific challenges is the relevance of "place": while in BPM the “place of process execution” can usually already be defined at design time, DRP need to be analyzed and adapted during runtime in order to ensure their operability. Therefore, a novel approach for resolving such place-related inoperabilities is presented in this contribution. The approach facilitates a methodical process adaptation by providing integration schemes for transport activities that can be used for an automated resolving of place-related conflicts of running DRP instances.

1 Managing Disaster Response Processes with Adaptive Workflow Management Systems

Disaster response processes (DRP) and business processes (BP) are similar with regard to their general structure and goals. Both process types are event-driven; they consist of activities and rely on resources (e.g. material and actors) which are necessary to execute the activities. Thus, methods from business process management (BPM) and workflow management systems (WfMS) are also discussed as promising approaches to improve disaster response management (DRM) (e.g. [6], [7], [8], [14], and [17]). In this regard, so called disaster response workflow management systems (DRWfMS) have been proposed and discussed for improving the execution of DRP (e.g. [9], [10], [17], and [21]). DRWfMS are intended to facilitate the overall and systematic management of ongoing DRP by providing methods and functionality for information management, coordination, communication, delegation, and especially increased process transparency.

However, the application of DRWfMS has not yet been realized in practice [16]. One main reason lies in the fact that DRP cannot be pre-planned and specified with regard to their place of execution (e.g. affected disaster area) [15]. In fact, suddenly emerging place-related restrictions and conditions (such as, e.g., resource unavailability or increased travel times) can only be taken into account during runtime. Thus, ad hoc process adaptations of pre-planned DRP to local aspects are not an exception but the rule to recover the operability of ongoing DRP. For instance, in the case of blocked roads, the activity "firefighting" has to be carried out by helicopters instead of firefighting vehicles. In order to facilitate the application of DRWfMS in practice, such process adaptations have to be supported in a technical as well as methodical manner.

While flexible "on the fly" adaptation of running process instances can already be realized in modern adaptive DRWfMS from the technical side (e.g., [10], [11], [13], and [18]), adaptation itself might not be feasible to be managed manually "with the naked eye". In this regard, [8] argue that characteristics of disasters make it even impossible to analyze and adapt various parallel and concurrent DRP instances manually and to create executable workflow models in a reasonable space of time. Hence, according to [8], there is an urgent need to provide additional methods and tools for supporting: (1) an automated analysis of ongoing DRP and upcoming place-related information, as well as (2) an automated reasoning, and (3) calculation of necessary process adaptations. A comprehensive approach covering all three requirements has enormous potential to reduce or even prevent mistakes in process adaptation, to improve process transparency, and to foster the utilization of DRWfMS.

Addressing this challenge, [15] presented a first approach called PRIMA (Place-related Information in Workflow Models Analysis) that aims at identifying inoperable response activities caused by place-related restrictions within given DRP models. The approach proposes three steps: firstly, place-related resource unavailability is identified by analyzing whether requested resources differ from the (abstract) execution places of requesting response activities. Secondly, the approach analyzes the identified conflicts as to whether an ongoing DRP will be operable or not. As a third step, automated process adaptation is discussed as open research desiderata.

In this contribution, a novel approach for resolving such place-related conflicts between activities and resources is presented. The approach is based on a methodical integration of necessary transport activities into DRP and facilitates an automated adaptation of ongoing DRP in future DRWfMS. The contribution is structured as follows: the next section briefly discusses the relevance and formalization of place-related information in DRP models. Systematic identification of place-related conflicts is presented in the third section. Based on such identified conflicts, section four discusses novel

integration schemes for transport activities which resolve the conflicts. An exemplary application of the integration schemes is shown in chapter five. The contribution ends with a short conclusion and an outlook on arising research desiderata.

2 Formalization of "Place" in DRP models

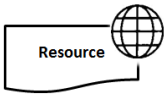
For managing ongoing DRP, the tactical echelon of DRM has to consider numerous, suddenly emerging place-related and disaster specific restrictions which might affect the operability of ongoing response activities and processes, e.g. [1], [2], and [4]. In particular, places of process execution (e.g. affected disaster area) and resources (e.g. positions of human resources) are not apparent until a disaster occurs and, thus, can only be considered at runtime.

Since resource availability at the "right" place and at the "right" time cannot be ensured by planning DRP in advance, [16] analyze and categorize issues which arise from place-related restrictions of interrelated activities and resources. They argue that places of process execution have to be compared with intended (abstract) or current locations of required resources to identify place-related conflicts which might result in time delays or even inoperable DRP.

When executing DRP in DRWfMS, such place-deviations have to be fixed by (ad hoc) process adaptations of running process instances, e.g. by switching to alternative resources and/or activities or by inserting further transportation activities into the workflow schema. When executing multiple DRP simultaneously and taking additional restrictions into account, (e.g. multiple activities which might share one or more identic resources but might be executed at different places) and considering the characteristics of resources such as divisibility, concurrency, and reusability [4], [20], and [19]) this easily becomes a complex task difficult to overlook and even impossible to manage manually.

To facilitate an automated analysis, reasoning, and calculation of appropriate process adaptations, a structured representation of "place" in DRP models is required. In this regard, [16] introduce basic modeling elements to represent locally bound (stationary) and place-independent (mobile) activities and resources (see Table 1). Based on this, the authors derive a first categorization of place-related issues concerning the operability of a DRP which might arise from place restrictions of interrelated activities and resources. Since the identified 12 categories are very different in their characteristics, problems, and solutions, [16] propose the development of case-specific sub-methods to identify and solve conflicts between interrelated, place-dependent activities and resources.

Table 1. Elements for modeling place-related information in DRP (see [16])

Type	Stationary resource	Mobile resource	Stationary activity	Mobile activity
Description	stationary resources that can only be used on site	mobile resources to be used independent of site	stationary activities that can only be executed at a certain place	bile activities that can be executed at different places
Example	water hydrant	power generator	extinguish fire	construct shelters
Model representation	 Longitude/Latitude	Longitude/Latitude	Longitude/Latitude	Longitude/Latitude

3 Identification of Place-related Conflicts in DRP

As a first step for identifying place-related conflicts, [15] focused on determining the operability of DRP models comprising mobile resources, stationary response activities, and mobile transport activities which are responsible for bringing resources to the "right" execution place of a requesting response activity. The authors introduce a formal notation of a DRP as a directed graph $DRP = (A, E, R)$ that comprises a set of activities $A = \{a_1, \ldots, a_n\}$ as vertices, a set of directed edges $E = \{(a_1, a_2), \ldots, (a_{n-1}, a_n)\}$ as directions from a_i to a_n and a set of resources $R = \{r_1, \ldots, r_n\}$. Each activity is – amongst other characteristics – described by its required $resources \in R$, a place of $origin$ (as place of execution of a response activity origin of a transportation activity) and a place of $delivery$ (only for transport activities).

To give an example, assume a simplified DRP (see Figure 1) with several (abstract) activities and only one required resource: a power generator. Activities and resource are characterized by the following place-related attributes: $r.origin$ = crisis center, $a_2.origin$ = crisis center, $a_5.origin$ = disaster location, $a_7.origin$ = first aid station, $a_8.origin$ = crisis center, $a_{10}.origin$ = crisis center. The activity a_3 depicts the only available transport activity within the DRP and is responsible for bringing the power generator from $a_3.origin$ = crisis center to $a_3.delivery$ = disaster location. The other activities are not related to the resource r and, thus, not characterized here in detail.

For identifying place-related conflicts, the algorithm presented in [15] reproduces resource paths along the formal graph representation and identifies place-related resource conflicts by a backward-oriented search. The algorithm analyzes for each resource requesting activity its direct (sequential) predecessors (that also requires the resource, e.g. the power generator) in order to determine the last-known place of resource usage. Afterwards, preceding and subsequent activities are compared with regard to their places of execution and, in the case of a mismatch, inoperability of the subsequent activity is indicated. Based on this idea, [3] extended the search for place-related conflicts by developing a comprehensive algorithm that takes complex, nested, and concurrent process structures into consideration (i.e., XOR and AND branches).

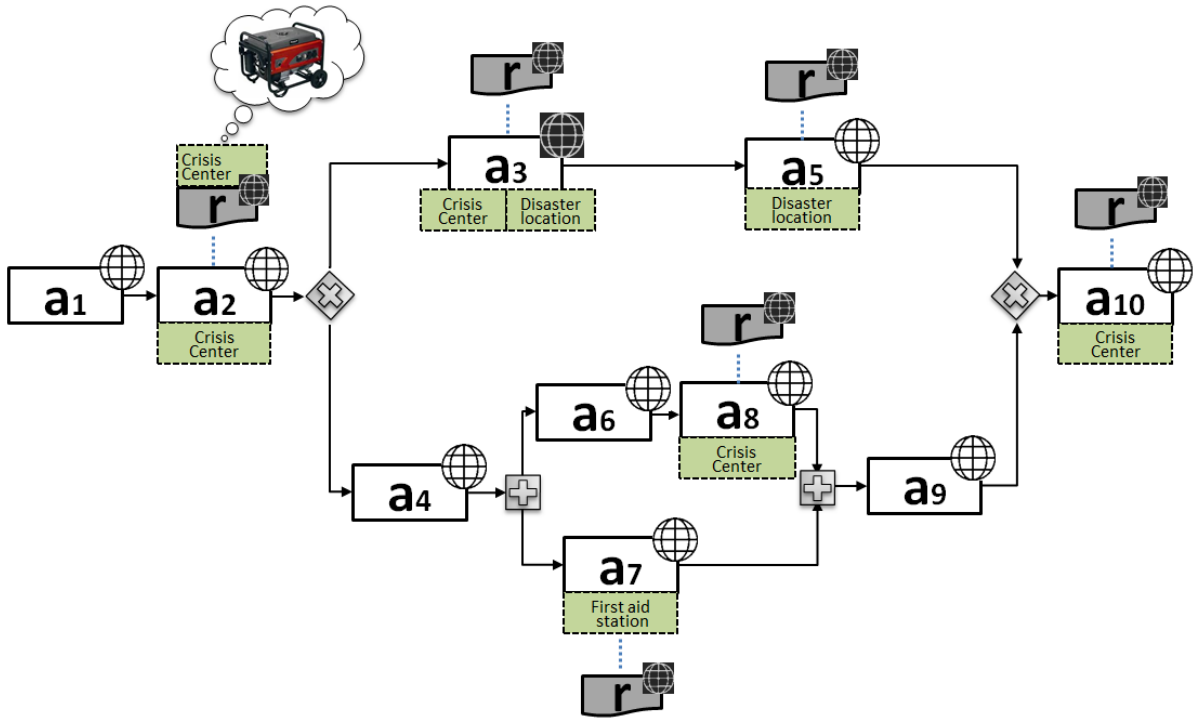


Figure 1. Exemplary DRP

Regarding the exemplary DRP model presented above, the search algorithm would analyze all activities requesting the power generator resource; and their resource-related direct predecessors. As a result, all upcoming and foreseeable conflicts during the execution are identified (see Table 2).

Table 2. Place validation results for the exemplary DRP			
Examined activity	**Resource-related direct predecessors**	**Comparing places between**	**Validation results**
a_2	none	$a_2.origin = r_1.origin$	crisis center = crisis center
a_3	a_2	$a_3.origin = a_2.origin$	crisis center = crisis center
a_5	a_3	$a_5.origin = a_3.delivery$	disaster location = disaster location
a_7	a_2	$a_7.origin = a_2.origin$	first aid station != crisis center
	a_8	$a_7.origin = a_8.origin$	first aid station != crisis center
a_8	a_2	$a_8.origin = a_2.origin$	crisis center = crisis center
	a_7	$a_8.origin = a_7.origin$	crisis center != first aid station
a_{10}	a_5	$a_{10}.origin = a_5.origin$	crisis center != disaster location
	a_8	$a_{10}.origin = a_8.origin$	crisis center = crisis center
	a_7	$a_{10}.origin = a_7.origin$	disaster location != first aid station

Such a list of place-related conflicts on the level of single activities provides a sound basis for resolving them in a methodical manner. Thus, it is used as starting point for the DRP adaptation method presented in this contribution. More thoroughly and efficient identification algorithms as discussed in [3] would indeed improve the results but not change the resolving methods in general.

4 Resolving Place-related Conflicts by Integration of Transport Activities

A first approach to resolve place-related conflicts is to integrate additional transport activities into the original DRP (as discussed in [16]). Therefore, we take identified conflict situations within process models into account (see section 3), analyze the relationship between the affected activities, and develop general integration schemes for transport activities in order to resolve the conflicts.

However, to ensure an appropriate process adaptation, the integration of transport activities must be properly considered and implemented. Since resource requesting activities are typically not directly one after another but distributed all over one (or more concurrent) DRP, the relationship between affected activities heavily depends on the underlying graph structure. Thus, the integration schemes for transport activities are systematically identified for the elementary workflow patterns provided by [19]: (1) sequence, (2) exclusive choice, (3) simple merge, (4) parallel split, and, (5) synchronization.

4.1 Sequence

A sequence denotes that a succeeding activity may only be executed after completion of its preceding activity [19]. With regard to sequential resource requesting activities with 0 … i intermediate activities, resource availability must be ensured between exactly one resource requesting activity (see activity a_n in Figure 2) and one resource requesting direct successor (activity a_1). Hence, the execution place of a prior activity has to match with the execution place of a succeeding activity. If the two activities differ in regard to their places of execution, the DRP has to be adapted by inserting an appropriate intermediate transport activity (TA), which is responsible for bringing the missing resource (e.g. the power generator) on site from crisis center to disaster location. To avoid hampering the process execution and to save time, it is recommended to parallelize the transport activity with further activities between a_1 and a_n, as shown in Figure 2.

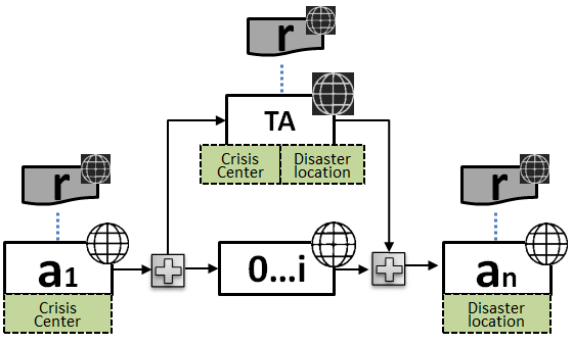


Figure 2. Adaptation of a sequence

4.2 Exclusive Choice

An exclusive choice denotes a branch which splits into two or more branches, from which exactly one will be executed at runtime [19]. Thus, a single XOR branch can be treated as a sequence as presented above. However, since it remains unclear which sequence will be followed at runtime, it is necessary to ensure resource availability within each branch separately. Thus, the required transport activity should be integrated directly after the XOR split and the corresponding resource requesting activity (see Figure 3, TA and activity a_m). Integrating the transport activity after the split operator is recommended since, otherwise, if one or more successors differ with regard to the execution place of the previous activity, the conflict would not be resolved (see Figure 3).

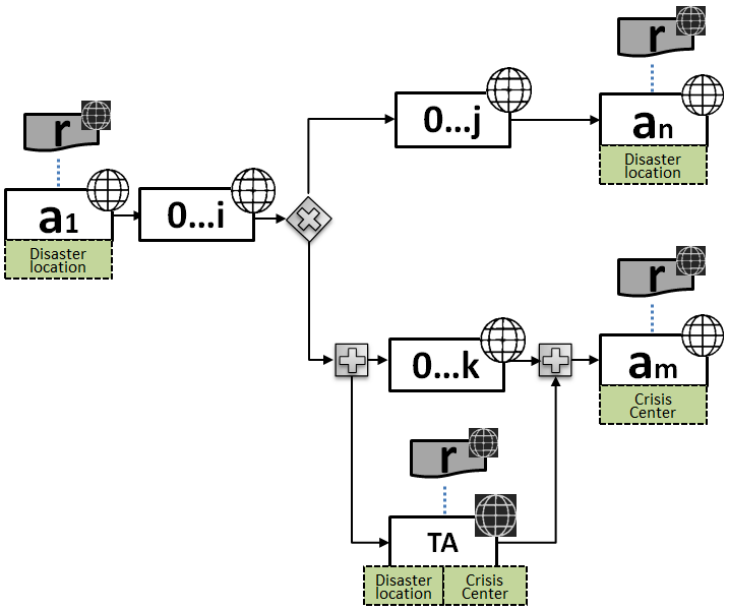


Figure 3. Adaptation of an exclusive choice

4.3 Simple merge

A simple merge specifies that two or more branches converge into a single subsequent branch [19]. Just as for the exclusive split, each single path can be treated as a possible sequence which might contain place-related conflicts between the resource requesting successor after the branch and alternative predecessors.

In the case of an inoperable predecessor relationship (see activities a_m and a_p in Figure 4), the conflict can be resolved by inserting an appropriate transport activity on each affected branch right after the requesting activity and before the join operator.

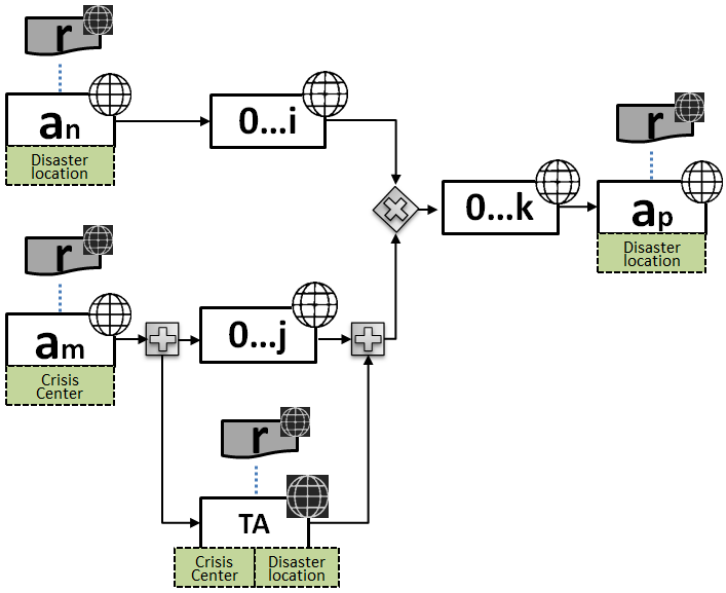


Figure 4. Adaptation of a simple merge

4.4 Parallel Split

A parallel split denotes a branch which splits into two or more parallel branches from which all will be executed concurrently [19]. Thus, a resource requesting activity prior to the branch (see activity a_1 in Figure 5) might also have two or more possible activities afterwards (see activities a_3, a_4, and a_5 in Figure 5) for which resource availability must be ensured.

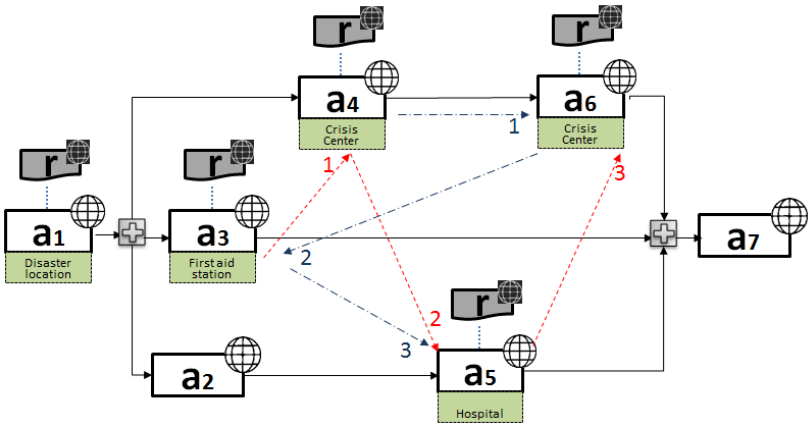


Figure 5. Exemplary runtime-dependent parallel split

However, if a certain resource is requested by several parallel activities, a "simple" integration of a parallel transport activity might even be impossible without further information. This is due to the fact that resources are defined to be non-dividable and, thus, can only be used at a specific place at a certain time (e.g. a power generator can either be used at the first aid station or at the crisis center or at the hospital). Hence, it must be assumed, that parallel resource requesting activities will be executed temporarily displaced. Without further information about the actual sequence of the activities

(indicated by exemplary arrows in Figure 5) and, thus, the actual resource path, it might become undecidable where to insert transport activities and what the conflict- solving places of origin and delivery are.

Hence, to resolve a place-related conflict between an activity having two or more ambiguous resource -related predecessors, it is necessary to specify several alternative transport activities (each with a different place of origin) and to integrate them in XOR branches. This would allow an optional selection of the appropriate transport activity at runtime and ensure that it is not "forgotten".

However, having process transparency in mind, integrating a plethora of optional transport activities would mean a "pollution". Therefore, we recommend specifying runtime-dependent transport activities whose place of origin is specified as a set comprising each eligible preceding place of execution derived from prior resource-related activities (even those from activities on a parallel branch). For instance, in the exemplary DRP in Figure 6, the activities a_1, a_y, and a_z might both be the direct predecessor of a_x and, thus, their places of execution are optional places of origin (disaster location and crisis center) for the transport activity TA_2 which has to be integrated after the branch operator and prior to the succeeding resource requesting activity a_x. Same applies to a_z whose direct resource-related predecessor might be either activity a_y or a_x. However, it should be noted, that a_1 can no longer be a direct predecessor to a_z since at least a_y depicts an intermediate activity between a_1 and a_z.

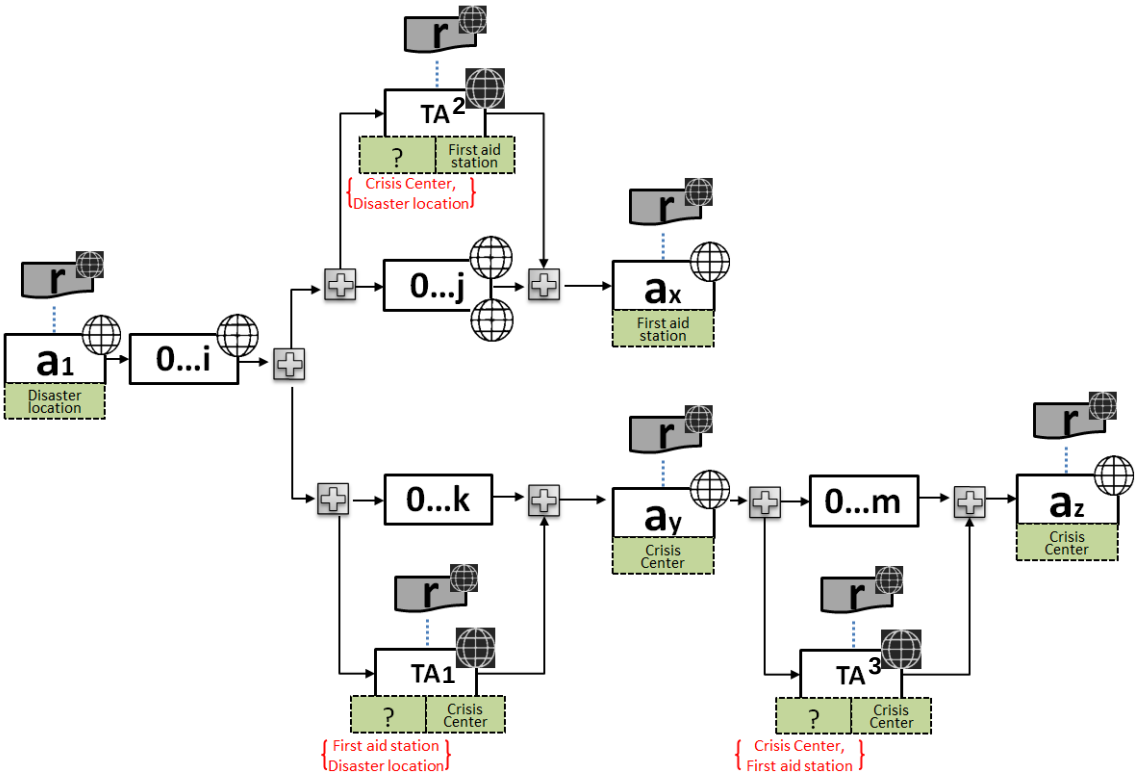


Figure 6. Adaptation of parallel splits

The only exception to the ambiguous conflict situation explained above results from the case that all resource requesting activities within an AND branch have the same place of execution and only differ from the execution place of a predecessor prior to the branch operator. This particular circumstance can e.g., be resolved by inserting an appropriate transport activity after the predecessor and before the control flow operator (see Figure 7) to ensure transportation as early as possible and to avoid time delays at runtime. However, this relates to process optimization and has to be discussed for the integration schemes in a comprehensive and general manner. Since this would go far beyond the scope of this contribution, it will be part of further research and not discussed here in detail.

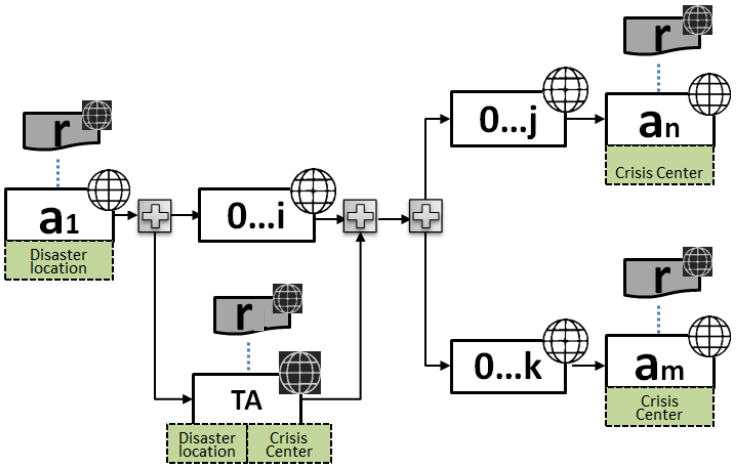


Figure 7. Adaptation of an unambiguous parallel split

4.5 Synchronization

A synchronization describes that two or more branches converge into a single subsequent branch which may only be executed after completion of all prior input branches [19]. Thus, an activity after the branch operator might have several resource requesting predecessors.

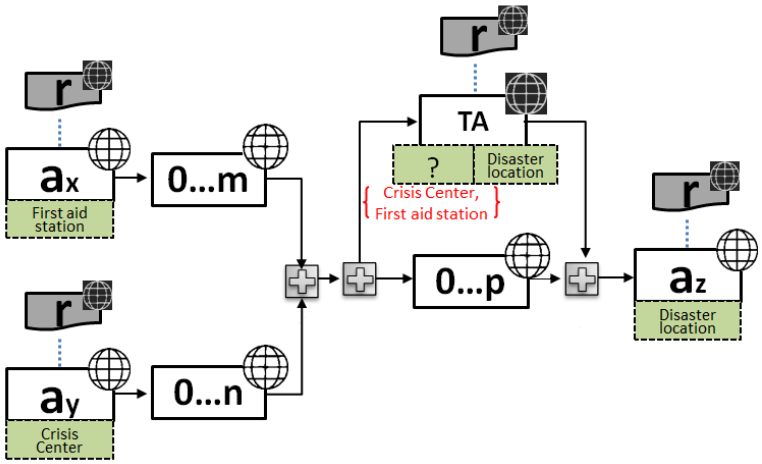


Figure 8. Adaptation of a synchronization

Resolving conflicts can be realized by integrating a transport activity after the branch operator and before the relevant activity. Again, its place of origin has to be specified as a set of alternative execution places of all eligible resource-related predecessors (see example in Figure 8).

4.6 Connected AND and XOR branches

A further place-related conflict situation that is not covered by the basic workflow patterns in [19] are multiple connected XOR and AND operators. Consideration of multiple connected XOR, AND as well as connected AND/XOR branches reveals the possibility for a many to many (n:m) predecessor relationship between different resource-related activities. This results in ambiguous possibilities to pick up and deliver the resource. Thus, and because of unknown execution sequences, it is impossible to determine a specific transport activity before runtime, however, the conflict can be resolved again by introducing all possible transport activities as alternatives (i.e. n × m transport activities connected

by XOR split and join). Following the argumentation for parallel splits, an appropriate transport activity can be specified by all eligible places of origin as well as delivery and is integrated between the branch operators (see TA in Figure 9).

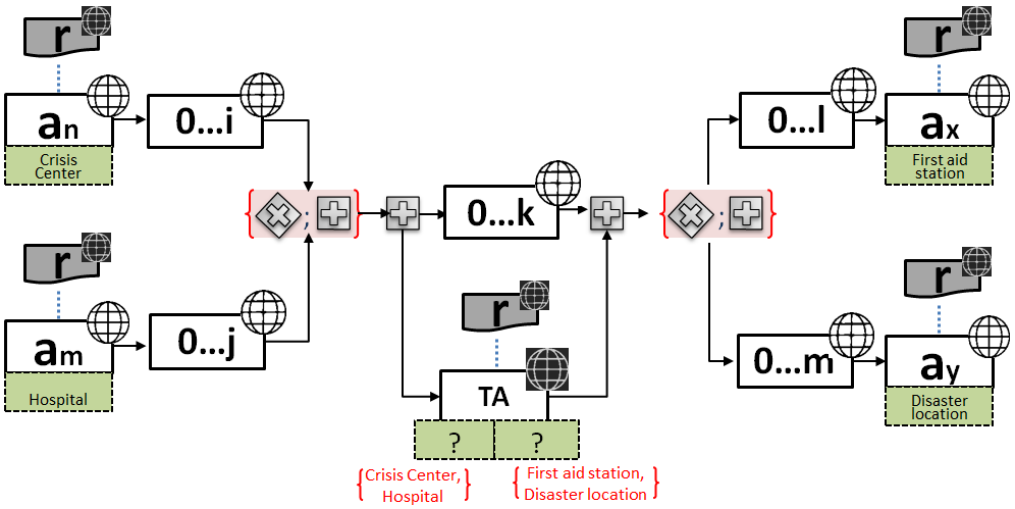


Figure 9. Exemplary adaptation of a mixed branch structure

5 Exemplary Process Adaptation

After presenting the integration schemes for transport activities in detail, the following section aims at explaining their application along an exemplary (and due to didactic reasons oversimplified) DRP (see Figure 1) and its identified place-related conflicts (see Table 2).

Following the concept of backward search, the analysis starts with the last activity a_{10}. This response activity is located at crisis center and has three relevant resource-related predecessors from which two might lead to a place-related conflict: a_5 which is located at the disaster location and a_7 which is located at the first aid station (see Table 2). All resource-related predecessors of a_{10} are located within an enclosing XOR branch which indicates that only one alternative execution sequence will be followed at runtime. Hence, resolving conflicts necessitates a path-wise process adaptation.

Regarding the predecessor relationship between a_{10} and a_5 it is necessary to insert an appropriate transport activity (from disaster location to crisis center) right after a_5 and before the join operator (integration scheme of simple merge). In contrast, the place-related conflict between a_{10} and a_7 may not be resolved without consideration of a_8, because both activities are located within an enclosing AND branch. Since both predecessors differ with regard to their execution places, it is not possible to specify an unambiguous transport activity. Instead, multiple places of execution have to be considered as places of origin for the transport activity. Applying the integration scheme for synchronization resolves the place-related conflict by inserting a transport activity, comprising crisis center and first aid station as set of alternative places of origin, after the AND branch operator and before a_{10}.

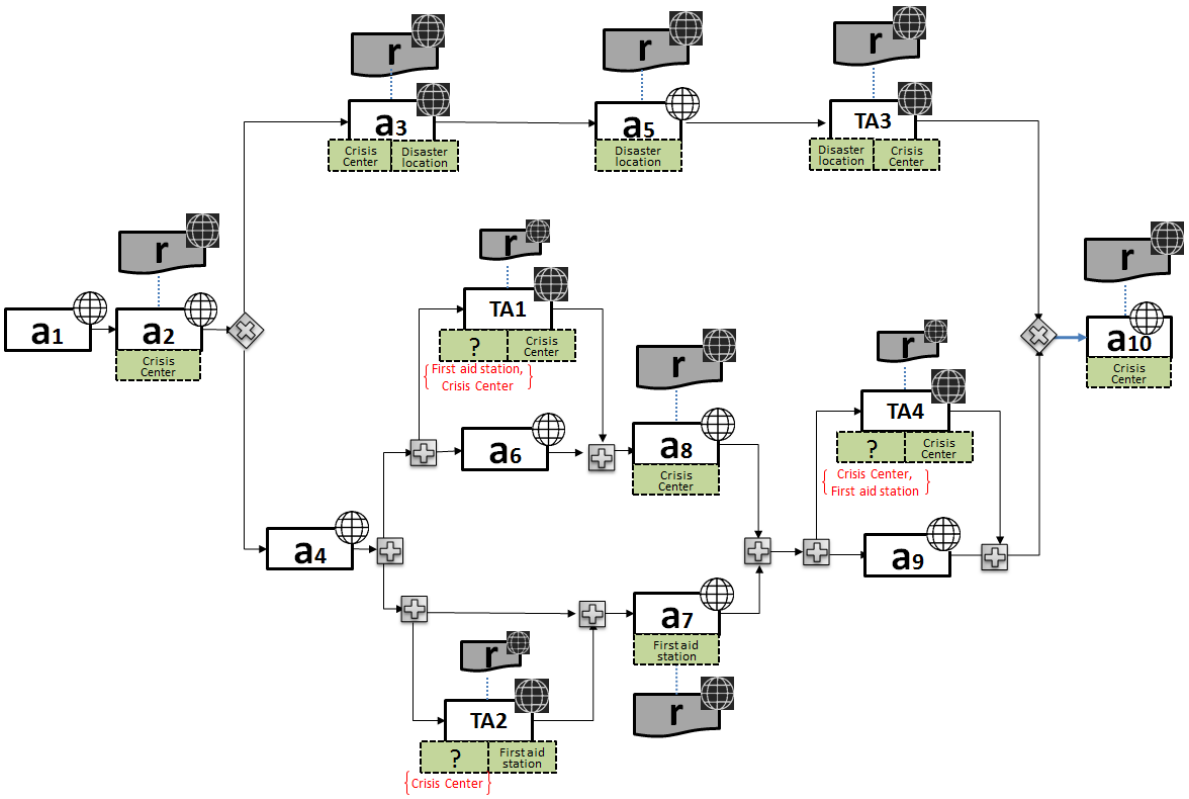


Figure 10. Adaptation of example DRP

With regard to the place-related conflicts between a_2 as resource requesting activity prior to the AND branch as well as a_7 and a_8 located within the branch, the integration scheme for a parallel split has to be applied. Thereby, an appropriate transport activity is integrated on each branch after the branch operator and before the resource requesting activity. Whereas TA_1 comprises crisis center and first aid station as alternative places of origin, TA_2 only comprises the crisis center as possible place of origin. This is due to the fact that both direct predecessors a_2 as well as a_8 are located at the same place of execution. The complete resulting DRP with all place-related conflicts solved is shown in Figure 10.

6 Conclusion and Further Research

In this contribution, integration schemes for transport activities for resolving place-related conflicts in DRP models are presented and discussed. They address a necessary part for improving DRM by automatically analyzing, identifying and resolving place-related conflicts regarding the operability of activities which rely on the physical availability of resources. Thus, the presented integration schemes provide a crucial precondition to take full advantage of modern and adaptive DRWfMS, to enable an automated adaptation of running DRP instances and to foster the application of DRWfMS in practice.

However, the presented adaptation strategy is still based on several assumptions which might be somewhat unrealistic for real DRP. For instance, misleading or unnecessary transport activities resulting in place-related conflicts are not yet concerned. These conflicts can be resolved by, e.g., deleting the transport activity or fixing its places of origin or. delivery. Nevertheless, it is not expected that this extension would change the general approach as presented in this contribution. Moreover, the presented adaptation strategy can only be applied to place-related conflicts between mobile resources

and stationary response activities yet. In turn, it is impossible to resolve conflicts where resources are immobile and cannot be transported to the execution place of a requesting activity. A further limitation and open research issue is the (automated) adaptation of DRP. Although place-related conflicts can be identified between activities, their relation and the corresponding adaptation scheme cannot yet be identified in an automated manner. Following the design science paradigm [12], it is planned to overcome these limitations step by step within the next research cycles, the subsequent extensions of the approach, and its prototypical implementation.

Literature

[1] Avanes, A; Freytag, J C (2008): Adaptive workflow scheduling under resource allocation constraints and network dynamics, *Proceedings of the VLDB Endowment.*

[2] Bharosa, N; Lee, J K; Janssen, M; Rao, H R (2009): A case study of information flows in multi-agency emergency response exercises, *Proceedings of the 10th Annual International Conference on Digital Government Research*, Puebla.

[3] Betke, H; Hofmann, M (2014): PRIMA II – An Analysis of Resource Availability in Disaster Response Processes, In Publication, Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI), Paderborn.

[4] Chen, R; Sharman, R; Rao, H R; Upadhyaya, S J (2008): Coordination in emergency response management, Communications of the ACM 51: 66–73.

[5] Crowston, K G (1991): Towards a Coordination Cookbook: Recipes for Multi-Agent Action, Dissertation, MIT, Sloan School of Management, Boston.

[6] Fahland, D; Woith, H (2009): Towards process models for disaster response. In: Rinderle-Ma S; Sadiq S; Leymann, *Business Process Management Workshops*, Springer, Berlin/ Heidelberg.

[7] Georgakopoulos, D; Schuster, H; Baker, D; Cichocki A (2000): Managing Escalation of Collaboration Processes in Crisis Mitigation Situations, *Proceedings of the 16th Int. Conference on Data Engineering*, San Diego.

[8] Hofmann, M; Sackmann S; Betke, H (2013): Using Workflow Management Systems to Improve Disaster Response Processes, *27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, Barcelona.

[9] Hofmann, M; Sackmann S; Betke, H (2013): A Novel Architecture for Disaster Response Workflow Management Systems, *10th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, Germany,

[10] Jansen, J.M; Lijnse, B; Plasmeijer, R (2010): Towards Dynamic Workflow Support for Crisis Management, *Proceedings of the 7th ISCRAM*, Seattle.

[11] Lanz, A; Kreher, U; Reichert, M; Dadam, P (2010): Enabling Process Support for Advanced Applications with the AristaFlow BPM Suite, *Proceedings of the BPM 2010 Demonstration Track*, New Jersey.

[12] Österle, H; Winter, R; Brenner, W (2010): Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, Infowerk AG, Germany.

[13] Reichert, M (2000): Dynamische Ablaufänderungen in Workflow-Management-Systemen, Dissertation, University of Ulm.

[14] Rueppel, U; Wagenknecht, A (2007): Improving emergency management by formal dynamic process modelling, *24th Conference on IT in Construction*, Slovenian.

[15] Sackmann, S; Hofmann, M; Betke, J (2013). PRIMA: A Model-based Method for Analyzing Place-Related Information in Disaster Response Processes, *19th Americas Conference on Information Systems*, Chicago.

[16] Sackmann S; Hofmann, M; Betke, H (2013): Towards a Model-Based Analysis of Place-Related Information in Disaster Response Workflows, 1*0th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, Germany.

[17] Sell, C; Braun, I (2009): Using a workflow management system to manage emergency plans, *Proceedings of the 6th ISCRAM*, Sweden.

[18] Sell, C (2010): Systemunterstützung zur automatischen Anpassung von Workflows zur Laufzeit, Dissertation, Technische Universität Dresden.

[19] van der Aalst, W M P; ter Hofstede, A H M; Kiepuszewski, B; Barros A P: Workflow Patterns, Distributed and Parallel Databases, 14(3): 5-51.

[20] Yoshioka, T; Herman, G (2000): Coordinating Information Using Genres, Center for Coordination Science, MIT, Sloan School of Management, Boston.

[21] Ziebermayr, T; Huber, J; Kollarits, S; Ortner, M (2011): A Proposal for the Application of Dynamic Workflows in Disaster Management: A Process Model Language Customized for Disaster Management, *22nd Intern. Workshop on Database and Expert Systems Applications*, Toulouse.

Ein konzeptionelles Stabsmodell für die Entwicklung von Stabsrahmenübungen

Erich Heumüller, Sebastian Richter, Ulrike Lechner

Universität der Bundeswehr München, Professur für Wirtschaftsinformatik, 85577 Neubiberg**.** E-Mail: erich.heumueller@unibw.de, s.richter@unibw.de, ulrike.lechner@unibw.de

Abstract

Stäbe sind ein wesentliches Element im Katastrophenschutz bei der Allokation von Ressourcen und bei der Koordination von Kräften. Zur Vorbereitung auf den Ausnahmefall üben Stäbe. Diese Übungen zu konzipieren, stellt den Praktiker allerdings vor Herausforderungen, da die Fähigkeiten und Abläufe in der Stabsarbeit wenig greifbar und daher nur schwer zu beüben sind. In diesem Beitrag stellen die Autoren ein konzeptionelles Modell eines Katastrophenschutzstabes vor, welches dem Übungsersteller hilft, die Stabsarbeit zu verstehen sowie die systematische Entwicklung von Szenaren für eine Übung unterstützt.

1 Einleitung

Während des Hochwassers im Sommer 2013 waren in Deutschland neben anderen über 82.000 Feuerwehrkräfte [11], 18.000 Bundeswehrkräfte [7], 16.000 Helfer des Technisches Hilfswerks (THW) [20] und 4.000 Mitarbeiter des Deutschen Roten Kreuzes (DRK) [12] im Einsatz zur Rettung von Menschen, zur Errichtung von Dämmen oder zum Auspumpen von Kellern. Kräftedispositive wie diese und die damit verbundenen Fähigkeiten erfordern Koordination, Integration und Synchronisation, um in Katastropheneinsätzen adäquat reagieren zu können. Um solchen Aufgaben gerecht zu werden, bildet der Katastrophenschutz auf Kreis-, Bezirks-, Landes- und, wenn erforderlich, Bundesebene Stäbe aus. Stäbe verarbeiten und bewerten Lageinformationen, bereiten Entscheidungen vor und setzen diese Entscheidungen in Planungen für den Einsatz der operativen Kräfte um. Um sich auf den Katastrophenfall vorzubereiten, üben Stäbe in sogenannten Stabs- oder Stabsrahmenübungen.

Das Forschungsinteresse der Autoren gilt dem Verständnis und der Unterstützung der systematischen Entwicklung und Evaluation von Stabsrahmenübungen. Der wissenschaftliche Beitrag des vorliegenden Artikels ist ein konzeptionelles Modell eines Katastrophenschutzstabes. Dieses Modell dient Entwicklern von Stabsrahmenübungen dazu, verschiedene Sichten auf einen Stab einzunehmen und so in der Lage zu sein, einer Übung zielgerichtet Schwerpunkte zu geben. Das Modell unterstützt letztendlich die Anlage und Evaluation von Stabsrahmenübungen.

Im Fokus der von den Autoren betrachteten Stabsrahmenübungen sind szenarbasierte Übungen. Szenare konfrontieren Übende mit möglichen Schadensfällen und Aufgabestellungen eines Katastropheneinsatzes [3]. Durch Szenare oder Einspielungen werden gezielt Reaktionen in einem Stab ausgelöst. Diese Reaktionen werden evaluiert. Der Übungsablauf einer szenarbasierten Stabsrahmenübung orientiert sich typischerweise an einem Drehbuch, das festlegt, welche Lageeinspielung den Stäben wann übermittelt („eingespielt“) wird. Ein Szenar wird in mehreren Einspielungen abgebildet. Beispiele für Einspielungen sind Meldungen, Funksprüche oder Bedarfsanforderungen von Akteuren, wie von operativen Kräften, anderen Stäben oder aus der Bevölkerung im Schadensgebiet. Die Entwicklung des Drehbuches, der Szenare und Einspielungen ist ein kreativer und komplexer Prozess, der in der Praxis häufig unstrukturiert und mit hohem Arbeits- und Zeitaufwand erfolgt. Die sinnvolle Übungsanlage wird zusätzlich dadurch erschwert, dass zumindest im Katastrophenschutz meist ehrenamtliche Helfer Übungen anlegen, die diese Aufgabe nur selten übernehmen müssen und somit über wenig Erfahrung bei der Übungsanlage verfügen. Die Autoren zeigten zudem auf, dass für Übungsersteller keine adäquaten Leitfäden oder Hilfestellungen für die Szenarentwicklung existieren, da sich bestehende Leitfäden zumeist auf organisatorische Aspekte konzentrieren [15],[17].

Das in diesem Beitrag vorgestellte Stabsmodell hat vier Sichten auf die Stabsarbeit: Führungsprozess, Koordinationsbereiche, Stabsstruktur und Standardprozeduren. Die theoretische Basis dieser vier Sichten ist Literatur zu Command and Control (C2), Leadership sowie Koordinationsmuster im Katastrophenschutzmanagement. Diese Sichten unterstützen Übungsersteller bei der Entwicklung von Szenaren und Einspielungen.

Das konzeptionelle Modell wird argumentativ-deduktiv aus theoretischen Ansätzen entwickelt und ist aus der Empirie eines Aktionsforschungsansatzes der Autoren motiviert. In diesem Aktionsforschungsansatz erarbeiten die Autoren gemeinsam mit Stäben des THW in Bayern und dem Kreisverbindungskommando (KVK) der Bundeswehr in Fürth ein Rahmenwerk zur Konzeption und Evaluation von Übungen. Bis zum Dezember 2013 begleiteten die Autoren die Vorbereitung,

Durchführung und Auswertung von fünf Stabsrahmenübungen, wobei bei jeder Übung (THW: vier Übungen, KVK: eine Übung) zwischen vier bis sechs Stäbe mit entweder je sieben bis 15 Mitgliedern (THW) oder drei bis sechs Mitgliedern (KVK) beübt wurden. Ergebnisse der Aktionsforschung sind ein Rahmenwerk zur Übungskonzeption [15] sowie ein Ansatz zur Klassifikation von Übungen [17]. Das hier vorgelegte konzeptionelle Modell eines Katastrophenschutzstabes ist eine Weiterentwicklung eines von den Autoren bereits publizierten Stabsmodells, das im Schwerpunkt der Kommunikation von Auswertungsergebnissen einer Übung dient [16]. Die identifizierten Konzepte des Modells wurden mit den Beobachtungen der Autoren aus den Stabsrahmenübungen abgeglichen. Das Stabsmodell unterstützt die Entwicklung von Szenaren. Durch die Mitarbeit bei der Entwicklung der genannten Übungen konnten Herausforderungen bei der Entwicklung von Szenaren für Stabsrahmenübungen identifiziert werden. Diese Herausforderungen können zum Teil mit Hilfe des konzeptionellen Stabsmodells der Autoren gelöst werden.

Methodisch orientiert sich die Entwicklung des Stabsmodells an der Beschreibung der Methode „argumentativ-deduktive Analyse“ [23]. Die Methode „teilnehmende Beobachtung“ [13] wurde im Rahmen des Aktionsforschungsansatzes zur Identifikation der Herausforderungen bei der Szenarentwicklung angewendet. Der Aktionsforschungsansatz selbst ist in [15] und [16] näher beschrieben.

Im Folgenden werden Herausforderungen bei der Entwicklung von Szenaren aufgezeigt. Anschließend wird das Stabsmodell mit seinen Elementen sowie den zugrundeliegenden Theorien beschrieben. Daraufhin werden in einem Anwendungsbeispiel praktische Relevanz und Nutzen des Modells aufgezeigt. Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert.

2 Herausforderungen der Szenarentwicklung bei der Übungskonzeption

Bei der Unterstützung der Anlage verschiedener Übungen stellten die Autoren fest, dass die Szenarentwicklung zur Beübung von Stäben unstrukturiert, auf der Basis kreativer Entscheidungen und basierend auf den Erfahrungen der Übungsersteller erfolgt. Üblicherweise wird eine Übung unter Rückgriff auf ein erst kürzlich eingetretenes Schadensereignis (z.B. Hochwasser oder Sturm) an einer Lagekarte entworfen. Dabei diskutierten die Übungsersteller Szenare oder Schadensfälle, die möglicherweise auftreten könnten. Diese Schadensfälle dienen dann der Beübung von Stäben, indem sie zu Einspielungen entwickelt und in einem Drehbuch zusammengefasst werden. Resultat der teilnehmenden Beobachtung sind verschiedene Herausforderungen. Vier davon werden in diesem Beitrag adressiert:

- Häufig ist die Erzeugung von Zeitstress (für den Übungsteilnehmer werden nur kurze Reaktionszeiten simuliert; siehe [8]) für die Übungsstäbe ein Ziel bei der Szenarentwicklung. Dieses Ziel wird nicht reflektiert. Basierend auf den möglichen Schadensszenarien werden Aufgabenstellungen für die einzelnen Sachgebiete des Stabes unter der Prämisse entwickelt, genügend Auslastung während der Übung sicherzustellen. Die häufig gestellte Leitfrage ist dabei „Haben wir genug Einspielungen?“. Weiterführende Ziele (wie bspw. die Beübung konkreter Fähigkeiten) zu definieren, fällt den Übungserstellern schwer. Komplexe und herausfordernde Abläufe sind so kaum zu üben und kaum bewertbar. Das Resultat sind dann häufig viele, kleine Szenare mit jeweils wenigen Einspielungen, wodurch das Gesamtszenar für die Übungsteilnehmer unschlüssig bleibt. Oft werden mögliche Reaktionen des Stabes auf die Einspielungen nicht ausreichend durchdacht, was zu Inkonsistenzen in der Übungsanlage, Schwierigkeiten bei der Evaluation sowie letztlich zu Frustrationen bei den Übungsteilnehmern führt.

- Die komplexen und wissensintensiven, vielfach auf Erfahrungen beruhenden Prozesse der Stabsarbeit, bei denen viele Entscheidungen ‚unbewusst' getroffen werden, sind bisher weder hinreichend modelliert noch wirklich bekannt. Insbesondere die übungsanlegenden, erfahrenen Praktiker reflektieren im Normalfall den Aufwand und den Ablauf ihrer eigenen Stabsprozesse nur selten. Daher werden Auswirkungen der Einspielungen auf die Arbeitslast des Stabes seitens der Übungsanlegenden oft unterschätzt und die Stäbe in der Übung überlastet, ohne gezielt Fähigkeiten zu beüben.
- Ein weiteres Problem der nicht explizit beschriebenen Stabsprozesse ist die Schwierigkeit, objektiv überprüfbare Ergebnisse bzw. Zielvorgaben zu entwickeln. Hier fehlen sowohl Kreativität als auch Verständnis von möglichen, zu messenden Konstrukten. Oft verfahren die Übungsersteller deshalb nach einem „Von-allem-ein-bisschen"-Ansatz. Die Autoren beobachteten, dass Forderungen an die Stabsfunktionen („Hat jeder genug zu tun?"), die Umsetzung von Standardprozeduren (bspw. Führen der Lagekarte) oder die Aufgabe Einheiten zu koordinieren (bspw. Anforderungen oder Erfüllung von Bedarfen) durch die Lageeinspielungen initiiert wurden. Dabei werden häufig zu viele und meist unzusammenhängende Einspielungen entwickelt und eine Analyse und Bewertung der wichtigen Prozesse im Stab (z.B. Koordinationsprozesse) erfolgt üblicherweise nicht. Die Bewertung der Stäbe reduziert sich meist auf Konformitätsüberprüfungen von Standardprozessen (z.B. Führen der Lagekarte oder Einhalten von Sicherheitsvorschriften). So gab es in den von den Autoren unterstützten Übungen bspw. das Feedback für die Leistungen eines Stabes, der die Auswirkungen eines Hochwassers bekämpfte, dass taktische Zeichen auf der Lagekarte falsch waren oder der Stabsraum unaufgeräumt war, was beides richtig ist und auch abgestellt werden sollte, aber wenig Einfluss auf die Entscheidungen bzgl. der Katastrophenbekämpfung hatte.
- Die Szenarentwicklung erfolgt unstrukturiert und auf Basis von Erfahrungen, wodurch teilweise relevante Akteure, wie bspw. in einer Übung die vorgesetzte Ebene, unberücksichtigt blieben und im Szenar nicht abgebildet wurden. Dadurch entstehen Rückfragen und Verwirrungen bei den Übungsteilnehmern, auf welche die Übungsleitung ad hoc reagieren muss. Den Übungsteilnehmern wird so ein falsches Bild über die Einsatzsituation vermittelt.

Weitere Herausforderungen, wie bspw. eine mangelnde Dokumentation oder Unkenntnis über Möglichkeiten der Datenerhebung und –auswertung wurden zwar festgestellt, werden aber hier nicht weiter betrachtet.

Im Kern ist die wesentliche Herausforderung für die Praktiker ein mangelndes Verständnis über die Prozesse in einem Stab. Ein Ansatz, dieser Herausforderung zu begegnen, ist die Entwicklung eines konzeptionellen Modells eines Stabes, das

- die wesentlichen Tätigkeiten und Strukturen eines Stabes, wie Treffen von Entscheidungen, Führung und Koordination von Kräften und Ressourcen, die verschiedenen Funktionen innerhalb des Stabes sowie Standardprozeduren berücksichtigt,
- das Verständnis der komplexen und nicht definierten Prozesse im Stab erleichtert und somit eine gezielte Beübung und Bewertung unterstützt sowie Hilfestellungen für eine Beübung dieser Prozesse und Fähigkeiten bietet, sodass komplexe, herausfordernde und vor allem logisch miteinander verbundene Einspielungen kreiert werden können,
- ein Szenar grundsätzlich strukturiert und mögliche Akteure eines Szenars als Orientierung für die Übungsersteller berücksichtigt.

3 Konzeptionelles Modell eines Katastrophenschutzstabes

In Reaktion auf die Herausforderungen bei der Entwicklung geeigneter Szenare zum Beüben von Stäben wird in diesem Abschnitt ein konzeptionelles Modell eines Katastrophenschutzstabes vorgeschlagen, das der Idee Rechnung trägt, dass eine Übung zielgerichtet und auswertbar angelegt sein sollte, um den Stab in Vorbereitung auf Katastropheneinsätze auszubilden und zu trainieren. So soll das Modell Einblick in Prozesse, Strukturen und Fähigkeiten von Stäben geben, um den Übungsersteller in seinem kreativen Prozess der Szenarentwicklung zu lenken, ohne ihn einzuschränken.

Basierend auf der Beschreibung der Szenarmethode zur Beübung von Stäben nach Alexander [3] wurde die Struktur des Modells (Bild 1) entwickelt, welche zwischen Katastrophenszenario (das Schadensgebiet und die bei der Katastrophenbekämpfung beteiligten Akteure), Einspielungen für den Stab sowie entsprechenden Reaktionen des Stabes unterscheidet. Die Sicht auf die Interaktion zwischen Stab und Katastrophenszenario ist dabei vergleichbar zu einem Planspiel, in dem die Welt des Stabes durch Einspielungen generiert wird. Reale Interaktionsmöglichkeiten, wie bspw. ein Mitglied des Stabes verlässt den Stabsraum, um Informationen über das Wetter im Schadensgebiet zu erhalten, werden in Stabsrahmenübungen in der Regel nicht umgesetzt. Somit ist die Übungsleitung für die komplette ‚Simulation' der Übungswelt verantwortlich und muss im Sinne verschiedenster Akteure denken und planen.

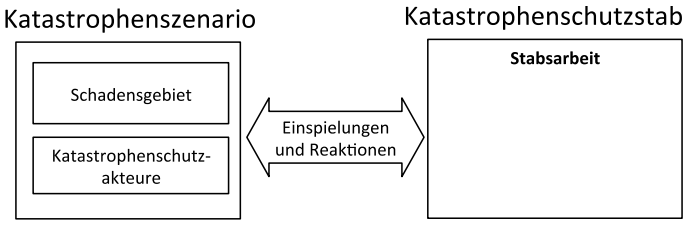


Bild 1: Struktur des Stabsmodells

In Übungen umfasst die Interaktion zwischen Stab und dem Katastrophenszenario - die Einspielungen und Reaktionen - den Austausch von Informationen (z.B. Lagemeldungen), die Anforderung oder Erfüllung von Bedarfen (z.B. Ressourcenbedarfe) sowie Maßnahmen zur Steuerung (bspw. Anweisungen oder Befehle). Die Einspielungen und Reaktionen wurden daher zu Informationsaustausch, Bedarfsanforderung / -erfüllung und Steuerung instanziiert (siehe Bild 2). Die Berücksichtigung der Interaktionen hilft dem Übungsersteller zu verstehen, wie Verhaltensweisen in einem Stab mit einem Szenario ausgelöst werden und dass entsprechende Reaktionen in der Planung der Übungsanlage zu berücksichtigen sind.

Die induktiv auf Basis der Einspielungen der von den Autoren begleiteten Übungen gewonnenen Akteure wurden unterteilt in vorgesetzte und unterstellte Ebene, weitere Akteure, Presse/Medien und Betreiber kritischer Infrastrukturen, da eine Auflistung aller Akteure aufgrund der Unvorhersehbarkeit von Katastrophen nur schwer vollständig sein kann. Die Unterscheidung der Akteure hilft dem Übungsersteller, differenzierte Arten von Akteuren und die jeweils unterschiedlichen Beziehungen zwischen diesen (z.B. hierarchische Beziehung oder individuelle Vereinbarungen) und dem Stab zu berücksichtigen. So bestehen bspw. zwischen dem Stab und den operativen Kräften (z.B. einem Feuerlöschzug) andere Beziehungen als zur Presse oder den Medien.

Um einen Katastrophenschutzstab aus Sicht der Übungserstellung von Stabsrahmenübungen zu beschreiben, wurden vier Sichten entwickelt, die jeweils Ansatzpunkte für die Szenarentwicklung

bieten, um einen Stab gezielt zu beüben. Diese Sichten orientieren sich an den identifizierten Aufgaben und Strukturen eines Stabes (Treffen von Entscheidungen, Führung und Koordination von Kräften und Ressourcen, die verschiedenen Funktionen im Stab sowie Standardprozeduren) und werden in Entscheidungs- bzw. Führungsprozess, Koordinationsbereiche, Stabsstruktur und Standardprozeduren unterschieden. Eine Unterscheidung dieser vier Sichten sowie eine Strukturierung wesentlicher Elemente und Prozesse innerhalb dieser Sichten sollen das Verständnis des Übungserstellers für die Stabsarbeit erleichtern und somit Ansatzpunkte für eine gezielte Beübung bieten. Im Folgenden werden die Elemente des Katastrophenschutzstabes (Bild 2), ihre theoretische Fundierung und ihr Beitrag zum Verständnis der Stabsarbeit vor dem Hintergrund einer Beübung beschrieben.

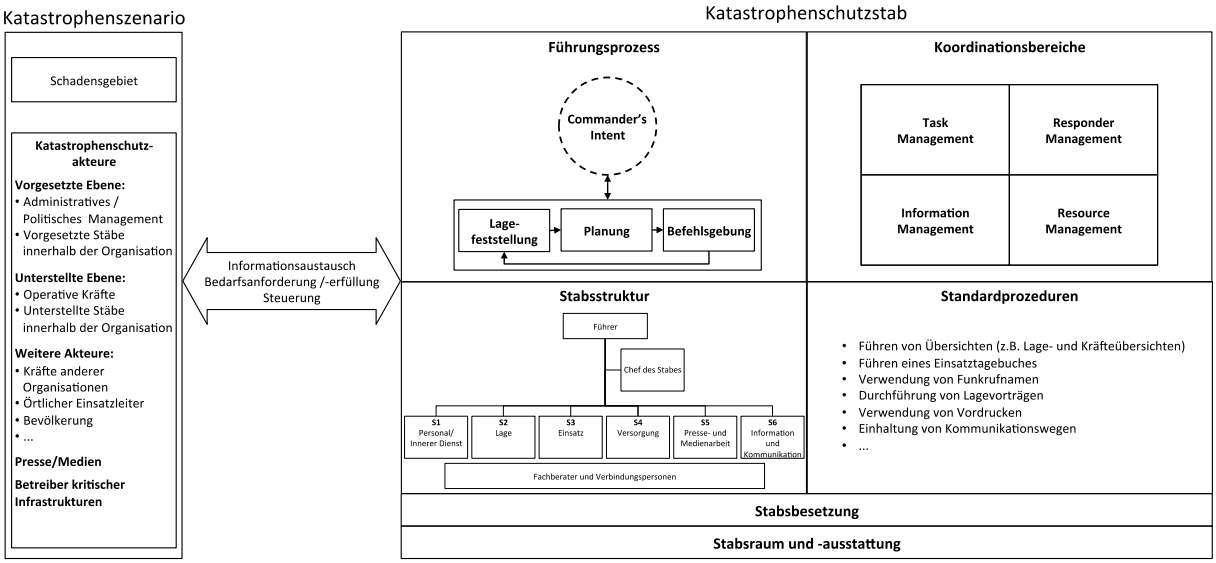


Bild 2: Das Konzeptionelle Modell eines Katastrophenschutzstabes

Die Betrachtung des Katastrophenschutzstabes erfolgt durch vier Sichten: Führungsprozess, Koordinationsbereiche, Stabsstruktur sowie Standardprozeduren.

1. Führungsprozess

Ein Stab dient der Führung von Kräften, indem er Entscheidungen einer Linieninstanz einer Organisation (bspw. dem Einsatzleiter) vorbereitet und durch Planung, aus der Befehle ergehen, umsetzt [19]. Das Treffen von Entscheidungen im Rahmen des damit verbundenen Führungsprozesses [5] ist ein prägendes Merkmal der Stabsarbeit. Im Prozess der Entscheidungsfindung und –umsetzung werden nach Vaught et al. [21] folgende Schritte umgesetzt: Erkennen des Problems, Definition oder Diagnose, Erwägen und Vergleichen von Handlungsoptionen, Auswahl der besten Optionen sowie Durchführung und Umsetzung der Entscheidung. Die Festlegung von Aufgaben und Verantwortlichkeiten zur Umsetzung von Entscheidungen sehen Alberts und Hayes [2] ebenfalls als eine wesentliche C2-Funktion („determining roles, responsibilities, and relationships“; [2], S.35). Der Führungsprozess im deutschen Katastrophenschutz unterscheidet zwischen Lagefeststellung, Planung und Befehlsgebung [5] (siehe Bild 2), wobei die Entscheidung das Ergebnis der Planung ist.

Der Stab bereitet die Entscheidungen eines Führers (z.B. Örtlicher Einsatzleiter) vor. Somit hat die Absicht des Führers (Commander’s Intent, [2]) den wesentlichsten Einfluss auf die Arbeit des Stabes. Der Führer entwickelt in seiner Lagebeurteilung eine eigene Absicht zur Erfüllung der Einsatzziele. Die Aufgabe des Chefs des Stabes ist es, diese Absicht in der Stabsarbeit umzusetzen. Alberts und

Hayes [2] bezeichnen die Entwicklung einer Absicht als eine wesentliche Funktion von C2. Die Formulierung der Absicht ist eine explizite und zielgerichtete Form der Einflussnahme des Führers auf die Arbeit des Stabes [14].

Diese Sicht hilft dem Übungsersteller, die Fähigkeiten des Führungsprozesses zu beüben. So kann bspw. die Lagefeststellung beübt werden, indem dem Stab unzureichend viele Informationen eingespielt werden (z.B. zu einem Dammbruch) und überprüft wird, ob der Stab gezielt fehlende Informationen nachfragt (z.B. Statusanfrage bei den Bundeswehrkräften vor Ort) oder Kräfte zur Erkundung der Lage entsendet, um sein Informationsdefizit auszugleichen.

2. Koordinationsbereiche

Die zweite Sicht fokussiert auf die Koordinationsbereiche eines Stabes. Hierzu wird der Stab als (Management-)Team betrachtet. Management- oder Führungsteams koordinieren Informationen, Aufgaben und Ressourcen ([14],[24]). Neben diesen Bereichen identifizierten Chen et al. ([9],[10]) im Katastrophenschutzmanagement auch die Koordination der Akteure - der „Responder" ([9], S. 17) – als gesonderten Koordinationsbereich. Im Modell werden diese Koordinationsbereiche abgebildet als Task, Responder, Resource und Information Management.

Task Management beschreibt die Fähigkeit zur Koordination von und zwischen Aktivitäten zur Erreichung bestimmter Ziele (nach [9],[10][1]). Es umfasst die Verteilung, Zuordnung und Planung von Aufgaben, welche sequentiell, parallel und/oder synchronisiert erfolgen können [9] und berücksichtigt Interdependenzen bei bspw. eingeschränkt vorhandenen Ressourcen oder Vorgänger-/Nachfolgerbeziehungen [18].

Responder Management umfasst z.B. das Management von Zielen, Regelungen oder Interessen der Akteure, Zuständigkeitsfragen, Fürsorgemaßnahmen gegenüber Kräften oder Stabsmitgliedern aber auch das Schaffen von Teamgeist und Vertrauen im Team ([9],[10]).

Resource Management ist die Verwaltung von Ressourcen und Bereitstellung bzw. Zuordnung dieser zu konkreten Prozessen und Aufgaben und umfasst somit auch das Management logistischer Aufgaben. Die Erfüllung von Aufgaben hängt von der Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen ab. Die Bereitstellung von Ressourcen (personelle wie materielle) ist erfolgskritisch für jedes Vorhaben und somit eine Führungsaufgabe (C2-Funktion „provisioning" [2], S. 36; Leadership-Funktion: „Managing Material and Personnel Resources" [14], S. 262).

Information Management umfasst die Erhebung, Aufbereitung, Analyse und Verteilung von Informationen [9]. Informationen sind der wichtigste Input eines Stabes in Gestalt von bspw. Nachrichten, Funksprüchen oder Meldungen verschiedener Akteure und Grundlage für die Lagefeststellung des Stabes, um auf Herausforderungen reagieren zu können. Die Erhebung und Aufbereitung verfügbarer Informationen – das Information Management – wird nach Fleishman et al. [14] unterschieden in Informationssuche und –strukturierung sowie Verwendung von Informationen zur Problemlösung. Neben der Erhebung und Aufbereitung ist aber auch die Verteilung von Informationen sowie die stete Verfolgung der Lageentwicklung eine wesentliche Führungsfunktion [2].

Im Stab sind die Koordinationsbereiche eng miteinander verbunden - bspw. bedarf die Erfüllung von Aufgaben (Task Management) auch der Bereitstellung von Ressourcen (Resource Management). Um

[1] Hierbei wurden die Konzepte „Response Workflow Management" ([9], S. 16) und „Task Flow" ([10], S. 68) von Chen et al. ([9],[10]) zu „Task Management" zusammengefasst.

die geeigneten Ressourcen zur Erfüllung der Aufgabe zu identifizieren, sind die entsprechenden Informationen zu erheben und auszuwerten (Information Management), bevor die Verfügbarkeit geprüft und die Zuordnung der Ressourcen zu den Aufgaben erfolgt (Resource Management). Die Unterteilung der Koordinationsleistung des Stabes in verschiedene Koordinationsbereiche dient der Strukturierung und somit dem Verständnis für die Prozesse im Stab und letztlich für den Szenarentwickler. Dieser kann in einer Übung bspw. die Beübung von Task Management fokussieren und dieses gezielt durch ein Szenar adressieren. So könnte der Übungsersteller ein Hochwasserszenar kreieren, in welchem verschiedene Akteure in unterschiedlichen Abschnitten, gemeinsam einen Damm errichten und der Stab diese Maßnahmen koordinieren muss. Dabei kommt es zu Aufgaben, welche parallel (Errichtung in unterschiedlichen Abschnitten) oder sequentiell (Befüllung der Sandsäcke, Transport, Deichbau) erfolgen und synchronisiert (Abschnitte müssen nahezu gleichzeitig fertig sein) werden müssen. Die Auswertung kann sich gezielt an diesen Aufgabentypen orientieren und somit eine Bewertung der Fähigkeiten des Task Managements ermöglichen.

3. Stabsstruktur

Stabsarbeit wird durch aufbau- und ablauforganisatorische Regelungen – Stabsstruktur und Standardprozeduren - der jeweiligen Organisation definiert (bspw. in [4]). In Stäben des deutschen Katastrophenschutzes ist eine funktionale Gliederung in Sachgebiete S1 – S6 (Personal / Innerer Dienst, Lage, Einsatz, Versorgung, Presse und Medien sowie Information und Kommunikation) etabliert [5]. Der Stab selbst wird durch einen Chef des Stabes (CdS) organisiert. Der Stab arbeitet wiederum einem Führer, der die Entscheidungsgewalt inne hat, zu. Je nach Bedarf, können dem Stab Fachberater und Verbindungselemente anderer Organisationen angegliedert werden. Um auf situative Herausforderungen zu reagieren, kann der CdS die organisationale Struktur des Stabes anpassen.

Die Betrachtung der Stabsstruktur hilft bei der Szenarentwicklung, die verschiedenen Aspekte einer Aufgabenstellung (z.B. Personal, Logistik oder Kommunikation) zu berücksichtigen und so die Arbeitsauslastung des Stabes einzuschätzen. Die bewusste Betrachtung der Stabsstruktur kann dem Szenarentwickler auch dazu dienen, die Adaption der Struktur, die eine erfolgskritische Fähigkeit im Katastrophenschutz ist [1], während einer Übung zu stimulieren, indem durch Szenare bspw. die Arbeitslast des S4 erhöht und die des S6 reduziert wird.

4. Standardprozeduren

Prozesse, Informationsflüsse und Ablaufstrukturen eines Stabes sind häufig zumindest teilweise durch Standards, wie Vorschriften, definiert. Durch Standardisierung wird ein Mindestmaß an Qualität und Kompatibilität für verschiedene Stäbe und Stabsmitglieder sichergestellt. Anhand dieser Standards können z.B. standardisierte Anforderungen oder Meldungen durch Einspielungen gefordert und so hinsichtlich ihrer Konformität und Qualität bewertet werden.

Zielorientierte Übungsgestaltung bedeutet natürlich auch zielgruppenorientierte Gestaltung, bei der der Adressat der Übung zu berücksichtigen ist (z.B. die Erfahrung oder Ausbildung der Mitglieder des Stabes aber auch die technische Ausstattung oder Infrastruktur). Daher werden Stabsbesetzung, Stabsraum und Stabsaustattung in das Modell einbezogen.

Stabsbesetzung: Die Arbeit eines Stabes wird durch seine Mitglieder umgesetzt. Die Mitglieder der Stäbe im deutschen Katastrophenschutz sind zumeist ehrenamtlich tätig und bringen dadurch neben ihren individuellen Erfahrungen oder Kompetenzen aus dem Einsatz, den Übungen sowie der Ausbildung in der Organisation auch Wissen und Erfahrungen aus ihrem „normalen“ Berufsleben mit ein.

Stabsraum und –ausstattung: Den aufbau- und ablauforganisatorischen Regelungen entsprechend, wird von den Organisationen auch die zur Umsetzung der definierten Prozeduren notwendige Infrastruktur (z.B. der Stabsraum) oder die technische Ausstattung in Vorschriften beschrieben. So sind die Stabsräume einer THW-Führungsstelle (FüSt) bspw. mobil in einem LKW-Anhänger mit umfangreicher Ausstattung (Lagekarte, Drucker, verschiedene Kommunikationsverbindungen, etc.) installiert, während die Ausstattung eines KVKs aus einem Laptop und einem Mobiltelefon besteht.

Obgleich das Modell mit Beobachtungen der Autoren aus dem THW oder einem KVK abgeglichen wurde, ist es auch auf andere Stäbe übertragbar (siehe bspw. Emergency Operations Centre [21]). Die Sichten Stabsstruktur und Standardprozeduren sowie Stabsbesetzung und Stabsraum und -ausstattung sind organisations- oder übungsspezifisch und bedürfen einer Adaption auf die jeweilige Organisation der zu beübenden Stäbe durch den Übungsersteller (so wäre als Stabsstruktur bspw. auch eine Struktur gemäß dem Incident Command System [6] möglich).

4 Ein Anwendungsbeispiel des Katastrophenschutzstabsmodells

Nachfolgend verdeutlicht ein Beispiel, wie das Stabsmodell die Szenarentwicklung unterstützen kann. Das Beispiel lehnt sich an eine Übung des THWs in München von 2011 an, die die Autoren begleiteten. Aufgabe der THW-Stäbe dieser Übung war es, einen Bereitstellungsraum zu betreiben. In einem Bereitstellungsraum werden Kräfte gesammelt, die keinen aktiven Auftrag zur Katastrophenbekämpfung haben und ihre Einsatzbereitschaft wiederherstellen oder auf Abruf für einen Einsatzauftrag bereitstehen. Der Schadensfall war ein Hochwasserszenario in München. Im vorliegenden Beispiel wird auf den Sachgebietsleiter 4 (S4: Versorgung) fokussiert, der in einem Bereitstellungsraum logistische Aufgaben verantwortet. Die Szenare behandeln Einspielungen zu bspw. Betankung oder Verpflegung von Kräften im Bereitstellungsraum.

Katastrophenszenario: Die Entwicklung der Schadenslage ist für einen Bereitstellungsraum betreibenden Stab nicht unmittelbar relevant. Vielmehr konzentriert er sich auf Bedarfe und Anforderungen der Kräfte im Bereitstellungsraum. Der Übungsersteller kann sich daher auf die Interaktion mit verschiedenen Akteuren im Bereitstellungsraum konzentrieren. So könnte der S4 mit unterstellten Kräften, die Kraftstoff oder Verpflegung anfordern, der übergeordneten Logistikstelle des THWs im Einsatzraum (um bspw. Statusmeldungen auszutauschen oder Kraftstoff anzufordern) sowie weiteren Kräften im Einsatzraum (wie z.B. der Bundeswehr oder dem DRK für einen gegenseitigen Ressourcenaustausch) interagieren.

Informationsaustausch, Bedarfsanforderung und Bedarfserfüllung, Steuerung: Die Arbeit des S4 wird durch Einspielungen ausgelöst, wie z.B. Lagemeldungen, die von der Übungsleitung vorbereitet werden oder Einheiten, die einen Kraftstoffbedarf haben. Um die Leistungen des S4 zu analysieren, sind seine Reaktionen durch die Übungsleitung aufzunehmen. Solche Reaktionen können z.B. Statusmeldungen an andere logistische Akteure, Kraftstoffanforderungen bei der übergeordneten Logistikstelle oder das Bestätigen von Verpflegungsanforderungen von z.B. Bundeswehrkräften im Einsatzraum umfassen.

Um eine Übung zielgruppenorientiert zu gestalten, ist es für den Übungsersteller wichtig zu wissen: "Wer sind die Übungsteilnehmer?", "Was ist deren Ausstattung während der Übung?". So wird sichergestellt, dass der Schwierigkeitsgrad der gestellten Aufgaben dem Ausbildungsstand der Übungsteilnehmer entspricht und dass die zur Erfüllung der Aufgabe erforderliche Ausstattung während der Übung vorhanden ist. Deshalb berücksichtigt das Modell die Stabsbesetzung, den Stabsraum und die Stabsausstattung.

Stabsbesetzung: Die Rolle des S4 könnte von einem Helfer wahrgenommen werden, der alle erforderlichen Führungslehrgänge für die Stabsarbeit einer Fachgruppe für Führung und Kommunikation im THW erfolgreich absolviert hat und über zehn Jahre Einsatzerfahrung im THW verfügt. Diesem kann der Übungsersteller herausforderndere Aufgaben stellen, als einem unerfahrenen S4.

Stabsraum und -ausstattung: Der Stabsraum einer FüSt wird im THW im sogenannten LKW-Anhänger Führung/ Lage implementiert. Um einen zentralen Tisch vor der Lagekarte (Platz des FüSt-Führers) sitzen die jeweiligen Sachgebietsleiter in den Raumecken. Für seine Arbeit stehen dem S4 Teile der Lagekarte, ein Drucker-Fax-Scan-Gerät sowie ein Whiteboard zur Verfügung. In Übungen und Einsatz wird der Stabsraum der Vorschrift entsprechend aufgebaut und dem S4 stehen die jeweiligen Arbeitsmittel zur Verfügung. Abweichend davon könnte der Übungsersteller den Stab mit limitierter Ausstattung üben lassen, um die Komplexität der Übung zu begrenzen oder aber den Schwierigkeitsgrad zu erhöhen, weil der Wegfall z.B. von Kommunikationsmitteln kompensiert werden muss.

Für die Beübung der Fähigkeiten des Stabes gibt das Modell vier Sichten auf die Stabsarbeit vor: (1) den Führungsprozess, (2) die Koordinationsbereiche (Task, Responder, Resource und Information Management), (3) die Stabsstruktur sowie (4) Standardprozeduren. So kann der Übungsersteller aus den Tätigkeiten und Handlungsfeldern des Stabes das Übungsthema wählen und Übungen jenseits des Abprüfens von Standardprozeduren entwickeln. Die Fragestellung des Übungserstellers "Hat jeder genug zu tun?" wird so erweitert zu "Was sind Entscheidungen, die der Stab bei diesem Szenar treffen muss?", "Was ist zu koordinieren?", "Welche Rollen sind beteiligt?" aber auch "Was sind Standardprozeduren, welche bei der Lösung des Szenars anzuwenden sind?". Zusätzlich gewinnt der Übungsersteller Verständnis von den Prozessen im Stab und welche Auswirkungen Einspielungen auf die Stabsarbeit haben. Dadurch kann er die Auslastung der Stäbe während der Übung besser einschätzen und eine Überlastung vermeiden.

1. **Führungsprozess:** Der S4 unterstützt die Lagefeststellung des Stabes, indem er Informationen seines Sachgebiets zur Lagefeststellung in die Planungsphase einbringt. Der Übungsersteller könnte vom S4 Lagevorträge fordern, die z.B. den Fortschritt bei der Betankung oder die Einsatzbereitschaft von Material oder Fahrzeugen enthalten. Der S4 trifft innerhalb seines Aufgabenbereiches auch selbstständig Entscheidungen, die der Übungsersteller durch Einspielungen evaluieren kann. Er kann bspw. eine Reihenfolgenfestlegung für die Betankung von Einheiten erfragen und diese bewerten. Die Entscheidungen des S4 bzw. des gesamten Stabes werden wesentlich beeinflusst durch die Absicht des Führers. So kann der Schwerpunkt des Führers z.B. der Erhalt der Einsatzfähigkeit von Wasserpumpeinheiten sein. Aufgrund dieser Schwerpunktsetzung priorisiert der S4 diese Einheiten höher bei Betankung oder Verpflegung.

   Durch die Betrachtung der Entscheidungsprozesse un möglicher Ergebnisse bei der Szenarentwicklung werden bereits im Vorfeld mögliche Reaktionen der Stäbe identifiziert, wodurch inhaltlich schlüssigere Szenare entwickelt (durch bspw. die Nutzung von Entscheidungsbäumen) und Reaktionen der Stäbe genauer analysiert und ausgewertet werden können, da bekannt ist, was wichtige Entscheidungen in dem Szenar sind.

2. Die Betrachtung der **Koordinationsbereiche** des Stabsmodells erleichtert das Verständnis der Koordinationsprozesse in einem Stab. Sie hilft dem Übungsersteller verschiedene Bereiche der Koordination zu benennen und zu unterscheiden. Dadurch wird eine gezielte Beübung verschiedener Koordinationsfähigkeiten durch die Erstellung jeweils passender Szenare

ermöglicht. Bspw. kann der Übungsersteller das Ressourcenmanagement des S4 beüben, indem er gleichzeitig, mehrere Bedarfe derselben Ressource erschafft (bspw. Kraftstoff), allerdings nur limitierte Ressourcen einspielt (bspw. einen Tankvorrat von 5000 Litern). Der S4 muss die vorhandenen Ressourcen verwalten und rechtzeitig neue anfordern, um Versorgungsengpässe zu vermeiden.

3. **Stabsstruktur:** Die Betrachtung der unterschiedlichen Verantwortungsbereiche im Stab hilft dem Übungsersteller Aufgaben für alle Sachgebiete zu identifizieren. Rolle und Aufgaben des S4 sind in der THW-Vorschrift DV 1-100 [4] näher beschrieben und allen Teilnehmern bekannt. Der S4 bearbeitet alle Aufgaben der Versorgung und Logistik im Stab (z.B. Sicherstellung der Verpflegung oder Kraftstoffversorgung) und berät den Führer in diesem Aufgabenbereich. Um den S4 zu beüben, sollten demnach durch Einspielungen logistische Aufgaben gestellt werden.
4. **Standardprozeduren:** Um die Konformität mit Standardprozeduren zu analysieren, sollten durch Einspielungen Inhalte und Anwendungsfälle für Standardprozesse geschaffen werden. So könnten z.B. Melde- und Anforderungsverhalten des S4 bei Akteuren außerhalb des Stabes (z.B. die organisationsinterne Anforderung neuen Kraftstoffs) oder durch Beteiligung verschiedener Akteure (z.B. Bundeswehr, Feuerwehr) die Verwendung der richtigen taktischen Zeichen überprüft werden.

5 Diskussion und Ausblick

In diesem Beitrag wurde ein konzeptionelles Modell eines Katastrophenschutzstabes vorgestellt, welches vier Sichtweisen auf die Stabsarbeit bietet. Die Sichtweisen helfen bei der Entwicklung von Szenaren, indem sie die Fragestellungen des Übungserstellers "Hat jeder genug zu tun?" erweitern zu "Was sind Entscheidungen, die der Stab bei diesem Szenar treffen muss?", "Was ist zu koordinieren?", "Welche Rollen sind beteiligt?" und "Was sind Standardprozeduren, welche bei der Lösung des Szenars anzuwenden sind?". Durch das Modell ist es Übungserstellern möglich, konkrete Elemente der Stabsarbeit zu benennen, zu unterscheiden und gezielt durch Szenare zu beüben. Zudem wird eine Auswertung der Leistungen der Stäbe ermöglicht, indem Ergebnisse, der Ergebniserstellungsprozess und somit Fähigkeiten analysiert werden können.

In der Forschung der Autoren ist das vorliegende Stabsmodell ein Teil eines Ansatzes zur Entwicklung eines Rahmenwerkes für die Konzeption und Evaluation von Stabsrahmenübungen [15]. Das Rahmenwerk unterscheidet drei Ebenen der Übungserstellung sowie zwischen der Entwicklung des Übungsinhaltes und der -auswertung. Auf der obersten Ebene der Entwicklung des Übungsinhaltes, der Entwicklung der Übungsidee, werden, ausgehend vom Übungsziel, Szenare der Übung definiert. Für die jeweiligen Szenare (der zweiten Ebene) werden entsprechende Lageeinspielungen (auf der dritten Ebene) kreiert. Auf jeder der drei Ebenen werden entsprechende Auswertungsinstrumente erstellt. Auf der untersten (dritten) Ebene werden situative Messungen (bspw. konkrete Reaktionen auf Lageeinspielungen) und auf der mittleren (zweiten) Ebene prozessorientierte Auswertungen (bspw. Bewertung bestimmter Standardprozesse) definiert. Diese Auswertungsinstrumente dienen der Datenerhebung während der Übung zur Analyse der Stäbe. Das Gesamtkonzept der Auswertung (der Analyseplan) wird auf der obersten Ebene der Übungsauswertung konzipiert. Die Autoren entwickeln einen Leitfaden, der den Übungsersteller mit Hilfe von Templates (z.B. Checklisten, Vordrucke mit Prüffragen oder Handlungsanweisungen) durch diese Schritte des Rahmenwerks leitet. Die Templates helfen dem Übungsersteller, seine kreativen Gedanken zu strukturieren sowie die Wechselwirkungen

zwischen den erstellten Einspielungen (z.B. Reihenfolgeabhängigkeiten) und die Verbindungen zur Übungsauswertung zu managen.

In der weiteren Forschung der Autoren soll das Potential des Stabsmodells für die Entwicklung von Stabsrahmenübungen und die Bewertung von Stäben in den praktischen Hilfestellungen des Rahmenwerks (den Templates) umgesetzt werden. So soll das Stabsmodell als Katalysator den kreativen Prozess des Übungserstellers bei der Generierung von Szenaren oder Lageeinspielungen unterstützen, indem, basierend auf den Konzepten des Stabsmodells, Gestaltungsmöglichkeiten oder Leitfragen entwickelt werden, die in die entsprechenden Templates mit aufgenommen werden. Die Autoren stellen sich die Nutzung wie folgt vor: Übungsersteller wollen bewusst Konzepte der Stabsarbeit, bspw. den Planungsprozess, beüben. Die Templates der Szenarentwicklung können zum einen durch Leitfragen dabei helfen, den Planungsprozess zu reflektieren und Ideen für die Szenareentwicklung zu generieren und zum anderen helfen, diese Ideen zu strukturieren. Solche Leitfragen für den Planungsprozess sind: „Was sind die Problemstellungen, zu denen eine Lösung zu entwickeln ist?“, „Was sind mögliche Handlungsalternativen?“, „Was sind Limitationen oder Auflagen für die Lösung?“ oder „Welche Vor- und Nachteile bieten die jeweiligen Alternativen?“. Die Ergebnisse der Auswertung werden dadurch aussagekräftiger (im Vergleich zum state-of-the-art), indem bspw. konkrete Planungsergebnisse (situative Messung) oder der Planungsprozess insgesamt (prozessorientierte Auswertung) anhand von bei der Szenarentwicklung festgelegter Kriterien analysiert werden können.

Die Empirie der Autoren ist begrenzt auf fünf Stabsrahmenübungen, wovon vier beim THW stattfanden. Der angewendeten Methode inhärent ist eine Limitation der Generalisierbarkeit des Modells, auch wenn die Empirie auf von der Zielsetzung und dem Teilnehmerkreis fünf unterschiedlichen Stabsrahmenübungen basiert und in die Datenanalysen unterschiedliche, wissenschaftliche Perspektiven und Erfahrungshorizonte der Autoren eingegangen sind.

Danksagung

Wir bedanken uns für den wertvollen Input bei den Gutachtern und vor allem bei unseren Partnern, dem THW Bayern und dem KVK Fürth, für die stets offene und gute Zusammenarbeit.

6 Literatur

[1] Alberts, D.S., Hayes, R.E. (2003): Power to the edge: Command... control... in the information age, CCRP Publication Series.

[2] Alberts, D.S., Hayes, R.E. (2006): Understanding command and control. CCRP Public. Series.

[3] Alexander, D. (2000): Scenario methodology for teaching principles of emergency management. Disaster Prevention and Management (9:2), 89–97.

[4] Arbeitsgruppe Führungsvorschrift DV 1-100. (1999): THW DV1-100 Führung und Einsatz. Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, 1–59.

[5] Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten. (1999): Feuerwehr-Dienstvorschrift 100. NRW.

[6] Bigley, G., and Roberts, K. 2001. “The incident command system: High-reliability organizing for complex and volatile task environments,” Academy of Management Journal, pp. 1281–1299.

[7] Bundeswehr (2013): Das Hochwasser - ein Rückblick, http://www.bundeswehr.de/portal/a/bwde/!ut/p/c4/NYw9D4JAEET_0S6nIYidaGNrg9gt3Obc5D7IuUDjj_conEle8zKDLyyNtIojlRTJ4xOHSc7jBuNmGcLiVQJbIVjFcqI8vWUF8t5xYIn8gZFFM7HjQ2WO2O-HZTilyLpTOaoUukyaMswpq9_NknMxIBaHytw601T_mG_bnq593dTN7d49cA7h8gPodOn6/. Abgerufen am 05.09.2013.

[8] Cannon-Bowers, J.A., Salas, E. (1998): Individual and Team Decision Making Under Stress: Theoretical Underpinnings, in Cannon-Bowers, J.A., Salas, E. (Hrsg), Making decisions under stress: Implications for individual and team training, APA: Washington.

[9] Chen, R., Sharman, R., Rao, H. R., Upadhyaya, S. (2007): Design Principles for Emergency Response Management Systems. Journal of Information Systems and e-Business Management (5:3), 81–98.

[10] Chen, R., Sharman, R., Rao, H., Upadhyaya, S. (2008): Coordination in emergency response management. Communications of the ACM (51:5), 66–73.

[11] Deutscher Feuerwehrverband (2013). Größter Feuerwehreinsatz in der Geschichte der Bundesrepublik. http://www.dfv.org/hochwasser.html, Abgerufen am 05.09.2013.

[12] Deutsches Rotes Kreuz (2013). DRK-Einsatz für Hochwasseropfer in mehreren Bundesländern. http://www.drk.de/weltweit/katastrophenhilfe/hochwasser-2013.html, Abgerufen am 05.09.2013.

[13] Diekmann, A. 2010. Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen, (4 ed.) Reinbeck: Rowohlt Taschenbuch.

[14] Fleishman, E., Mumford, M., Zaccaro, S., Levin, K., Korotkin, A., Hein, M. (1991): Taxonomic efforts in the description of leader behavior: A synthesis and functional interpretation. The Leadership Quarterly (2:4), 245–287.

[15] Heumüller, E., Richter, S., Lechner, U. (2012a): Towards a framework for command post exercises. 9th International ISCRAM Conference, Vancouver, Canada.

[16] Heumüller, E., Richter, S., Lechner, U. (2012b): Towards a conceptual model of staffs in disaster response organizations. 25th Bled eConference, Bled, Slovenia.

[17] Heumüller, E., Richter, S., Lechner, U. (2013): Training, Test and Experimentation: A classification of command post exercises. 10th International ISCRAM Conference, Baden-Baden.

[18] Malone, T. W., Crowston, K., Lee, J., Pentland, B., Dellarocas, C., Wyner, G., Quimby, J., Osborn, C. S., Bernstein, A., Herman, G. (1999): Tools for inventing organizations: Toward a handbook of organizational processes. Management Science (45:3), 425–443.

[19] Mitschke, T. (1997): Handbuch für technische Einsatzleitungen. Kohlhammer, Stuttgart.

[20] Mühlmann, S. (2013): Flusshochwasser 2013: Alle THW-Einsätze sind abgeschlossen. (Bundesanstalt THW ed.), http://www.thw.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Pressemitteilungen/national/2013/07/pressemitteilung_003_hochwasserbilanz.html., Abgerufen am 05.09.2013.

[21] Perry, R. W. 1995. "The structure and function of community emergency operations centres," Disaster Prevention and Management (4:5), pp. 37–41.

[22] Vaught, C., Brnich, M. J., Jr, Mallett, L. G., Cole, H. P., Wiehagen, W. J., Conti, R. S., Kowalski, K. M., Litton, C. D. (2000): Behavioral and organizational dimensions of underground mine fires. Information Circular 9450 (US Department of Health and Human Services, ed.), Pittsburgh.

[23] Wilde, T., and Hess, T. 2007. “Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik,” Wirtschaftsinformatik (49:4)Springer, pp. 280–287.

[24] Zaccaro, S., Rittman, A., Marks, M. (2002): Team leadership. The Leadership Quarterly (12:4), 451–483.

Towards an Infrastructure and Logistic Resource Meta-Model for Humanitarian Logistics (Abstract Only)

Daniel Link

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster, E-Mail: daniel.link@wi.uni-muenster.de

Bernd Hellingrath

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster, E-Mail: bernd.hellingrath@wi.uni-muenster.de

Abstract

Humanitarian logistics is a major factor for the success of humanitarian operations, making use of a broad range of infrastructure and resources in highly unstable and volatile environments. To inform decision makers, so called assessments provide corresponding information. The information systems that support assessments and decision making show considerable room for improvement regarding their cross-linking. In this work, the results form an in-depth analysis of assessment tools and guidelines from humanitarian organizations are used to develop general models of the infrastructure and resources relevant to humanitarian logistics. In order to advance the cross-linking of relevant information systems, these shall be used in the future to develop an extension to the Humanitarian eXchange Language (HXL). The models shall also contribute to the development of an approach for the integrated management of humanitarian logistics business processes.

Service Oriented Approaches for Crisis and Disaster Management

Erik Kropat

Universität der Bundeswehr München, Institut für Theoretische Informatik, Mathematik und Operations Research, 85577 Neubiberg, E-Mail: erik.kropat@unibw.de

Silja Meyer-Nieberg

Universität der Bundeswehr München, Institut für Theoretische Informatik, Mathematik und Operations Research, 85577 Neubiberg, E-Mail: silja.meyer-nieberg@unibw.de

Goran Mihelcic

Universität der Bundeswehr München, Institut für Theoretische Informatik, Mathematik und Operations Research, 85577 Neubiberg, E-Mail: goran.mihelcic@unibw.de

Stefan Pickl

Universität der Bundeswehr München, Institut für Theoretische Informatik, Mathematik und Operations Research, 85577 Neubiberg, E-Mail: stefan.pickl@unibw.de

Abstract

Crisis and disaster management takes place in highly uncertain and inherently dynamic environments. Disasters like earthquakes, floods and hurricanes appear suddenly and randomly. The decision makers are faced with an extremely complex and time-critical situation. Therefore, qualitative and quantitative approaches from modern Operations Research (OR) comprising Soft OR as well as Hard OR are required. This paper presents the decision support software prototype which is based on the design concept of a service-oriented disaster management system. Service orientation can support dealing with the demands for high process flexibility and integratability of different external service providers.

1 Introduction

Major disasters like earthquakes and hurricanes are threatening the lives of a large number of people in the world and require massive relief efforts. An effective coordination of the disaster response is crucial, in particular, as usually many organizations are taking part in the relief operations. The implementation of effective communication and decision support systems is an important success factor. Service orientation can improve the capabilities for coping with the demands for high process flexibility and integratability of different external service providers.

The goal of this study is to explore the design concept of a service-oriented disaster management system and to develop the layout of the underlying software architecture. The system is intented to integrate flexibly different information, visualization and decision support services from external service providers. By implementing the platform according to a service-oriented architecture, the decision maker can easily coordinate the different service demands that are needed during the different stages within the disaster response process.

Service-Oriented Architecture (SOA) is both: a design concept and architecture. The design concept in SOA is about designing applications/systems that have well defined self-describing access interfaces, having services composed into business processes. The architecture is about having simple mechanisms to use these access-interfaces for integration purposes [11]. Following [9]:

"A contemporary SOA represents an open, agile, extensible, federated, composable architecture comprised of autonomous, QoS-capable, vendor diverse, interoperable, discoverable, and potentially reusable services, implemented as Web services."

The main motivation for creating a SOA is the desire to increase agility of IT systems. In addition, SOAs offer benefits at several levels, ranging from a reduction of technology dependence to a simplification of the development process to an increase in flexibility and reusability of the system's infrastructure [23].

The ultimate goal of the additional reusability and flexibility provided by a SOA is the agile system platform, in which all processes and services are completely flexible and can be rapidly created, configured, and rearranged as required by experts without the need for technical staff [17]. Advantages of flexibility, fast adaptability, and high process efficiency are central characteristics of a Service-Oriented Architecture which qualifies it to be used in the context of the analysis and protection of critical supply systems [6].

The decision support system described in this paper is considered as a testbed for various decision problems in the pre-disaster planning phase as well as the post-disaster response phase. It allows for an integration of new modules (i.e. web-services) and serves as an educational tool for teaching and testing of algorithms.

2 The Scenarios

The system and its components were developed, applied and tested using two scenarios of major earthquakes. The first scenario considers the situation of an earthquake in the city of San Francisco. The second scenario is modelled after the large-scale disaster in Haiti 2010. In particular, these case studies were used to design, implement and evaluate the GIS-based management system that provides the technical infrastructure for the flexible integration of external services. Both scenarios have the nature of a simulation game so that various situations can be explored.

2.1 The San Francisco Scenario

The first scenario addressed the example of a large earthquake in a major city. The events unfolded in several stages and followed the typical timeline of an earthquake (see Figure 1). The scenario consisted of foreshocks, the main quake, first observations with a very limited operational picture and additional events like fires and aftershocks. In the various stages appropriate OR-methods are required. In particular, the evacuation of the population to places of refuge, the location of medical facilities and the operation of the supply system were considered [15].

Figure 1: Timeline of the scenario

2.2 The Haiti Scenario

On January 12, 2010, a magnitude 7 earthquake devastated the city of Port-au-Prince and surrounding areas. According to the International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 3 million people had been affected by the earthquake [10]. At the peak 1.5 million people were living in camps. The situation in the camps was further complicated by a cholera outbreak in October 2010. Relief efforts were extremely difficult to coordinate because of the severe damages of the infrastructure in the capital city. In particular, Toussaint L'Ouverture international airport was not functional and the Port-au-Prince seaport was unusable for rescue operations (see Figure 2). Since also other major ports were severely damaged or did not have the necessary capacity, Santo Domingo airport became the main entry point for humanitarian aid.

Again the scenario was used to develop and investigate various OR-methods ranging from vehicle routing problems, demand forecasting to epidemic modelling.

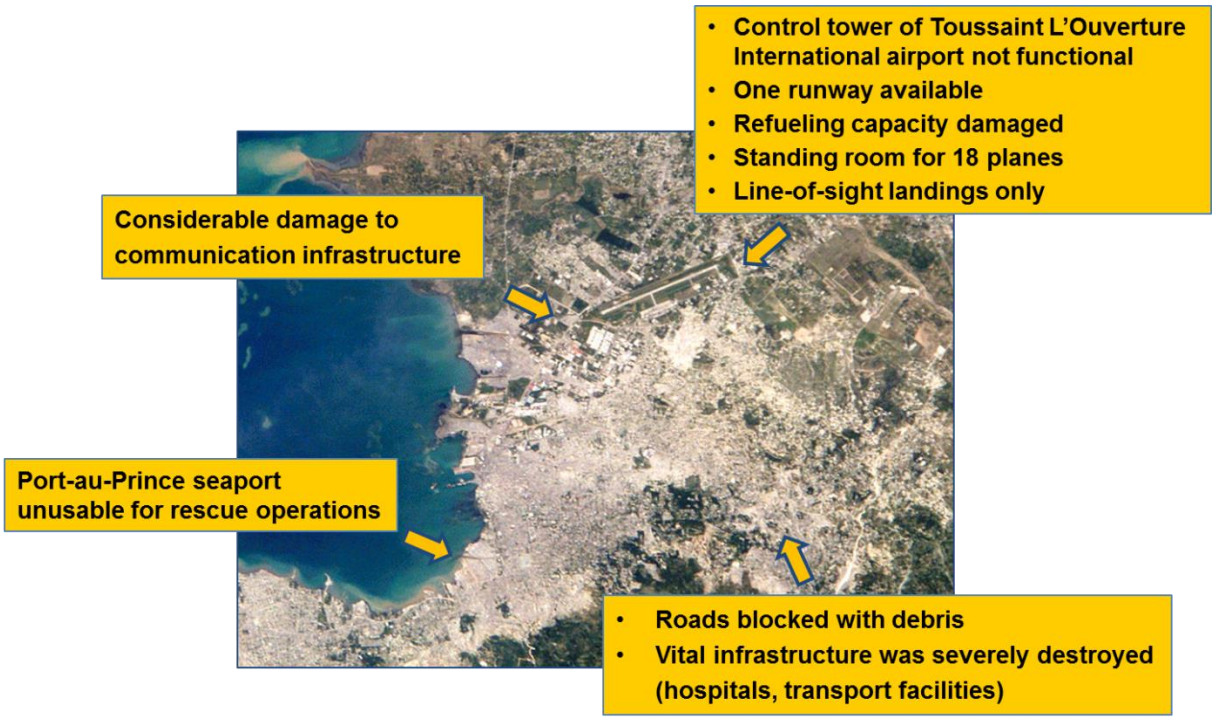


Figure 2: The Haiti earthquake. The infrastructure of the capital Port-au-Prince was severely destroyed (Figure taken from [12]).

3 Humanitarian Operations Research

Two to four phases can be distinguished in Humanitarian Operations Research [1]. The main groups are pre-disaster planning and post-disaster operations, see Figure 3. In both phases, methods from operations research play a very important role and may stem from both, simulation and optimization areas. In the following, the two phases are shortly described, before we focus on specific aspects and approaches that were developed to deal with the tasks at hand. The approaches were and are being integrated as modules or services, respectively, for the decision support system that is described in Section 4.

In the pre-disaster phase, planning consists of three levels: operational, tactical, and strategic planning. Planning at this stage is concerned with improving the preparedness for disasters and mitigating the potential damages. Aside from planning, identifying the potential risk for disasters and forecasting of occurrences and effects are as well important tasks.

The post-disaster phase starts with the onset of the disaster or the catastrophe. It can be usually subdivided into several stages - depending on the time that has passed as Figure 1 illustrates. First, responders are tasked with immediate emergency and relief measures which may comprise search and rescue as well as evacuation operations. Following the immediate response, relief distribution becomes more and more important as well as a possibly required restoration of the transport infrastructure followed by reconstruction. For the purposes of the prototype, we focus on a selection of approaches stemming from the pre-disaster and the post-disaster phase. These comprise evacuation and supply chains (which also cover relief distribution) and are described in more detail in the following sections.

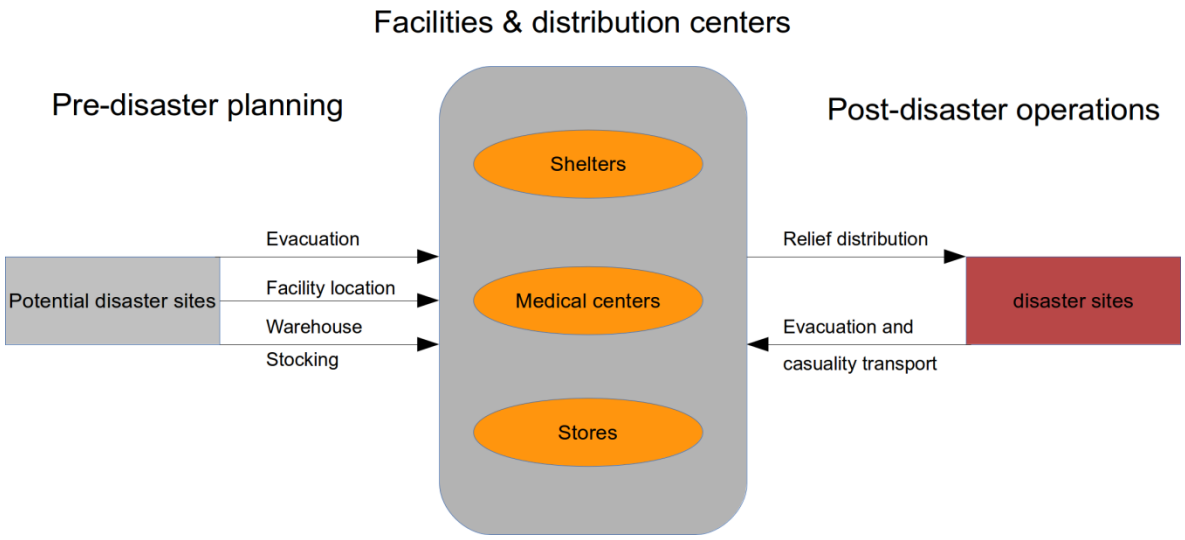


Figure 3: Pre-disaster planning and post-disaster operations. Adapted from [7].

3.1 Evacuation: Finding Safe Passages under Perilous Conditions

Disasters like earthquakes and industrial accidents often necessitate a rapid evacuation of the population to predefined places of refuge. Emergency evacuation plans are developed in the pre-disaster phase to ensure the most efficient evacuation [19]. Such scenarios appear in different dimensions ranging from small scale evacuation of a building because of a fire up to large scale evacuation of a city or region because of an industrial accident, a flood or an approaching hurricane. Generally, evacuation planning methods can be classified in the two main categories of microscopic planning and macroscopic planning. In microscopic planning, individual entities such as people and vehicles are considered together with their behaviour, movements and interactions. This approach requires many detailed parameters such as travel speed, reaction time and the interaction between evacuees during the process of evacuation. Agent-based simulations can be applied in order to analyse evacuation scenarios at the microscopic level. Macroscopic planning aims at the design of strategic evacuation plans that usually do not account for individual behaviour and interactions. Residents are regarded as a homogeneous group with similar behavioural patterns. Different evacuation strategies can be compared with the help of measures of effectiveness such as the expected evacuation time, the average time of evacuation, the distance travelled, the number of people successfully evacuated, but also the potential congestion of evacuation routes. In [31] an agent-based simuation model was developed based on the region around Santo Domingo. The main focus of the simulation model was to analyse the feasibility of evacuation plans given the onset of a sudden earthquake assuming several behavioural types of agent behaviour. The model was built using AnyLogic and will be integrated in the final prototype.

Network-based approaches play an important role in evacuation planning. Disasters like earthquakes often go along with high uncertainty about the state of the road network. Here with only incomplete or vague information available, Fuzzy approaches can be used [18]. The decision makers are challenged by both, uncertainty about the situation and by the dynamic information flow. This requires the use of specially adapted methods. In [13] Kropat and Meyer-Nieberg introduced a nature-inspired approach called SLIMO that emulates the behaviour of slime molds. A dynamic information layer acts as the substrate that triggers a re-growth and dynamic adaptation of the slime mold network. This approach permits single-route solutions as well as multiple-path solutions. First results were very promising

leading the adoption of the SLIMO path planner as a component of the GIS-based decisision support tool.

3.2 Search and Rescue with Sensor Networks

Evacuation scenarios with uncertain states and positions of the individuals arise in building evacuation. The localization of injured persons which may be trapped is especially important. Sensor networks may play an important role in search and rescue tasks with mobile robots [20]. An important point is to organize the search with a swarm of sensor platforms. Again uncertainty appears which may comprise several different kinds, ranging from the position of the "target" due to measurement errors or sensor malfunctioning to the location of the sensors themselves. Furthermore, time is critical. Since the persons may be injured but mobile, tracking tasks may be of special importance. Often, it may be difficult to develop a prediction model for the movement of the injured persons. In these cases, either Fuzzy regression, as developed e.g. by Kropat et al. [16], may be used or it may even be necessary to switch to model-free tracking as e.g. introduced by Meyer-Nieberg, Kropat, and Pickl [21]. These methods will play an important role, when the DSS is evaluated in a real-life experiment. The output of these tracking systems is used as the basis of the search coordination mechanism. In [20], Meyer-Nieberg et al. used principles taken from swarm-based optimization, e.g. ant colony optimization and particle swarm optimization, to develop a new hybrid approach, called SwarmNet. The approach is adapted to deal with uncertainty and to maintain the diversity of the swarm in order to improve the search capabilities. Search and Rescue forms another important component of the finished DSS.

For example, within the testbed CENETIX (Center for Network Innovation and Experimentation) sensordata is used for complex command and control processes. An approach, described below, will be embedded and tested within that destinguished network environment; especially the integration of reachback processes is one major task of CENETIX. This background testbed environment could be viewed as a globally distributed field model of specialized sensor-unmanned systems-operator teams. It is uniquely suitable for experimental studies of Cube satellite (cubesat)-based orbital node application to tagging, tracking, and detecting material transfers, red teaming and complex reachback operations: These teams which should be embedded in the pre-desaster planning phase integrate and operate with CENETIX a globally distributed testbed environment, in which new networking solutions and their synergies are explored.

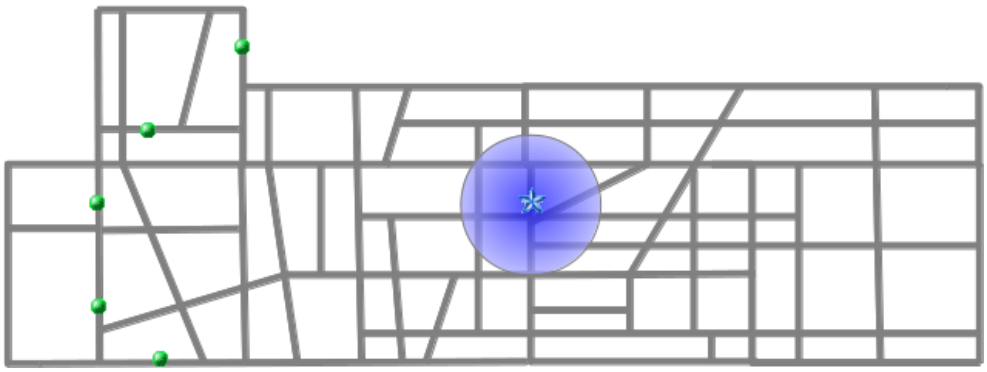


Figure 4: Searching for a target with positional uncertainty.

3.3 Operations Research Methods for Relief Chains: From Points of Entry to the Last Mile

Humanitarian Supply Chains have a vastly different focus than commercial supply chains. In commercial supply chains, performance indicators as cost efficiency or profit maximization are important [26]. While they remain as an aspect to consider, they are not decisive in humanitarian supply chains, see e.g. [5] for a discussion of performance metrics. Also in commercial supply chains, the decision makers are usually provided with reliable estimates for the demand, whereas the situation can be highly uncertain in the case of disaster relief. For these reasons, [2] refers to relief chains instead of humanitarian supply chains, a practice which we follow in the remainder of the paper.

Relief chain management comprises several subproblems. It should be noted that human factors play an important role since many agencies, governmental and non-governmental, have to coordinate their efforts. Misunderstandings and tensions may arise when local and international organizations have to work together since the international agency may be unaware of local customs and circumstances. Additionally, as the other tasks in Humanitarian Operations Research the supply chain coordination depends critically on information: the decision makers must know which supplies are needed, where the demand arises, and the amounts required. Since the situation in the immediate post-disaster phase is highly uncertain, optimizing the supply chain performance is a challenging task.

At this point, Operations Research problems concerning the logistic aspects are introduced. Goods and materials, e.g., shelters, water, food, or medical supplies usually have to be procured outside the affected area in the post-disaster phase. Once they arrive, they must be brought to the people in need. For clarity and brevity, storage and inventory control problems are omitted here although they arise in this context. Instead this paper focuses on transportation problems.

Especially of interest is the problem of the “last mile” which refers to the transportation of the materials from the distribution points to the intended recipients, see e.g. [3]. A multitude of OR tasks appears ranging from allocation and assignment problems, see for example [33], to vehicle routing, see e.g. [25] or [32]. It should be noted that most of these problems belong to the class of hard optimization tasks which precludes attempts at solving them exactly in reasonable time. Therefore the problem must either be simplified or heuristics must be applied.

In [22], Meyer-Nieberg, Kropat, and Weber introduce an approach based on integrated dynamic supply network optimization, developing a mathematical model. The approach is strongly related to the DSS but of course requires the integration of optimization software. The optimization component was evaluated using CPLEX. The Haiti scenario serves for an evaluation of the simulation and analysis tool [22]. An ongoing relief operation with refugees still arriving at the camps was considered. Dealing with changing populations and the outbreak of diseases, as e.g. cholera, are important challenges, decision makers need to prepare for. The supply system was modelled in terms of a computational supply network which aims to maximize the assistance to the affected population. The integrated supply network optimization was coupled with specific forecasting and simulation components. In addition, the simulation tool explores how to ward off the threat of diseases in the camps by adapting the distribution patterns of the supply system.

Commercial solvers are generally highly efficient. However, they may not be always available, requiring to use open source solvers. One of these is represented by the COIN Project [8] which gives access to open-source solvers for linear and non-linear optimization. The modules of COIN can be used in several programming and scripting languages. The Python package PuLP, [28] provides a modelling language for linear pro-gramming and access to the COIN-OR Solvers and is used in the prototype.

Optimization methods, however, are not the only OR approaches that can be applied in this context. Simulation models are also important to investigate the complex systems that arise. In [31], an agent-based model is developed considering the post-disaster phase of a fictitious earthquake in Santo Domingo. It considers the situation in relief camps and allows to focus on several aspects, investigating e.g. the robustness of inventory control and ordering plans in the face of a developing epidemic.

4 Developing a GIS based Decision Support System

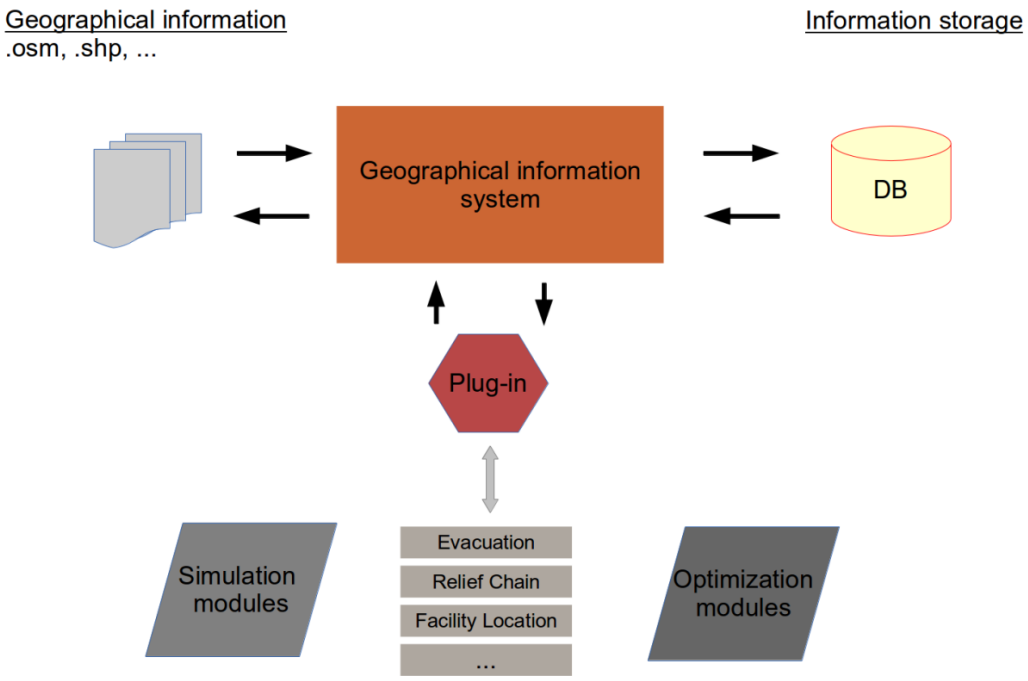


Figure 5: The main components of the prototype.

This section describes the design and the implementation of a prototype for the decision support tool. As pointed out in the previous sections, the prototype will contain a pool of operations research methods for use in humanitarian operations research. At the first stage, the system contains optimization methods, as e.g. path planning methods for evacuation scenarios. We are currently working at the integration of agent-based systems. We think that this a use case which may benefit especially from a service based architecture. The tool is developed having two application types in mind: The productive system may be of use for planners working in the area of crisis and disaster management. The finished system will allow a simple and fast integration of new algorithms. This makes the platform especially attractive for students and researchers who can develop and implement their own methods. The situations used in the implementation of the first prototype and in the development of algorithms focussed on earthquake scenarios of different scales. However, the prototype is not restricted to this disaster type.

The main compontent of the prototype is a geographic information system (GIS), see Figure 5. This was one of the first main decisions in the development. It would have been possible to start from a multi-agent system as e.g. MASON or Repast which both include geocomponents and can be augmented easily with new functionality. However, a fully developed GIS allows access to spatial

analysis capabilities. Since many incidents in humanitarian operations research enfold in time and space, the importance of geographical and spatio-temporal analyses cannot be neglected. Also if new information arrives - for example on the state of roads, the user can integrate this information and perform new computations. The GIS takes the role of the user interface and acts as the main controller connecting the different components. All information is stored in a data base which allows fast operations on the data.

The prototype as described in [4] is based on the open source GIS Quantum GIS [29]. This GIS enables the integration of new capabilities over plug-ins written either in C++ or Python. Python is a scripting language which is easy to learn and use. Therefore, it was chosen for developing the plug-in. In addition, Python provides the NetworkX package which implements several graph-based algorithms and enables a fast development of new algorithms [24].

Already implemented modules include path planning, network flows for simple transportation, and supply chains. At the moment, new information concerning the state of the road network for example must be entered by the user. The user may block and thus exclude parts of the map. The information is passed to the modules and considered in the optimization. These plug-in modules may either be implemented with respect to the core application or – more flexibly – be realized using e.g. web services. This requires the core application following the service oriented architecture paradigm in order to being able to integrate external (web-)services.

Figure 6, taken from [15] shows a simple example. Considered is the first scenario which focuses on San Francisco. It is assumed that the earthquake caused a raging blast which lead to the declaration of unsafe areas which is shown in orange in Figur 6. This area cannot be used anymore for any evacuation purposes. Declaring areas unsafe may result in a complete replanning of the evacuation plans. Previously, the yellow path was the shortest path. However, now it traverses the unsafe area and has therefore become infeasible. The green route indicates a new safe path for evacuation. As this example indicates, planning should take uncertainty and the dynamic nature of the environmental conditions into account. Otherwise, an evacuation could have been started using the yellow path with people moving towards unsafe regions who may be difficult to alert and warn. This is the situation for which specialized approaches like e.g. the slime-mould based planner, SLIMO, were developed.

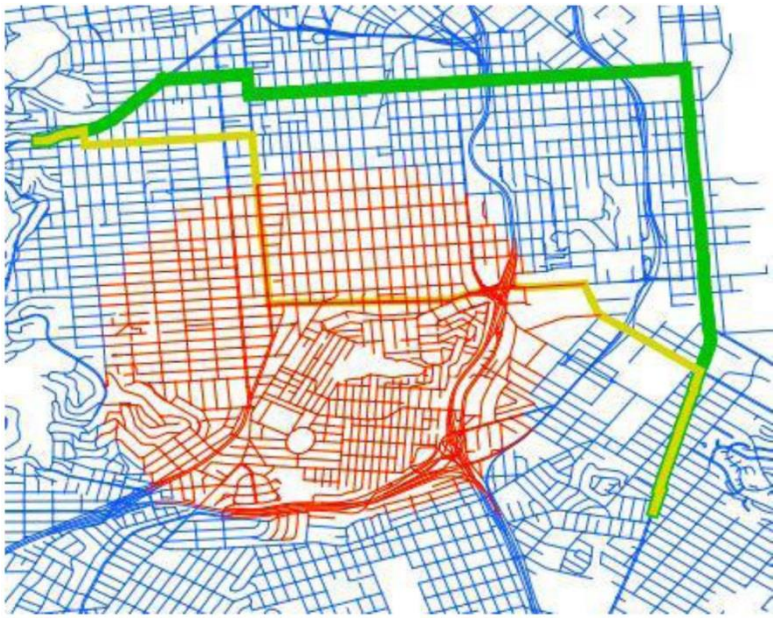


Figure 6: Shortest path determination with blocked regions.

5 New Approaches for Complex Systems – Integrated Reachback Systems and Control Towers

Such a holistic decision support approach supports the flexible coordination between multiple disciplines and responsibilities to create an optimal operational picture. Therefore Operations Research is central in the area of IT-supported process optimization as well as issues regarding decision and game theory/strategic planning, particularly with a view to the background of service-orientated "reachback"-conceptions: The so-called IRIS (Integrated Reachback Information System)-approach focuses on the development of a technical platform that seeks to support the effective and efficient application and integration of soft and hard OR techniques within a distributed decision environment like the SLIMO approach developed in [13].

In order to analyze now such complex adaptive systems on that platform, agent-based modeling and simulation is an appropriate methodology. Agent-based modeling and simulation are an approach for modeling real world systems that are of complex and adaptive nature, such as an adaptive supply chain network. They enable to design each single actor of a supply chain network individually, based on their own decision rules. Moreover, it allows simulating the aggregate behavior of these heterogeneous organizations. In this way, emergent, non-linear behavior can be captured. To adapt as flexibly as possible to unexpected changes, information along a supply chain network has to be visible. Yet, achieving visibility in a supply chain network still remains a problem. A new approach to overcome this difficulty represents the concept of a supply chain control tower which should be embedded in the global reachback concept in the future via a special service-orientated approach [27]. Based on these concept we intend to develop a special datafarming model which is able to simulate the integration of such a control-tower figuration, esp. for the surveillance, cuing and tracking process within the pre-desaster planning phase. These is an extension of the classical datafarming example which consists of a logistic problem for a supply chain.

6 Conclusions and Outlook

The environment in humanitarian operations may be extremely perilous endangering human life and threatening the loss of homes, goods and materials. Therefore, the tasks the decision makers are faced with are complex and challenging. Information may be scarce, wrong and dynamically changing. Most disasters are spatio-temporal phenomena.

Disaster relief in case of large scale disaster requires situational awareness and the efficient coordination of a large number of organizations and aid workers. Collaboration between different teams is usually ensured by different software tools. All software tools involved should communicate with each other, and the integration of new functionalities must be achieved in a simple, flexible and efficient way. Agility, modularity, ease of integration, technology independence and reusability should be the main characteristics of the entire system's architecture. SOA natively supports these characteristics and much more, allowing a system in which processes and services are completely flexible and can be rapidly created, configured, rearranged, and exchanged as required. These features of a SOA accommodate the demands for an efficient information handling and reaction time.

In this paper, a prototype of an integrated decision support system is presented. The system addresses various decision problems in the pre-disaster planning phase as well as the post-disaster response phase. It implements several Operations Research methods. In addition, it explorest he design concept of a service-oriented disaster management system. Future developments aim at an integration of

specially adapted methods to deal with dynamic information updates. In addition, we will fully switch to a service-oriented architecture since most problems that appear in Humanitarian Operations Research are hard and require vast resources to solve. This concerns also the use of agent-based models together with red teaming. Using the concept of services enables to redelegate the computationally intensive tasks of solving the problems to computing clusters making the system much more efficient.

7 Acknowledgements

The article is a revised and extended version of [15].

8 Literature

[1] Altay, N.; Green, W. G. (2006): OR/MS research in disaster operations management, European Journal of Operational Research, Volume 175, Issue 1, pp. 475-493.

[2] Balcik, B.; Beamon, B; Krejci, C.; Muramatsu, K.; Ramirez, M. (2010): Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities, International Journal of Production Economics, Volume 126, Issue 1, pp. 22-34.

[3] Balcik, B.; Beamon, B.; Smilowitz, K. (2008): Last Mile Distribution in Humanitarian Relief, Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations, Vol. 12, No. 2, pp. 51-63.

[4] Baumgärtner, D.; Eberle, T.; Lewerenz, P. (2013): Development of a Geoinformation System for OR-based Decision Support. In: Kropat, E. et al. (2013).

[5] Beamon, B.; Balcik, B. (2008): Performance measurement in humanitarian relief chains, International Journal of Public Sector Management, Vol. 21, Issue 1, pp. 4 - 25.

[6] Bugheanu, R.; Dumitrascu, M.; Mihelcic, G.; Pickl, S. (2008): A Service Oriented Approach (SOA) to the IT-based Protection of Critical Infrastructures - A First Approach to Integrate SOA into a Complex Operational Analysis within Risk Assessment and Risk Management Processes. In Critical Infrastructure Protection: Metrics and Tools. Naval Postgraduate School Monterey, June 5-7, 2008, Monterey, USA.

[7] Caunhye, A.; Nie, X.; Pokharel, S. (2012): Optimization models in emergency logistics: A literature review. Socio-Economic Planning Sciences, Volume 46, Issue 1, pp. 4-13.

[8] COIN-OR (2013): Computational Infrastructure for Operations Research http://www.coin-or.org/ (Last accessed: 29th August 2013).

[9] Erl, Th. (2005): Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design. 1. Ed., Prentice, Hall, Upper Saddle River, NJ.

[10] International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies Haiti: Earthquake Operations Update No. 5, 9 February 2010.

[11] Juric, M. B.; Loganathan, R.; Sarang, P.G. (2007): SOA Approach to Integration. Packt Publishing, Birmingham.

[12] Kropat, E. (2013): Humanitarian Operations Research – Decision Support for Crisis and Disaster Operations. Course materials. International Summer School "Achievements and Applications of

Contemporary Informatics, Mathematics and Physics" (AACIMP 2013), National Technical University of Ukraine, Kyiv Polytechnic Institute (KPI), August 1-17, 2013, Kiev, Ukraine.

[13] Kropat, E.; Meyer-Nieberg, S. (2014): Slime Mold Inspired Evolving Networks under Uncertainty (SLIMO). To appear in the Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on Systems Sciences, January 6-9, 2014, Waikoloa, Big Island, Hawaii

[14] Kropat, E.; Meyer-Nieberg, S.; Mihelcic, G.; Pickl, S. (2013): OR-based Decision Support for Crisis and Disaster Operations – The San Francisco Scenario. Seminar report. University of the Federal Armed Forces Munich.

[15] Kropat, E.; Meyer-Nieberg, S.; Mihelcic, G.; Pickl, S. (2013): Operations Research for Crisis and Disaster Operations – A Testbed for Teaching and Research. To appear in B. Hellingrath, D. Link, A. Widera (eds.): "Managing Humanitarian Supply Chains - Strategies, Practices and Research".

[16] Kropat, E.; Özmen, A.; Weber, G.-W.; Meyer-Nieberg, S.; Defterli, O. (2013): Fuzzy Evolving Networks und Fuzzy Regression Analysis for Two-Modal Regulatory Systems – Prediction Strategies for Fuzzy Target-Environment Networks. Submitted to "Machine Learning Journal". Preprint No. 2013-11-28, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

[17] Krafzig, D.; Banke K. (2004): Enterprise SOA: Service-Oriented Architecture Best Practices. 1. Ed., Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA.

[18] Kung, J.-Y.; Chuang, T.-N. (2005): The Shortest Path Problem with Discrete Fuzzy Arc Lengths. Computers and Mathematics with Applications 49, pp. 263-270.

[19] Mamada, S.; Makino, K.; Fujishige, S. (2004): Evacuation Problems and Dynamic Network Flows. SICE Annual Conference in Sapporo, August 4-6, 2004, Hokkaido Institute of Technology, Japan.

[20] Meyer-Nieberg, S.; Kropat, E.; Bordetsky, A.; Pickl, S. (2013): Intercepting a Target with Sensor Swarms. 46th Hawaiian International Conference on System Sciences (HICSS-46), pp. 1222-1230.

[21] Meyer-Nieberg, S.; Kropat, E.; Pickl, S. (2013): Evolutionary Particle Filters: Model-free Object Tracking - Combining Evolution Strategies and Particle Filters. Proceedings of the International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES 2013), February 16-18, Barcelona, Spain, pp. 96-102

[22] Meyer-Nieberg, S.; Kropat, E.; Weber, P.D.: Dynamical Supply Networks for Crisis and Disaster Relief – Networks Resilience and Decision Support in Uncertain Environments. To appear in the Proceedings of the International Conference on Operations Research (OR 2013), September 1-3, 2013, Rotterdam, The Netherlands.

[23] Mihelcic, G.; Hu, B.; Pickl, S. (2012): A Service-oriented Approach to Efficient Decision Support. Proceedings of the International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES 2012), pp. 215-218.

[24] NetworkX (2013): High-productivity software for complex networks, http://networkx.github.io/ (Last accessed: 29th August 2013).

[25] Özdamar, L.; Demir, O. (2012): A hierarchical clustering and routing procedure for large scale disaster relief logistics planning, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 48, Issue 3, pp. 591-602.

[26] Paksoy, T.; Özceylan, E.; Weber, G.-W. (2013): Profit oriented supply chain network optimization. Central European Journal of Operations Research, 21, 2, pp. 455-478.

[27] Pjetraj, V. (2012): Adaptive Supply Chain, Agent-based modeling and simulation of supply chain visibility. Master Thesis UBw München, written at the Asia-Pacific Logistics Institute, Singapore.

[28] PuLP (2013): PuLP an LP modeler in python http://code.google.com/p/pulp-or/ (Last accessed: 29th August 2013).

[29] QGIS (2013): Quantum GIS Project http://www.qgis.org/ (Last accessed: 29th Au-gust 2013).

[30] de la Torre, L.E.; Dolinskaya, I.S.; Smilowitz, K.R. (2012): Disaster relief routing: Integrating research and practice. Socio-Economic Planning Sciences 46, pp. 88-97.

[31] Weber, P.D. (2013): Agent based modelling in a post disaster scenario. Technical report. University of the Federal Armed Forces Munich.

[32] Wohlgemuth, S.; Oloruntoba, R.; Clausen, U. (2012): Dynamic vehicle routing with anticipation in disaster relief, Socio-Economic Planning Sciences, Volume 46, Issue 4, pp. 261-271.

[33] Zhang, J.-H.; Li, J.; Liu, Z. (2012): Multiple-resource and multiple-depot emergency response problem considering secondary disasters, Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 12, pp. 11066-11071.

Teilkonferenz: Cyber-Physische Systeme: Geschäftsmodelle, Dienste, IT-Architekturen

Cyber-Physische Systeme (CPS) sind selbstoptimierende und rekonfigurative Systeme, die informationstechnische und physische Subsysteme mittels Kommunikationstechnik verknüpfen. Durch die Einbindung von Sensoren und Aktuatoren in ein digitales Gesamtsystem stellen CPS neuartige Systemfunktionen für die Informations-, Daten-, und Funktionsintegration zur Verfügung und ermöglichen so die Entwicklung vernetzter Wertschöpfungsszenarien wie z. B. Smart Factory und Smart Mobility.

Eine technische Voraussetzung für erfolgreiche CPS sind Dienste, die den Datenaustausch zwischen den Subsystemen des CPS ermöglichen. Das Verhalten der beteiligten Subsysteme kann nur eingeschränkt im Rahmen des Entwurfs vorherbestimmt werden. Technische, organisatorische und rechtliche Aspekte sind zu betrachten. Dies wirft Fragen der Gestaltbarkeit bzw. Emergenz der Subsysteme und des CPS auf. Die Beiträge dieser Teilkonferenz leisten einen Beitrag dazu, CPS besser zu verstehen und nutzen zu können. Carsten Böhle, Bernd Hellingrath, Ann-Kristin Cordes und Steffen Höhenberger entwickeln eine Referenzarchitektur für CPS, die durch die Integration verschiedener Sichten die Multidisziplinarität von CPS berücksichtigt. Sachin Karadgi, Manfred Grauer und Daniel Metz diskutieren in ihrem Beitrag, wie die technologischen Konzepte Event-driven Architecture und Complex Event Processing den Einsatz von CPS in der industriellen Fertigung fördern können.

Dezember 2013

Daniel Beverungen, Christian Janiesch, Steffen Lamparter, Martin Matzner

(Teilkonferenzleitung)

First Steps towards an Event-Driven Reference Architecture in Manufacturing

Sachin Karadgi and Manfred Grauer

Universität Siegen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 57068 Siegen,
E-Mail: {Sachin.Karadgi; Manfred.Grauer}@uni-siegen.de

Daniel Metz

FORCAM GmbH, 88045 Friedrichshafen, E-Mail: Daniel.Metz@forcam.com

Abstract

Manufacturing enterprises rely on hierarchical and centralized control structures. Nevertheless, researchers have proposed different decentralized and autonomous concepts, like Multi-Agent Systems (MAS). These concepts have been implemented to solve specific issues, but have not been well received by manufacturing enterprises. The concept of Cyber-Physical Systems (CPS) has recently received considerable attention among researchers as a means for accomplishing autonomous exchange of information, analysis of information, and subsequent triggering suitable actions. The presented research envisages an event-driven reference architecture in manufacturing to realize CPS based on Event-Driven Architectures (EDA) and Complex Event Processing (CEP). Finally, the architecture will be implemented as a prototype in a foundry.

1 Introduction

Today's enterprises are internally facing an increasing pressure to manufacture complex products with high quality, reduced lead times, low cost and small lot sizes, and at the same time increase shareholders' profitability. Likewise, the enterprises' external business environment is highly competitive, volatile and driven by uncertainties. The aforementioned requirements have resulted in a complex manufacturing environment. This environment can be characterized by fluctuating product demand, coexistence of different types of manufacturing, the execution of multiple orders on a single machine, strict deadlines, high complexity of product routings, changeover times highly dependent on production schedule, and the existence of (near) identical resources [28].

Manufacturing enterprises can be viewed from different perspectives – management science, control engineering and computer science. The presented research here concentrates on the computer science perspective. Additionally, manufacturing enterprises have adopted hierarchical control levels, as illustrated in Figure 1. These levels have been described in numerous standards, like VDI 5600 Part 1 [41] and IEC 62264-3 [13]. The objectives are set at the higher levels are then communicated to the levels below them, and the lower levels provide feedback to the levels above them. This will necessitate having multiple feedback loops within and across these hierarchical control levels [23].

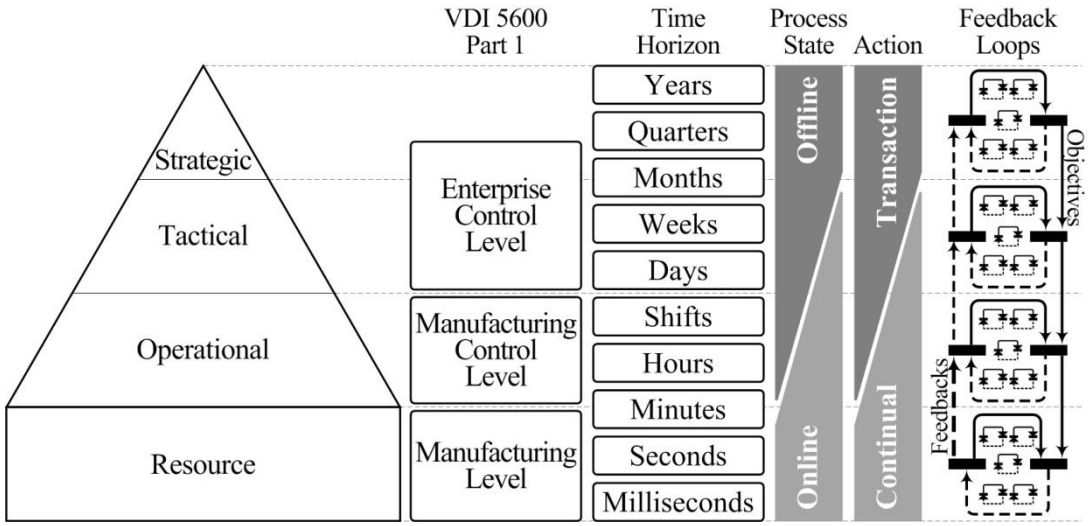


Figure 1: Hierarchical control levels of an enterprise, and their corresponding characteristics

The hierarchical levels are associated with different time horizons resulting in the temporal and semantic vertical integration gaps across different hierarchical levels. Research has been conducted to bridge these gaps [15, 27] and realize multiple feedback loops. Nonetheless, the developed approaches follow a central control approach, mostly using a Manufacturing Execution System (MES) as a mediator between enterprise applications, like the Enterprise Resource Planning (ERP) Systems and Supply Chain Management (SCM) Systems at the tactical level, and manufacturing resources at the resource level.

The events generated, especially by the (automated) machines, on the shop floor are managed by the machine itself in real-time, which provides a narrow perspective concerning products, production orders and machines. In reality, the manufacturing environment is about a complex interaction of processes and their corresponding resources. Thus, it is absolutely necessary to utilize the events from

different sources to realize a comprehensive view encompassing different machines, products, and production orders.

In this regards, the centralized control structures are wide-spread and well-proven. Nevertheless, adaptability and flexibility can be enhanced by introduction of decentralized and autonomous systems. Researchers assert that decentralization and autonomy are indispensable to address the previously listed characteristics of manufacturing environments [19, 35]. Numerous theories, concepts, and principles have been elaborated to realize decentralized and autonomous systems. However, these have not been fully adopted by manufacturing industry as the implementations addresses only few selected challenges of a manufacturing enterprise [5, 19, 36].

The presented research envisages an event-driven reference architecture in manufacturing based on the concept of Event-Driven Architectures (EDA), and the capabilities of Complex Event Processing (CEP). The paper is organized as follows. Section 2 presents related work surrounding decentralize and autonomous information systems, EDA, and CEP. The event-driven reference architecture in manufacturing is elaborated in Section 3. The envisaged architecture is been implemented as a prototype in a foundry and is described in Section 4. Finally, conclusion and future work are presented in Section 5.

2 Related Work

2.1 Decentralized and Autonomous Information Systems

Manufacturing enterprises are complex involving numerous interconnected processes and organizational structures that have ushered in hierarchical systems. Nonetheless, there are shortcomings, especially, with regards to the actions initiated against disturbances during execution of manufacturing processes [19]. Consequently, decentralized and autonomous systems have been envisioned [19], especially by merging physical resources and control systems [35].

Multi-Agent Systems (MAS) and Holonic Manufacturing Systems (HMS) split a complex system into decentralized systems, thus reducing the overall complexity of the manufacturing control task [40, 43]. Each system is autonomous, i.e., attempts to achieve its objectives and reach a local optimum, and at the same time the distributed systems communicate with each other to achieve enterprise objectives [19]. Additionally, researchers have opinion that MAS and HMS complement each other as MAS focuses on implementation and HMS concentrates on conceptual issues [24]. Likewise, there are other paradigms to realize decentralized and autonomous systems, like Service-Oriented Architecture in manufacturing (SOAm) (see Manufacturing 2.0 [25]), Fractal Manufacturing Systems (FMS) [4, 38], and Bionic Manufacturing System (BMS) [4, 38], among others.

Extensive research has been carried out on decentralized and autonomous systems, and has been implemented in industrial scenarios, especially for production planning and control [2, 5, 18, 36]. For instance, the concept of MAS has been implemented to optimize material flow on the shop floor [36]. Likewise, the principles of agent-based MAS have been applied and validated to control flexible transfer line of cylinder heads at DaimlerChrysler, Germany [5]. Nonetheless, these concepts have not been adopted widely by manufacturing enterprises. For instance, many of the implementations of MAS and HMS attempt to solve certain problems [18]. Similarly, there exists criticism that there are nearly no (industrial) proofs of the applicability and promised benefits of MAS [36]. In short, most researchers have come to the conclusion that hierarchical systems have to be sustained and supplemented by decentralized and autonomous systems [28, 35, 38].

Researchers have proposed solutions to realize intelligent manufacturing. For instance, a product can be transformed into a smart product by equipping it with Radio Frequency Identification (RFID) transponders, and supported with necessary information processing capabilities [35, 45]. Furthermore, the recent developments in the decentralized and autonomous systems, especially, point to Cyber-Physical Systems (CPS) that "refer to the tight conjoining of and coordination between computational and physical resources" [30]. A CPS bridges the cyber-world of computing and communications with the physical world [32]. CPSs are "physical and engineered systems whose operations are monitored, coordinated, controlled and integrated by a computing and communication core" [32]. Decentralized and autonomous systems for manufacturing processes are envisioned that capitalize on future CPS. Currently, research and development on CPS, especially, towards intelligent manufacturing control is in its infancy, which can be judged by the recent call-for-proposals in Germany [1, 14].

The paradigm of agents and holons can be adapted and integrated along with the EDA and CEP to realize autonomous exchange of information, analysis of information, and subsequent triggering suitable actions – reactive as well as proactive. The integration is part of the event-driven reference architecture, which is elaborated in Section 3.

2.2 Event-Driven Architecture

EDA can be defined as "an architectural style in which components are event driven and communicate by means of events" [22]. It contains different architectural elements necessary to broadcast an event immediately to all the interested receivers [26, 37]. Furthermore, identification, broadcasting, processing and utilization of events can be realized employing different components.

Event producer is a component in which the events originate and are responsible to publish events along with its data [29, 37]. These events are pushed to multiple event listeners [37] and the event producers are unaware of event listeners [29]. Event listeners receive only subsets of events in which they are interested [37]. Apart from listening to a subset of events, event listeners should be capable of analyzing the incoming events [26, 37].

The analysis of the incoming events will be handled by the event processor [37]. The outcomes of an event processor are event reactions, which can be a combination of do nothing, displaying warning messages, initiating pre-defined actions, and triggering new events. The aforementioned components of EDA communicate via a messaging backbone [37], communication mechanism [29], or an event channel [22]. The messaging backbone encompasses multiple hardware components, software modules, network protocols and messaging formats [37].

EDA provides an ideal platform to acquire events from the shop floor and enterprise applications, and realize a decentralized and autonomous control structure. Nonetheless, EDA does not provide details about the implementation, which might require heterogeneous systems and applications. For instance, the events can be acquired in real-time from the Programmable Logic Controller (PLC) of automated machines by employing OPC (OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control) standards [31], and pushed to different event receivers, especially MES.

2.3 Events and Event Processing

Events are ubiquitous, which encompasses three aspects [20]: event form indicates the data associated with an event; event significance denotes an activity/operation; and event relativity describes the relationships with other events. Events can be classified as simple-, derived- and complex-events, which is based on the abstraction levels, i.e., amount of information available for decision making

[20]. Events are triggered randomly, which necessitates establishing relationships between events based on time, causality and aggregation [20].

The aforementioned relationships are used to create events with higher abstraction and overcome temporal reasoning [21]. In this regard, event patterns are necessary to create events with higher abstraction levels [3] and/or trigger predefined action [22] via the reactive rules whenever the patterns are matched [20]. The event patterns are defined using the Event Processing Language (EPL) and from the computer science perspective, these patterns are encoded as Event Processing Agents (EPAs). The EPAs can be organized into networks and communicate with each other to form Event Processing Networks (EPNs) [7]. The EPNs can be nested and recursive to represent the complex manufacturing processes [7].

Event processing has been extensively adapted by financial trading, telecommunication, and other related industries in comparison to manufacturing [42]. Nevertheless, research articles can be found employing event processing in manufacturing [44, 46]. Likewise, MES software vendors mention usage of event processing on their website [39]. The aforementioned concept of event processing provides a way to realize the event processor component of EDA. The event patterns ensure mechanism to define and update situations in flexible manner without stopping the main applications.

3 Methodology

An event-driven reference architecture for enabling the vertical integration, and enhancing online monitoring and control of manufacturing processes has been developed and implemented [8, 9, 11], as illustrated in Figure 2. The architecture is loosely based on the concept of MES while considering different characteristics and requirements of a manufacturing enterprise. This architecture encompasses following components:

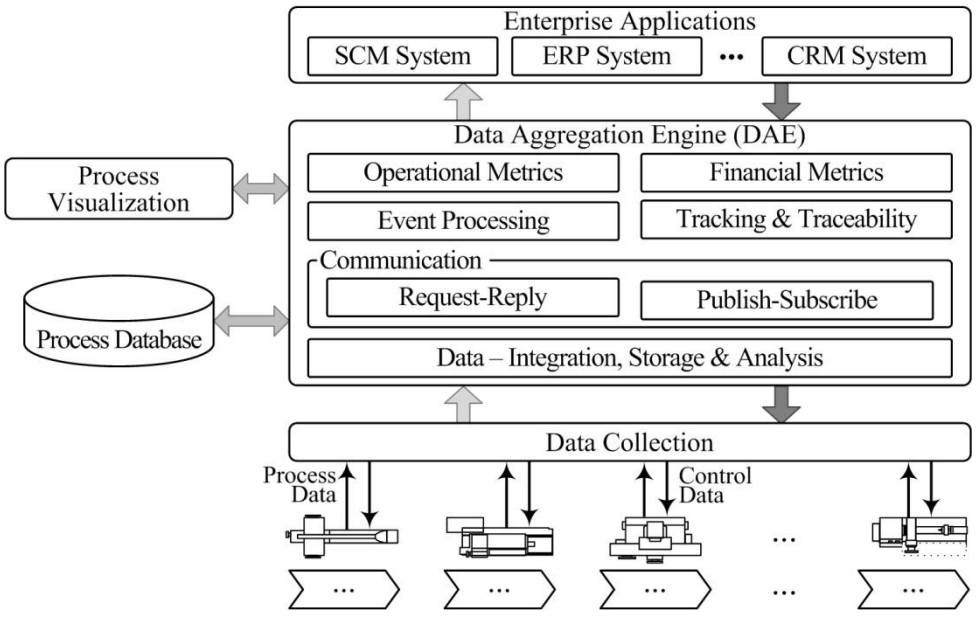


Figure 2: Event-driven reference architecture in manufacturing, adapted from [8, 9, 11]

- Process data, i.e., events, are collected from the automated machines, preferably by employing OPC standards to realize integration of physical resources located at the manufacturing level. These machines employ different communication protocols like Modbus, Profibus, and Profinet.

- Data Aggregation Engine (DAE) located at manufacturing control level for relating transactional data from enterprise control level and real-time process data from manufacturing level. DAE facilitates creation and management of tracking of enterprise entities. Finally, DAE implements centralized real-time reactive, i.e., feed backward, and proactive, i.e., feed forward, control of manufacturing processes using a CEP engine, and subsequently, dispatching the control data to achieve strategic objectives of an enterprise.
- Process visualization clients provide interfaces for displaying real-time process data, tracking information, real-time performance measurements, messages, and support forward and backward traceability of enterprise entities, among others.

The architecture is indispensable for the establishment of closed loop monitoring and control of manufacturing processes, and realization of knowledge feedbacks within and across various enterprise levels. However, the architecture employs a centralized control structure. Thus, it is essential to include autonomous exchange of information, analysis of information, and subsequent triggering suitable actions as part of the reference architecture to realize CPS.

The inclusion of autonomous exchange of information, analysis of information, and subsequent triggering suitable actions can be viewed from two perspectives that dictate way the enterprise objectives are achieved. The production order (or product) perspective is highly suitable when the manufacturing enterprise adheres to the logic of job-shop production, i.e., a production order will control its production routing. Likewise, the automated machine perspective is extremely appropriate when the resources manage different production orders. In reality, manufacturing enterprise includes different types of manufacturing facilities, which necessitates having both these perspectives implemented.

The concept of autonomous products and the item-centric manufacturing has been proposed in [33–35]. The products have to be equipped with Radio Frequency Identification (RFID) transponders [35, 45], which can be uniquely identifiable. Further, suitable hardware (e.g., RFID reader) are necessary for localization, and communication with other products, and software for processing the information [35]. However, this approach has some limitations, like feasibility.

In contrast, automated machines can virtually assign UID tags to its products. The process data, i.e., events, generated during the execution of an operation associated with the product can be acquired from resources along with the UID, and create a virtual image of the product. This concept is borrowed from tracking, where IEC 62264-3 identifies tracking as "activity of recording attributes of resources and products through all steps of instantiation, use, changes and disposition" and is considered as real-time activity. The concept of tracking is similar to agents and holons as in MAS and HMS respectively, but without any intelligence. Likewise, a virtual image of a production order can be created and corresponding products can be associated with it, as illustrated in Figure 3.

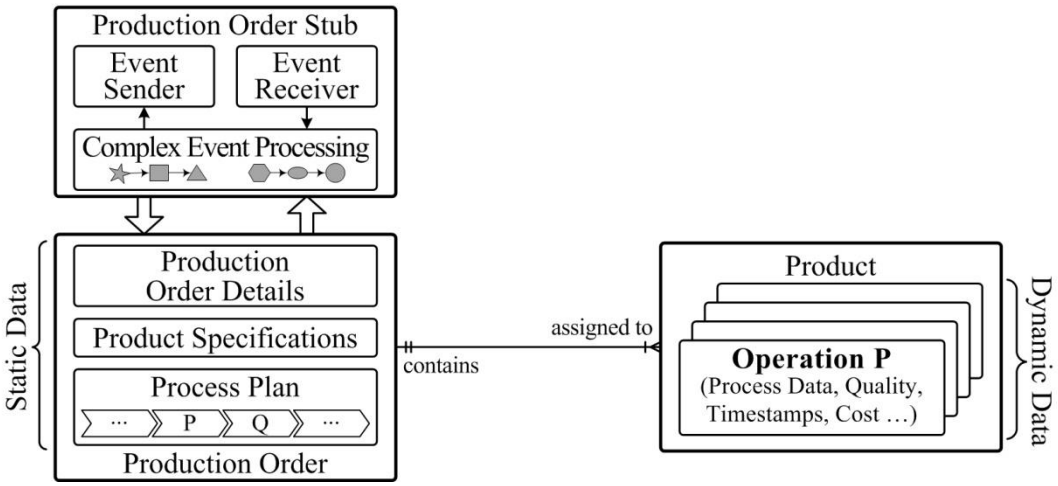


Figure 3: Simplified view of a virtual image of a production order and its production order stub

The virtual images can be also created for the product that employs RFID and other identification techniques. The virtual images of production order shall be updated whenever a new operation is performed on the products. In addition, events and feedbacks are appended to the corresponding virtual images. The presented research focuses on managing production orders rather than individual products. This is mainly due to the fact that activities, like setup/changeover and production order handling, need to be performed at the batch level.

The virtual images of production order have to be made autonomous. Subsequently, production order specific context awareness and decision making are realized by exploiting CEP provided by the production order stub. The necessary situations specific to production orders and reactive rules can be acquired by structured interviews with plant managers and supervisors, identified from product specifications, and using data mining techniques. These situations and the reactive rules can be stored in a database and loaded as event patterns in the CEP engine. Additionally, the virtual images of production order shall communicate with the other virtual images, and centralized control components via event sender and event receiver. The communication shall be based purely on the principles of EDA, i.e., publish-subscribe.

The aforementioned concept is not highly effective when the automated machines are located along the production line where the product routing employs First In, First Out (FIFO) principle. These machines can communicate with its immediate upstream, downstream and supporting machines based on be-spoke solutions. This will lead to partial context awareness of production orders and corresponding products. Additionally, the machine itself fulfills the requirements of (hard) real-time feedback loops [17], especially using PLC, sensors and actuators, as depicted in Figure 4. A PLC is identified as a small special purpose industrial computer with a memory, and multiple input and output modules [12]. However, the feedback loops are internal to the machine. Hence, it is indispensable that each automated machine has comprehensive view of other automated machines and provides (soft) real-time feedback loops encompassing the different machines, enterprise levels, and production orders with the intention to improve the efficiency and effectiveness of the manufacturing process.

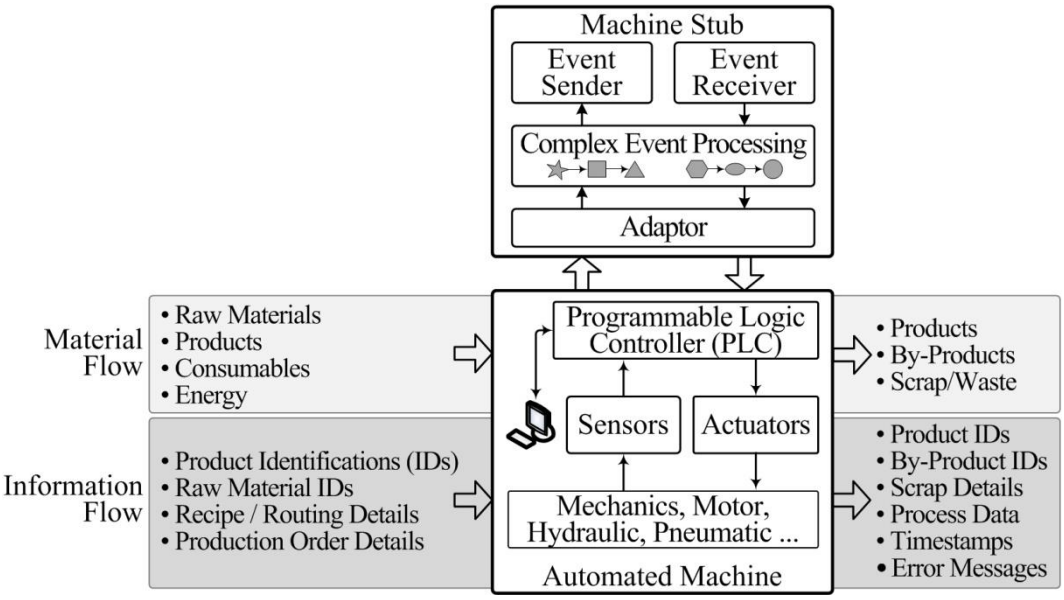


Figure 4: Representation of a virtual image of an automated machine and corresponding machine stub

An automated machine manages not only the physical product, but also the corresponding information as shown in Figure 4. The information flowing through the machine can be acquired from PLC, RFID, barcode scanners, and so forth. Additionally, there is machine stub located on top of the automated machine, especially PLC, to realize decentralized and autonomous systems. An adapter is employed to exchange process data and control data with the PLC. These process data can be interpreted as an event stream that can either be published via an event sender, or analyzed by a local CEP engine. This CEP engine can also receive external events denoting environmental context information via an event receiver. These events can be related (e.g., temporally, causal) to each other. Hence, critical process situations can be detected and appropriate (re-) actions can be deduced by the CEP engine. The actions can be reactive and proactive [10]. For instance, quality issues at an automated machine can be sent to the upstream automated machines indicating to adjust their production rate or modify process parameters.

The situations and rules can be stored in a database and loaded as event patterns in CEP engine. On detection of a situation, several (re-) actions can be (simultaneously) invoked. The reactions depends on the event type, which, in most of the cases, can be a combination of do nothing, displaying warning messages on a Human Machine Interface (HMI), initiating pre-defined actions (e.g., transmission of suitable control data to the machine's PLC, rescheduling of production orders), and triggering new events signifying critical situations with higher abstraction levels.

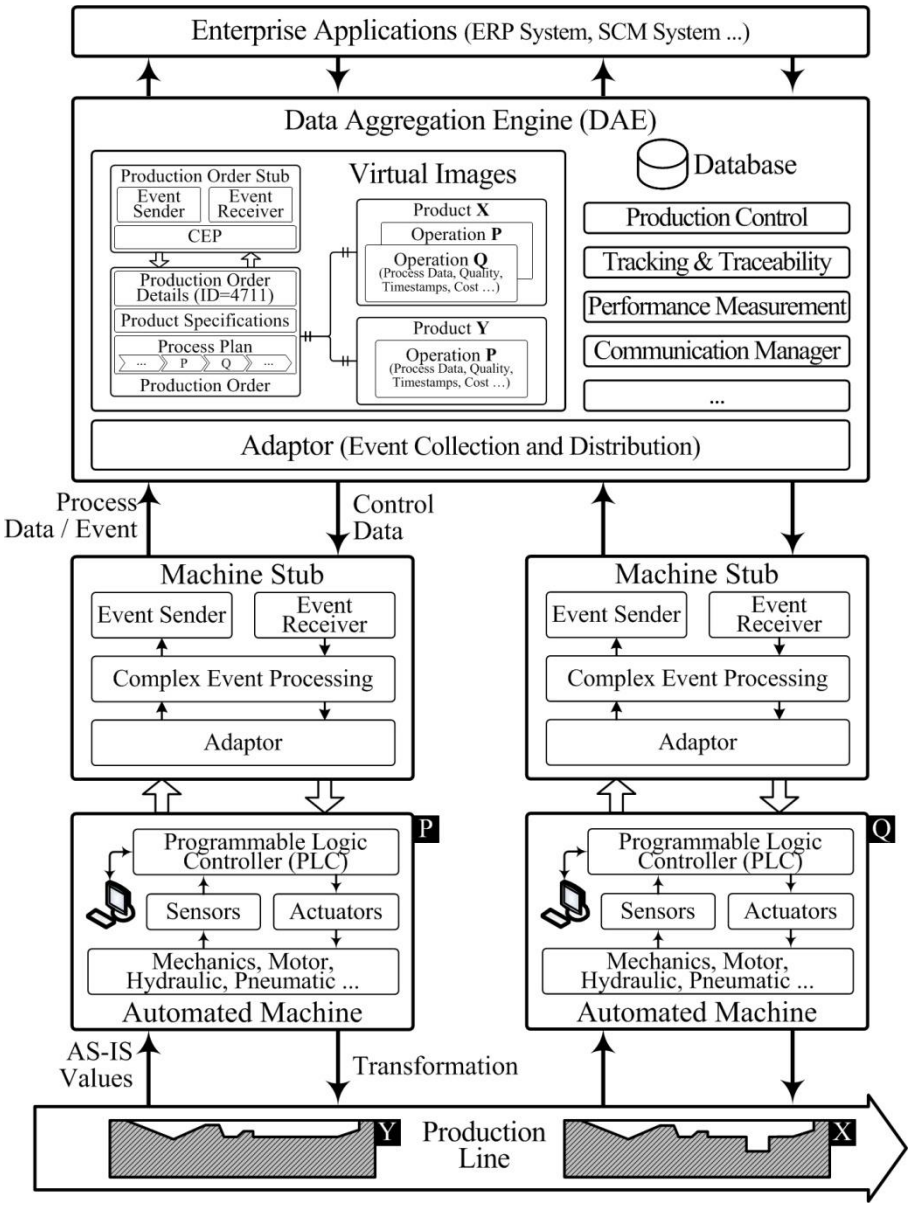


Figure 5: Vertical integration of virtual images of machine and production order stubs in the event-driven reference architecture for manufacturing

The combination of automated machine and machine stub will lead to a creation of CPS. The envisaged automated machine and the production order along with their stubs can be integrated with the previously mentioned event-driven reference architecture (see Figure 5). The exchange of process data or events between the machine stubs and DAE follows publish-subscribe communication pattern. This pattern provides an extremely loose coupling of (software) components, thus enables a plug-and-play mechanism. Each individual production order and its products are marked with a UID, which is used to identify the corresponding virtual images. Virtual images are managed in a virtual image management component, which is part of DAE and are completely managed in main memory to achieve low latencies for updating and requesting of virtual product images.

4 Industrial Case Study

The methodology elaborated in Section 3 is been put into practice by a prototype in a foundry dealing with sand casting processes. These processes are performed by state-of-the-art automated machines. The molds/castings are considered as discrete that are physical moved and sequentially operated by different automated machines located along the production line. Thus, the production line can be viewed as a flow line production that follows the FIFO principle. Further, the molding machine is considered as the master of the production line.

The prototypical implementation is based on the Microsoft™ .NET framework 4.0, and NEsper CEP engine [6]. A centralized control system has been established utilizing the NEsper CEP engine and the rules necessary for context-awareness are gathered from plant managers and supervisors via structured interviews. Additionally, numerous performance metrics are computed in real-time and different data analysis are carried out, and presented to enterprise members via process visualization clients. This has resulted in reduction of average cycle time by 18%, and increase of throughput by 18% and the corresponding production time reduced by 4%. These improvements are in agreement with the practitioners [16].

The virtual images of production orders and their corresponding products have been implemented. These images have been used to generate reports to realize real-time monitoring and control of sand casting processes. For instance, a quick glance at the process visualization client by the plant manager will know the status of a production order. However, the production order stub has not been implemented as it was necessary to focus on developing the machine stubs due to the constraints imposed by the production line. Here, the implementation extensively focusing on the molding machine is been carried out. Since the machine stub is an add-on, the implementation has been conceptualized with the supplier of the molding machine.

5 Conclusion and Future Work

Decentralized and autonomous information systems are necessary to address the issues surrounding the internal and external environment of manufacturing enterprises. In this regards, numerous concepts have been elaborated, like MAS and HMS. These concepts have been implemented and tested in research laboratories. Lately, researchers have envisioned the concept of CPS as a means to realize autonomous exchange of information, analysis of information, and subsequent triggering suitable actions.

In the presented research, a methodology is elaborated that attempts to realize CPSs based on EDA and CEP. The events generated on the shop floor can be exploited to realize decentralized control employing publish-subscribe communication paradigm. Similarly, state-of-the-art CEP assists to accomplish autonomous control for CPS. The realization of the aforementioned control of manufacturing processes consists of the creation of virtual image of production orders along with the production order stub. The events related to products that originate from different enterprise levels are summarized in the virtual product images. The production order stub assists in establishing communication with other virtual images, and initiate appropriate reactions to events via its CEP component by identifying predefined situations. Likewise, machine stubs are installed on these machines that can communicate with the machines on shop floor and other manufacturing support systems. The machine stub, which encompasses a CEP engine, has capabilities to analyze the events to identify predefine situations and react in a suitable way to realize enterprise objectives.

The aforementioned concepts of production order along with its products, and automated machine are integrated in the event-driven reference architecture. This architecture provides a centralized monitoring and control of manufacturing processes. The integration assist, in additionally to centralized control, to realize autonomous exchange of information, analysis of information, and subsequent triggering suitable actions via the stubs located in the production order and automated machine. The architecture has been implemented in a foundry. Progress is being made along with the vendor of molding machine to implement the machine stub. Future, it is planned to extend the concept of machine stub for the automated furnaces and pouring ladles.

6 Acknowledgments

The authors are thankful to Ohm & Häner Metallwerk GmbH & Co. KG, Germany, especially Dr. G. Dieckhues, for the opportunity to implement and validate the elaborated concepts in a casting enterprise. Additionally, the authors would like to acknowledge M. Dietrich from Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH for his support to implement the machine stub.

7 Literature

[1] acatech (2011). Cyber-physical systems: Driving force for innovation in mobility, health, energy and production. acatech Position Paper, Springer, Berlin.

[2] Adam, E; Berger, T; Sallez, Y; Trentesaux, D (2011). Role-based manufacturing control in a holonic multi-agent system. International Journal of Production Research 49(59):1455–1468.

[3] Chandy, KM; Schulte, WR (2010). Event processing: Designing it systems for agile companies. McGraw Hill, New York.

[4] Christo, C; Cardeira, C (2007). Trends in intelligent manufacturing systems. In: IEEE International Symposium on Industrial Electronics.

[5] Colombo, A; Schoop, R; Neubert, R (2006). An agent-based intelligent control platform for industrial holonic manufacturing systems. IEEE Transactions on Industrial Electronics 53(1):322–337.

[6] EsperTech (2013). EsperTech Event Stream Intelligence. http://www.espertech.com. Accessed on 19.08.2013.

[7] Etzion, O; Niblett, P (2011). Event processing in action. Manning, Greenwich.

[8] Grauer, M; Karadgi, S; Metz, D (2011). Enhancement of transparency and adaptability by online tracking of enterprise processes. In: 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Zurich, Switzerland.

[9] Grauer, M; Karadgi, S; Metz, D; Schäfer, M (2010). Real-Time Enterprise – Schnelles Handeln für produzierende Unternehmen. Wirtschaftsinformatik & Management 2010-5:40-45.

[10] Grauer, M; Karadgi, S; Müller, U; Metz, D; Schäfer, W (2010). Proactive control of manufacturing processes using historical data. In Setchi, R; Jordanov, I; Howlett, R; Jain, L (Eds.), Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, LNCS 6277: 399–408, Springer, Berlin.

[11] Grauer, M; Seeger, B; Metz, D; Karadgi, S; Schneider, M (2011). About adopting event processing in manufacturing. In: Cezon, M; Wolfsthal Y (Eds.), Towards a Service-Based Internet. ServiceWave 2010 Workshops, LNCS 6569:180–187, Springer, Berlin.

[12] Habermann, M, Weiss, T (2009). STEP®7 - Crash Course. VDE Verlag, Berlin.

[13] IEC 62264-3 (2008). Enterprise-control system integration – Part 3: Activity models of manufacturing operations management.

[14] Kagermann, H; Wahlster, W; Helbig, J (Eds.) (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, acatech – National Academy of Science and Engineering, Germany.

[15] Karnouskos, S; Baecker, O; de Souza, LM; Spiess, P (2007) Integration of SOA-ready networked embedded devices in enterprise systems via a cross-layered web service infrastructure. In: IEEE Conference on Emerging Technologies & Factory Automation.

[16] Kletti, J (2007). Manufacturing execution systems - MES. Springer, Berlin.

[17] Kopetz, H (2011). Real-time systems series. Springer, Boston.

[18] Lee, JH; Kim, CO (2008). Multi-agent systems applications in manufacturing systems and supply chain management: A review paper. International Journal of Production Research 46(1):233–265.

[19] Leitão, P (2009). Agent-based distributed manufacturing control: A state-of-the-art survey. Engineering Applications of Artificial Intelligence 22(7):979–991.

[20] Luckham, DC (2007). The power of events: An introduction to complex event processing in distributed enterprise systems. 5th Edition. Addison-Wesley, Boston.

[21] Luckham, D. C. (2012). Event processing for business: Organizing the real-time enterprise. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.

[22] Luckham, DC; Schulte, WR (2011). Event Processing Glossary: Version 2.0. Event Processing Technical Society. http://www.complexevents.com. Accessed on 07.05.2012.

[23] Lynch, RL; Cross, KF (1999). Measure up! Yardsticks for continuous improvement. 2nd Edition. Blackwell, Malden.

[24] Mařík, V; Fletcher, M; Pěchouček, M (2002). Holons & agents: Recent developments and mutual impacts. In: Mařík, V; Štěpánková, O; Krautwurmová, H; Luck, M (Eds.), Multi-agent systems and applications II, LNCS 2322:233–267, Springer, Berlin.

[25] MESA (2010). SOA in manufacturing guidebook. Chandler, AZ.

[26] Michelson, B (2006). Event-driven architecture overview. Patricia Seybold Group, Boston.

[27] Molina, A; Panetto, H; Chen, D; Whitman, L; Chapurlat, V; Vernadat, F (2007). Enterprise integration and networking: Challenges and trends. Studies in Informatics and Control 16(4):353–368.

[28] Mönch, L (2006). Autonome und kooperative Steuerung komplexer Produktionsprozesse mit Multi-Agenten-Systemen. Wirtschaftsinformatik 48(2):107–119.

[29] Mühl, G; Fiege, L; Pietzuch, P (2006). Distributed event-based systems. Springer, Berlin.

[30] U. S. National Science Foundation (2009). Cyber-Physical Systems (CPS). Program Solicitation.

[31] OPC Foundation (2013). OPC - The Interoperability Standard for Industrial Automation & Other Related Domains, http://www.opcfoundation.org. Accessed on 04.12.2013.

[32] Rajkumar, R; Lee, I; Sha, L; Stankovic, J (2010). Cyber-physical systems: The next computing revolution. In: Design Automation Conference.

[33] Rönkkö, M (2006). A model for item centric material control in manufacturing. Master Thesis, Helsinki University Of Technology, Sweden.

[34] Rönkkö, M; Kärkkäinen, M; Holmström, J (2007). Benefits of an item-centric enterprise-data model in logistics services: A case study. Computers in Industry 58(8-9):814–822.

[35] Scholz-Reiter, B; Freitag, M (2007). Autonomous processes in assembly systems. CIRP Annals - Manufacturing Technology 56(2):712–729.

[36] Sundermeyer, K; Bussmann, S (2001). Einführung der Agententechnologie in einem produzierenden Unternehmen — Ein Erfahrungsbericht. Wirtschaftsinformatik 43(2):135–142.

[37] Taylor, H. A; Phillips, L; Martinez, F (2009). Event-driven architecture: How SOA enables the real-time enterprise. Addison-Wesley, NJ.

[38] Tharumarajah, A; Wells, A; Nemes, L. (1998) Comparison of emerging manufacturing concepts. In: IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics.

[39] TIBCO Software (2013). TIBCO BusinessEvents. TIBCO Software Inc. http://www.tibco.com. Accessed on 19.08.2013.

[40] van Brussel, H; Wyns, J; Valckenaers, P; Bongaerts, L; Peeters, P (1998). Reference architecture for holonic manufacturing systems: PROSA. Computers in Industry 37(3):255–274.

[41] VDI 5600 Part 1 (2007). Manufacturing Execution Systems (MES). Beuth Verlag GmbH.

[42] Vidackovic, K; Renner, T; Rex, S (2010). Market overview real-time monitoring software: Review of event processing tools. Fraunhofer Verlag, Stuttgart.

[43] Urbano, PG de A; Wagner, T; Göhner, P (2003). Softwareagenten - Einführung und Überblick über eine alternative Art der Softwareentwicklung. Teil 1: Agentenorientierte Softwareentwicklung. Software-Engineering/Agenten 11:57–63.

[44] Walzer, K; Rode, J; Wunsch, D; Groch, M (2008). Event-driven manufacturing: Unified management of primitive and complex events for manufacturing monitoring and control. In: 7th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems.

[45] Zäh, M; Ostgathe, M; Lau, C; Wiesbeck, M (2009). Adaptive, product-based control of production processes. In: Zäh M; (Ed.), 3rd International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2009).

[46] Zhang, Y. H; Dai, Q. Y; Zhong R. Y (2009). An extensible event-driven manufacturing management with complex event processing approach. International Journal of Control and Automation 2(3):1-12.

Towards a Common Reference Architecture for the Multidisciplinary Subject of Cyber-Physical Systems

Carsten Böhle

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster, E-Mail: carsten.boehle@wi.uni-muenster.de

Bernd Hellingrath

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster, E-Mail: bernd.hellingrath@wi.uni-muenster.de

Ann-Kristin Cordes

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster, E-Mail: ann-kristin.cordes@wi.uni-muenster.de

Steffen Höhenberger

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster, E-Mail: s.hoehenberger@uni-muenster.de

Abstract

Cyber-physical systems (CPSs) represent an emerging domain which has a huge future potential regarding economic efficiency, security or the simplification of life. However, there are many scientific disciplines included in the realization of a CPS. Although there already exists a variety of literature regarding CPS, articles mainly address specific concerns of only one discipline or regard concerns of several disciplines separately. Actually, little effort has been conducted regarding the integration of concerns of several disciplines, even though this constitutes a critical factor for the multidisciplinary development of successful CPSs. In order to accost this gap, high-level discipline-specific views of involved main disciplines on CPS are developed based on existing literature and integrated into a common, accessible reference architecture across disciplines.

1 Introduction

The domain of cyber-physical systems (CPSs) has a great future potential for improving several areas of today's world, for instance economics, security or just everyday life. Since cyber-physical systems are a very young research domain, the scientific literature is still in the beginning. Indeed there are many loosely articles regarding CPSs available, but a prevalent research agenda as a basis is lacking. Furthermore, many scientific disciplines are involved in the realization of CPSs. Therefore, no discipline is able to cover all aspects of this domain by itself. According to POOVENDRAN [19], a multidisciplinary approach for scientific research is needed to address the subject of CPSs.

This multidisciplinary approach requires a common comprehension of the used terminology. As a starting point, a common definition of CPSs has to be established. Currently, a variety of definitions exist in literature (cf. [15][20][24]), which accost several aspects of a CPS. These aspects range from more general definitions mentioning the "integrations of computation and physical processes" [15], over the description of purposes up to the specification of the parts of a CPS. In order to provide a common basis, the following integrated definition of a CPS is proposed: *A CPS is a collection of distributed, loosely coupled embedded systems and digital communication devices which are interconnected by a digital, global infrastructure for providing and evaluating available data (often in real-time). The entities of this network use services of the infrastructure in order to perform some physical or digital action*. Even though the definition covers the main high-level concerns of a CPS, as long as there is no common understanding of CPSs across disciplines, future research will be hard to establish. Since every discipline has its own view on CPSs with little consideration of other involved disciplines, only components related to concerns of single disciplines will be matched to work smoothly together rather than the whole CPS. Since the connection of different components of different disciplines serves as a basis for the future potential of CPSs and accounts for the strength of a CPS, the multidisciplinarity and the resulting necessary collaboration of disciplines have to be put into the focus when a CPS is developed. Only with this multidisciplinarity, a successful exploitation of the potential of CPSs is possible. Components (and subcomponents) are tangible or intangible parts of a CPS, concerns of disciplines describe aspects regarding a CPS which are relevant for single disciplines and a view includes all components and their relationships based on the concerns of a discipline.

For overcoming gaps between the views of different disciplines, an overarching reference architecture has to be elaborated to base further research on a common ground. The term reference architecture is mainly investigated in the area of enterprise architecture (cf. [4]) or software architecture (cf. [14]). As the latter is more focused on lower levels of abstraction, the former is taken as a basis for deriving an appropriate definition for the context of this article. Since there is no suitable definition for a reference architecture across disciplines, the following definition is derived according to the definition of the INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO), which defines architecture as "a description (model) of the basic arrangement and connectivity of parts of a system (either a physical or a conceptual object or entity)" [13]: *A reference architecture is a high level description of the basic arrangement and connectivity of components of a system. It describes components and subcomponents of this system as well as different views on this system.* On the basis of these definitions, the article creates a foundation for an integrated, multidisciplinary view on CPSs. For this purpose, the aims of this article – by explicitly stating the addressed research questions – and the utilized research method for answering these questions are described in section two. Section three provides an overview of the literature regarding CPSs and the resulting multidisciplinarity including different scientific disciplines. Section four describes the views of four main disciplines of a CPS and provides specific reference architectures for each discipline. In section five, the views are integrated into an accessible, common

reference architecture based on the connection of components of different views. Section six concludes the article.

2 Goals and Research Method

The goals are derived from the combination of general aims of a reference architecture and its requirements, which are tailored to the specific needs of the multidisciplinary subject of CPSs. There exist many statements regarding aims of a reference architecture from different authors which range from coordination of strategy over management of complexity to a provision of an unifying perspective (cf. [4][13]). For achieving these aims, the "Applicability and coverage of […] entity types", the inclusion of belonging concepts, and an appropriate representation (cf. [13]) as well as the inclusion of requirements of the different participants are mentioned (cf. [1][10]). According to those statements, the aim of this article is to provide an overarching perspective on CPSs for creating a common understanding across CPS disciplines in order to facilitate the scientific research and further to enable effective coordination of the planning, development and implementation of a CPS. Therefore, the research questions which are to be answered within this article are what the components of discipline-specific views on CPSs are and how discipline-specific views on CPSs can be integrated into a common, accessible reference architecture based on the connection of components.

In order to identify disciplines and included components, the literature search as well as the structuring of the relevant literature is performed according to WEBSTER AND WATSON [25]. The identification of relevant articles is based on keyword search including backward and forward search. The keywords discussed with domain experts have been categorized into the three search areas system (cyber-physical system, CPS, multi-agent system, embedded system), composition (composition, component, design, architecture, reference architecture, enterprise architecture, framework, hardware, software, sensor, actuator), and discipline (discipline, domain, view, multidisciplinarity, computer science, IT, information technology, engineering, social science, human factors, human sciences, psychology, law, legal issue, liability, privacy, data protection) as those can serve as hypernyms for keywords related to the research questions. As a result, 30 articles have been identified as relevant for the purpose of this article as they are describing concerns or components of a CPS related to one or more specific disciplines. As a post-processing step related to the keyword search, four main disciplines have been identified: computer science (21 relevant articles), engineering (17), social science (9) and law (5). As a second step, articles are assigned to disciplines in a discipline-centric way. Furthermore, the disciplines are refined to components based on the content of the articles. This is performed similar to the procedure of the elaboration of disciplines. For computer science, the components *overall system* (10), *timing* (10), *network nodes* (4), *digital, global infrastructure* (12), *software* (10), *mechanical subcomponents* (5), *security and stability* (8) and *physical world interaction* (5) have been identified. The engineering discipline contains the components *environment* (7), *sensors and actuators* (12), *physical processes* (4) and *security and robustness* (5). Social science includes the components *socio space* (5), *human's influence on CPSs* (5) and *CPS's influence on humans* (4) and for law, the components *legal framework* (3), *privacy and data protection* (3) and *responsibility and liability* (3) have been detected.

Based on the assignment of the articles to components, the discipline's components are analyzed more detailed and their relations are elaborated. As a result, discipline-specific reference architectures can be created. The identified components and relations are drawn into an overview figure. In a final step, the different architectures with their included components are integrated into a common reference

architecture. For doing this, connection points based on common or related components between views are elaborated. Finally, an overarching reference architecture based on the connection of required components and subcomponents from different views of CPS disciplines is provided.

3 State-of-the-Art

3.1 Cyber-Physical Systems

The term CPS has evolved in the recent years to provide a common theoretical foundation for the increasing interconnection between embedded systems via information and communication technology (ICT). Especially the internet, as a digital, global infrastructure (DGI) enables this interconnection. As a result, interconnected systems and even systems of systems with a high level of complexity have arisen [5]. Connecting embedded systems to a DGI opens the previously closed systems, enables the systems to interact and further advances like fusion of the physical world and the virtual world (which is also called cyberspace) [1][27]. This development entails the participation of several scientific disciplines, which all have different concerns regarding such a system. There exists a variety of discipline-specific literature addressing the specific concerns of the respective discipline. However, even if some articles address concerns of more than one discipline, the concerns are still considered separately. As a CPS is based on the interaction of different components which are related to concerns of different disciplines, the concerns and further the components require to be considered in an integrated manner rather than being looked at separately. As a basis, a clear understanding of what a discipline is and what the main disciplines involved in the realization of a CPS are, is needed.

3.2 Disciplines related to Cyber-Physical Systems

As already mentioned, there are several disciplines involved into the realization of CPSs. For a clear demarcation and for preventing misunderstandings, a CPS discipline is defined as followed: *A CPS discipline is a scientific field which is included in the development and implementation process of a CPS or deals with concerns regarding CPSs*. As stated in chapter two, four main disciplines are identified based on their occurrences in literature. Since this article is intended to provide a common reference architecture, only the main components of each discipline are covered to ensure an abstraction level which is accessible and understandable for all disciplines.

The discipline which is considered mostly in literature is *computer science* as it serves as a basis for enabling CPSs. The whole communication of the components via ICT is made possible by computer science. By addressing components of the cyberspace, computer science covers a large and essential part of a CPS. The second identified enabling discipline is *engineering* (including all engineering subdisciplines). It deals with many concerns of the physical world, which represents the second main part of a CPS. All technical issues and realizations are accosted by engineering. In fact – in combination with computer science – it bridges the gap between the physical world and the cyberspace, which serves as a foundation for the evolvement of CPSs. However, there is clearly less literature available compared to computer science [5][11]. The third and fourth identified disciplines are *social science* and *law*. These two disciplines are not enabling disciplines because they do not include necessary technology for the realization of CPSs, but affect issues concerning CPSs. Social science deals with all concerns of participating humans (either developers or users). As they are interacting with a CPS, it is very important to take them into account as an important factor in the realization process of a CPS. Law deals with all legal questions which arise from the utilization of a CPS and embeds such systems into the legal context. For the two latter disciplines, there is

significantly less literature on these available related to CPSs. However, they are important to consider as they address important concerns which must not be left out in the realization process of a CPS [11].

4 Discipline-specific Cyber-Physical Systems Reference Architectures

4.1 Computer Science

In the following, the main components included in the view of computer science on CPSs are described and depicted in Figure 1. Based on the literature review, six high level components have been identified. In connection with CPSs, the merger (or integration) of two worlds – the cyberspace and the physical world – is mentioned frequently [1][2][20]. As this constitutes the basis for a CPS, the *overall system* is a component which addresses concerns regarding the system as a whole as well as its properties. The existing literature mainly states the need for openness, flexibility and adaptability of such a system [1][12][22][28]. Another widely mentioned, important component of a CPS is *timing* (see the timing box Global Reference Time in Figure 1). In order to deal with the need for real-time requirements of some industries, TAN ET AL. [24] suggest a global reference time as a foundation for real-time availability. According to WOLF [26], a special timing specification for the synchronization of all components via a network time synchronization protocol is required [8][16]. The *network nodes* represent the component which includes all temporally and spatially distributed embedded systems (DESs) & digital communication devices (DCDs). These devices offer and/or receive data via the DGI and contain mechanical subcomponents and software [18][19][22][24]. The *digital, global infrastructure* displayed by the globe in Figure 1 enables the connection of all distributed network nodes. It is responsible for the data exchange between those nodes as well as the provision of distributed services. RAJKUMAR ET AL. [20] describe it as "globally virtual, locally physical". The DGI transmits and manages data of a CPS by the publish-and-subscribe - concept based on event occurrences [8][22][24]. Standardization for the assurance of consistency is achieved by a standardized CPS network protocol [10][28]. The preparation of data is processed by services which are subcomponents of the DGI and are provided by entities of a CPS. One subcomponent of the DGI and the network nodes is *software* shown in the lower left of Figure 1. The software is based on algorithms and scheduling, which in turn are implemented by a programming language. As CPSs have to manage very huge amounts of data, new algorithms with precise timing for real-time computing and a high stability have to handle these volumes of data [22][26]. Another subcomponent of the DGI and the network nodes is displayed in the lower middle of Figure 1 – it is called *mechanical subcomponents*. It comprises computer hardware as well as sensors and actuators. These subcomponents are essential for a CPS in order to run the software needed for communication and data exchange (in case of computer hardware), to collect data from the environment (in case of sensors) and to initiate physical process (in case of actuators) [1][3][5][11]. The component *security and stability* focuses on the overall security of a CPS and is represented as a layer going through cyberspace and physical world. It includes mechanisms like verification, certification and validation for all network nodes and services [6][18][19][20][24]. In terms of unauthorized access, CÁRDENAS ET AL. [6] ask for new intrusion prevention algorithms to avoid attacks. Additionally, data protection, privacy policies and an effective encryption in the cyberspace, and physical security with respect to the physical entities of a CPS have to be ensured [2][6][18]. A subcomponent which does not accost the protection of a CPS, but the functionality of the CPS without breakdown of components, subcomponents or the whole system is stability. Therefore, trustworthiness and reliability of components as well as rational failure prevention mechanisms are needed [19][24]. As Wolf [26]

demands "a new understanding of computing as a physical act", the component *physical world interaction* deals with the interconnection between the cyberspace and the physical world. Represented in a (implicit) process, humans supervise network nodes which in turn control physical entities [24]. In order to be able to supervise network nodes, the necessity for a multidisciplinary education of humans tailored to CPSs is recognized in literature [1][20].

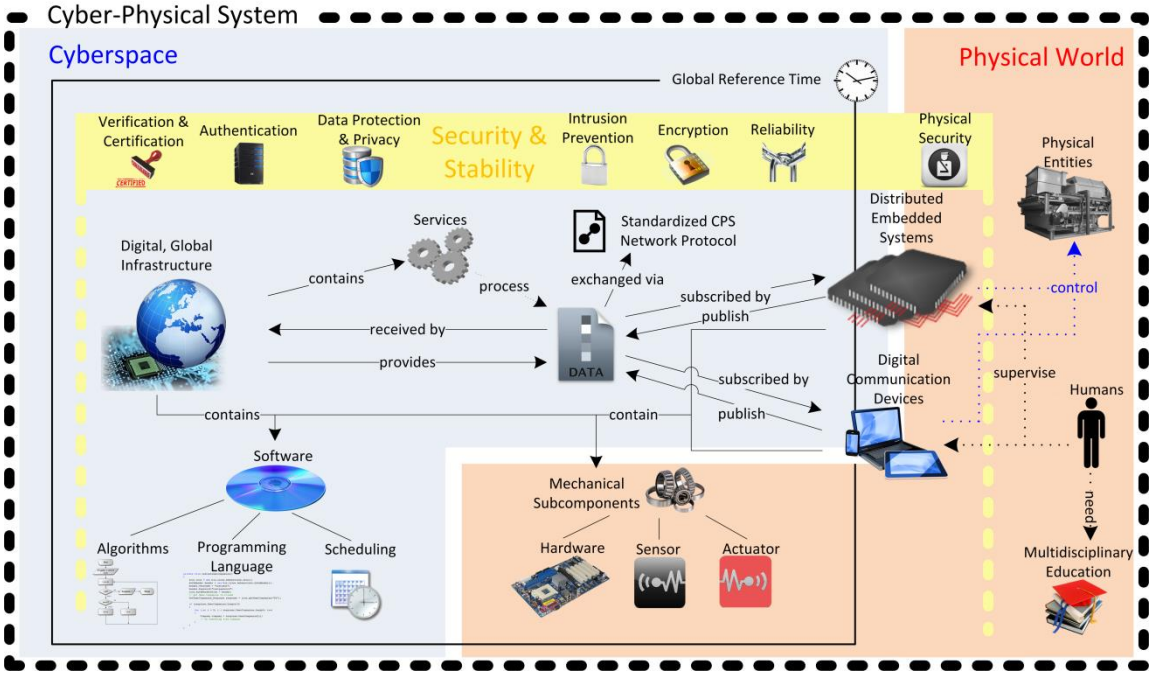


Figure 1: Discipline-specific Reference Architecture of Computer Science

4.2 Engineering

The view of the engineering discipline regarding CPSs is more focused on the physical world compared to the view of computer science. Four high level components of this view have been identified (see Figure 2). CPSs are interacting with a complex and uncertain *environment* [3], which is caused by the distributed and heterogeneous nature of a CPS and the resulting diversity of sources and behaviors as well as their dynamics [8][21][29][28]. Hence, physical entities have to meet real-time requirements for addressing these circumstances [11].

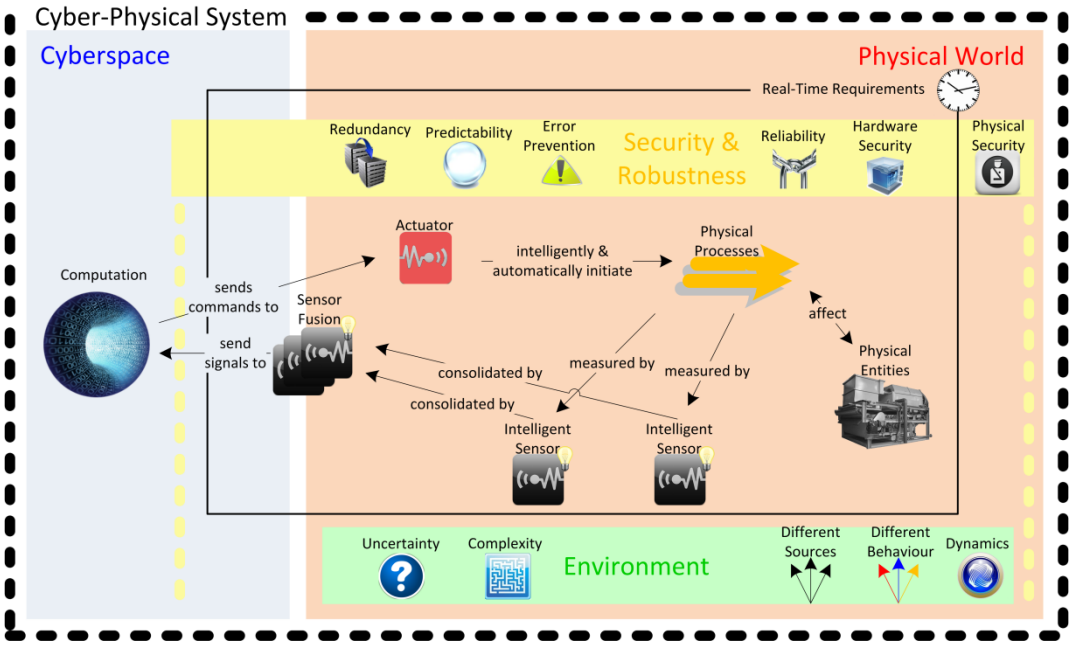


Figure 2: Discipline-specific Reference Architecture of Engineering

DILLON ET AL. [10] describe the place of *sensors and actuators* within a CPS as a layer named cyber-physical interface which is located between the physical world and the cyberspace. In order to enable real-time situation recognition, GEISBERGER AND BROY [11] demand for "intelligent sensors for physical awareness". A multitude of sensors is employed, which differ in their field of application and their focus of measured data [1][5][11]. The key technology to consolidate this variety of sensors is sensor fusion [1][3][9][21]. DICKS ET AL. [9] describe this technology as "consolidation and preparation of fragmented and partially contradictory data into a homogenous, for humans understandable, overall picture of the current situation". The sensed data is forwarded to the computation (which is more seen as a black box in the view of engineering) and thereupon, the resulting commands are sent to actuators. Those actuators have the task to initiate further action – either physical or digital [3]. "*Physical processes* affect computations and vice versa" [16]. Thus, they are the input and output of a CPS. A variety of physical processes initiated by actuators exist relating to their field of application – from an automatic shutdown of a machine to prevent overheating to an intelligent distribution of energy [1]. Therefore, the intelligent and automated initiation of such processes is a key task of a CPS to effectively and efficiently control physical entities, the environment and intervene into physical dynamics [1][3][22]. The component *security and robustness* addresses all concerns regarding a save and stable system. Within this component, hardware security specifies the design of the hardware (for instance make safety-critical subcomponents hard to access) and the communication between hardware, while physical security accosts the need for securing the access to a CPS from the environment [2][11]. Additionally, predictability, reliability, error prevention and redundancy include all requirements regarding a stable and working CPS [8][11][16].

4.3 Social Science

Against the previous views, the view of social science focuses less on the technology of a CPS, but more on human interaction with CPSs and how the social world is connected to the physical world and the cyberspace. Within this discipline, three main components have been detected (see Figure 3).

The component *socio space* (addressed by ZHUGE [29] as cyber-physical-socio space) depicts human interaction with other humans, the physical world and the cyberspace. This component emphasizes the human-centric character of a CPS as humans are able to change the physical world and in turn these changes are sensed by a CPS [7][23][29]. Outgoing from this socio space, the component *human's influence on CPSs* describes how humans affect a CPS and interact with it. The acceptance of users is an important requirement for the success of a CPS [11]. As users are faced with a new, complex system, uncertainty and distrust could arise [11]. Therefore, visible benefits for people must be built and an interpersonal communication around CPSs has to be developed, on which social based worth conceptions can be elaborated to gain user's acceptance [1][11][23]. Additionally, humans should be involved in the design process [2][11][19]. As an outcome of this participation, "socially desired and legitimated restrictions of the functionality of cyber-physical systems" [1] must be set in order to ensure its controllability and security to limit the risks of a CPS [1][11]. Hence, *CPS's influence on humans*, describes how CPSs affect humans. A CPS affects many groups of people, for instance users, stakeholders and also untrained users. Connecting humans via a CPS will turn a social network into a new electronic social network where humans are connected via DCDs [7] and consequently, new social infrastructures will arise [2]. Additionally, the need for training arises caused by the necessity to gain user's acceptance and to exploit the full potential of a CPS [1][11].

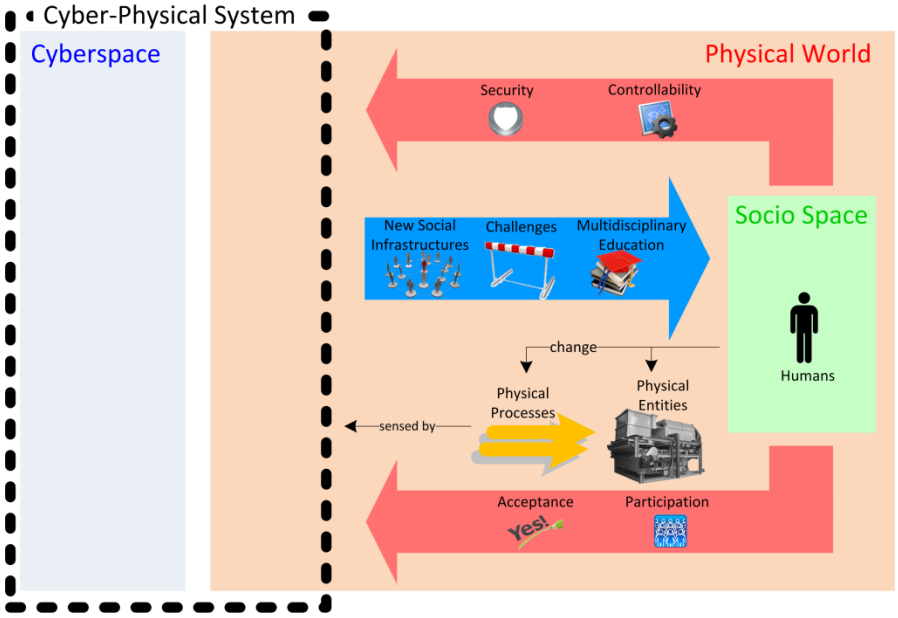


Figure 3: Discipline-specific Reference Architecture of Social Science

4.4 Law

The view of law not only focuses on the physical world or the cyberspace, but addresses components of both parts. Within this view, three high level components have been identified (see Figure 4). As a basis for all legal issues of CPSs, ACATECH [1] demands general legal frameworks and mentions that a CPS has to be adapted to the current legal situation. In a similar context, MANHAL-BAUGUS [17] depicts the difficulty of the assignment of blame if participants are underlying different laws. Therefore, an *international, legal framework* has to be elaborated. According to this, ZHUGE [28] states that laws and principles for governing this special field need much more investigation. Based on this international, legal framework, *privacy and data protection* is the second main component in the view of law. Regarding privacy, private citizens have to be protected. GEISBERGER AND BROY [11]

suggest three universal privacy goals: transparency, ability to intervene, and ability to not concatenate. Against privacy, data protection not mainly focuses on single citizens, but also on companies. Again, GEISBERGER AND BROY [11] pick up three protection goals for data protection: confidentiality, integrity, and availability. With respect to companies, new contracts for collaboration regarding data processing are in the centerpiece [2][11]. Moreover, the collection of the same data twice for different purposes is inefficient and costly. For reasons of economic efficiency, this data should be stored once and made accessible via access rights [1]. In connection to the access rights, questions concerning *responsibility and liability* within a CPS occur [1][2][11]. A CPS brings up new opportunities for manipulation or abuse. For supporting effective security, a previously set role assignment has to be established. A role is assigned to a human user and determines responsibilities as well as liability. This assignment enables the technology-based offender search. This search is, for instance, based on an analysis of role profiles which would limit the pool of suspects [2][11]. For enabling this, a clear role assignment has to be elaborated and employed.

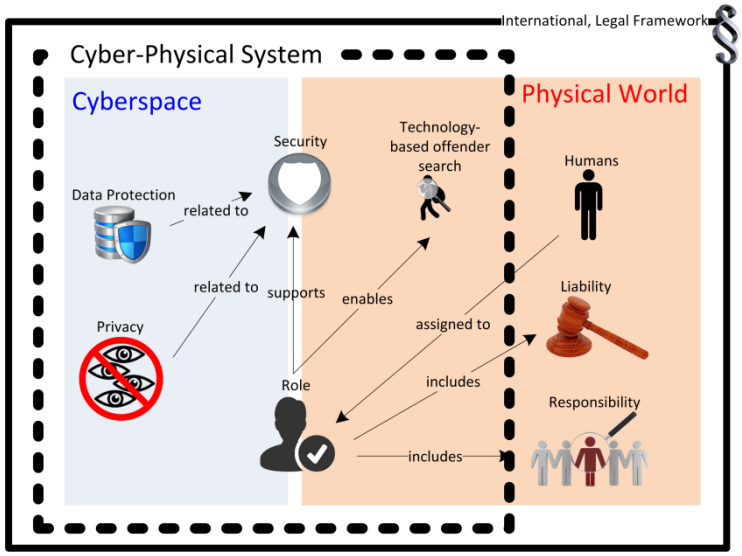


Figure 4: Discipline-specific Reference Architecture of Law

5 Cyber-Physical Systems Reference Architecture

Finally, the discipline-specific CPS reference architectures are integrated into a common and accessible CPS reference architecture (see Figure 5) by utilizing a stepwise integration. Taking the view of computer science as a starting point – as the discipline has been identified to be the largest one in the domain of CPSs – the views of engineering, social science and law are integrated in three steps, one per discipline. Within each step, the views of the two disciplines to be integrated are checked for common components and further for closely related components to identify connection points between both views. During the integration, special care is taken to maintain most components and their relations as they are arranged in the discipline's view to obtain a reference architecture which is closely related to the all views. In the following, the procedure is explained in detail.

In the first step, the components of computer science's and engineering's view are examined. Firstly, the sensors and actuators of the *mechanical subcomponents* of the computer science view and the *intelligent sensors and actuators* of the engineering view have been consolidated and connected to the *network nodes* in the common reference architecture. The second connection point results from the components *security and stability* (computer science view) and *security and robustness* (engineering

view). As both components address security and stability/robustness concerns, the components have been split up into these concerns and consolidated into one *security* and one *stability and robustness* component. Those components include all respective subcomponents of both views. According to the views, the component *stability and robustness* is closely related to the *security* component. *Timing* is another connection point of these views based on the commonality of two components. The cyberspace needs a global reference time for synchronization (addressed by computer science) and the physical world has to meet real-time requirements (addressed by engineering).

As a second step, the view of social science is integrated to the combination of computer science and engineering. The integration of social science is fully based on relations of components and not on common components. Consistent with the sole view of social science, the reference architecture does not include the components of social science into the CPS, but regards the reciprocally influence between the *socio space* and a CPS. Therefore, the components *CPS's influence on humans* and *human's influence on CPSs* are represented as influencing relations to the CPS in the common

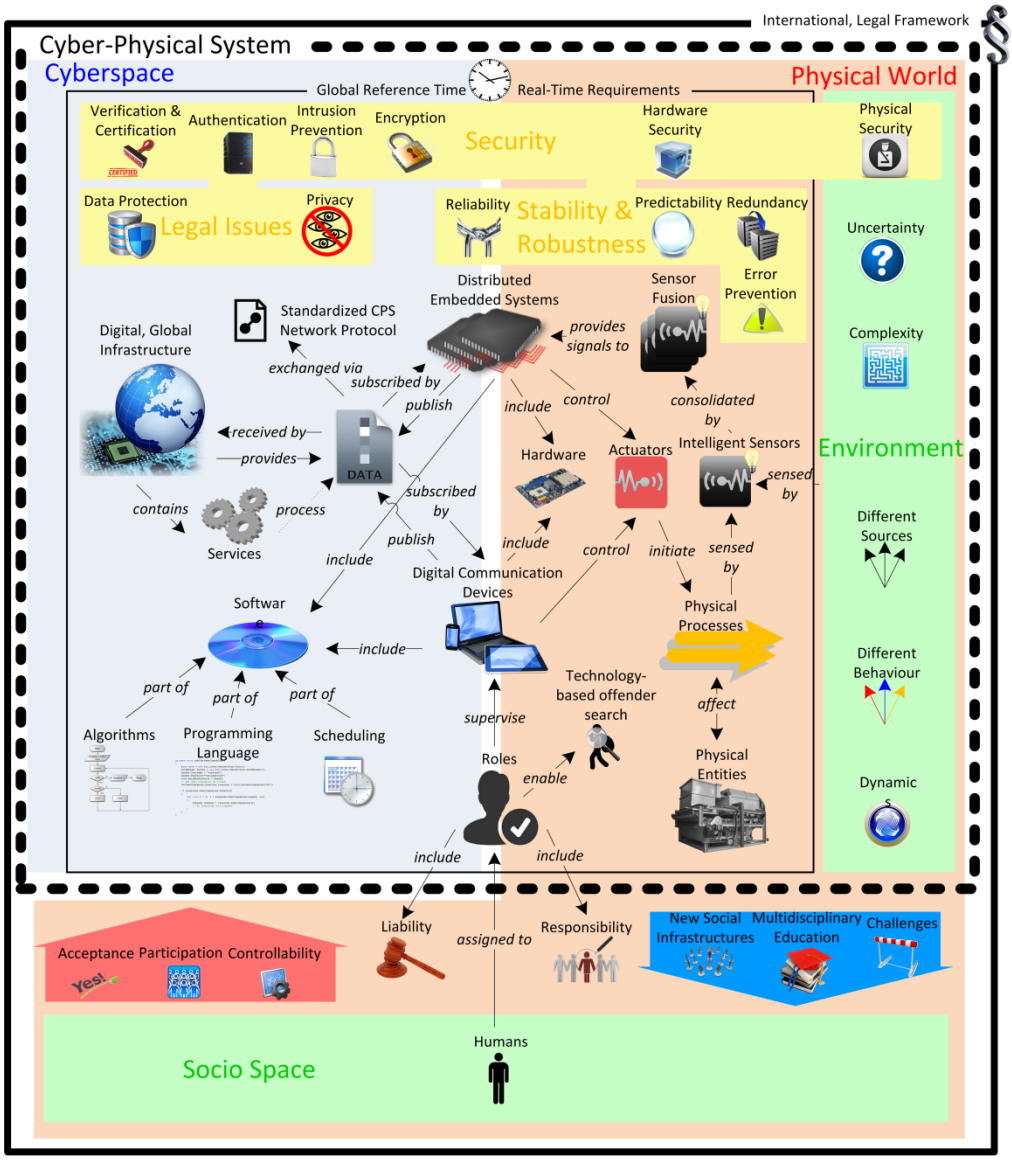


Figure 5: Cyber-Physical Systems Reference Architecture

reference architecture. A bit more difficult is the integration of the *socio space*, as there is – apart from the humans in all views, which are included in the *socio space* – no direct relation of the *socio space* with components placed in the CPS. However, as humans play a central role regarding a CPS, the *socio space* has to be related to the CPS. This gap is bridged by the integration of the view of law.

The third step integrates the view of law into the common reference architecture. Firstly, both views have to be checked for common components. As a result, the *legal issues* component is created within the cyberspace in the CPS. The included subcomponents of data protection and privacy have been split up compared to the already integrated view but combined into a *legal issues* component as they are both important subcomponents but relating to the same area. This component is in close relation to security as security enables both subcomponents. As no further common components exist, the search is continued for related components. This leads to the connection point built upon the *roles* of the view of law and the *network nodes* of the integrated view as the *network nodes* can be accessed via *roles*. This connection point also enables the connection of the *socio space* to the CPS via the role assignment. Thus, humans access the CPS via predefined roles, which include *responsibilities and liability* concerns. According to the sole view of law, *responsibility and liability* are excluded from the CPS but set in into the physical space outside the CPS. Only the prosecution by the support of the *technology-based offender search* is performed inside a CPS and is enabled by the roles. Finally, the view of law provides an *international, legal framework*, which serves as a basis for the whole construct of a CPS and its environmental factors. Therefore, it includes all other components.

6 Conclusion

In this article, a common reference architecture across CPS disciplines has been developed. As a basis, relevant terminology has been cleared up and aims have been set. Based on a literature search, main CPS disciplines have been identified and components related to concerns of these disciplines have been elaborated. Subsequently, the views of the identified disciplines on CPSs have been developed in discipline-specific CPSs reference architectures. Finally, those have been integrated into a common CPS reference architecture. Even though each discipline will obviously mainly focus on its own view in the future, the elaborated reference architecture provides an opportunity for disciplines involved into CPSs to look beyond the borders of their discipline and relate their work to other disciplines.

The reference architecture is seen as a basis for everyone who deals with CPSs, but especially for the involved disciplines, to get an easily accessible and comprehensive understanding of a CPS across disciplines. Therefore, the architecture is developed on a high abstraction level without deep industry-specific details. Discipline experts can use this reference architecture to overcome the borders of their disciplines for widening their understanding of a CPS and get insights into other disciplines. Since all components of the respective views are elaborated based on existing literature, the theoretically well-justified foundation is ensured. However, the high abstraction level for enabling simple accessibility goes to the expense of the degree of detail. Hence, the provided reference architecture must be clearly delimited from a very detailed and more technical view on the functionality of a CPS.

The developed high level reference architecture can also serve as a basis for more detailed views with respect to very specific components of each discipline. Furthermore, albeit most of the articles mention the multidisciplinarity of CPSs, the fewest go into detail regarding this aspect. In order to exploit the potential of a CPS, further research has to focus on this multidisciplinarity by taking the CPS reference architecture as a basis. In addition, the disciplines of management and economics could be also taken into consideration. Last, it needs to be examined what ethical implications are raised by

CPS (e.g. by monitoring processes and machines from which people's performance can be inferred) and if these concerns can also be added to the overall reference architecture.

7 References

[1] acatech (2011): Cyber-Physical Systems: Driving Force for Innovation in Mobility, Health, Energy and Production. Report, National Academy of Science and Engineering.

[2] acatech (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Report, National Academy of Science and Engineering.

[3] Baheti, R; Gill, H (2011): Cyber-Physical Systems. In: Samad, T; Annaswamy AM (eds), *The Impact of Control Technology*. IEEE Control Systems Society: New York.

[4] Bernus, P; Nemes, L (1996): A Framework to Define a Generic Enterprise Reference Architecture and Methodology. Computer Integrated Manufacturing Systems 9(3):179–191.

[5] Broy, M (2010): Cyber-Physical Systems: Innovation durch Software-Intensive Eingebettete Systeme. Report, National Academy of Science and Engineering.

[6] Cárdenas, AA; Amin, S; Sinopoli, B; Giani, A; Perrig, A; Sastry, S (2009): Challenges for Securing Cyber Physical Systems. *Proceedings of the Workshop on Future Directions in Cyber-Physical Systems Security*. Newark.

[7] Conti, M; Das, SK; Bisdikian, C; Kumar, M; Ni, LM; Passarella, A; Roussos, G; Tröster, G; Tsudik, G; Zambonelli, F (2012): Looking Ahead in Pervasive Computing: Challenges and Opportunities in the Era of Cyber-Physical Convergence. Pervasive and Mobile Computing 8(1): 2–21.

[8] Derler, P; Lee, EA; Sangiovanni-Vincentelli, A (2011): Addressing Modeling Challenges in Cyber-Physical Systems. Report, University of California at Berkeley.

[9] Dicks, A; Bator, M; Lohweg, V; Faltinski, S; Niggemann, O (2012): Cyber-Physical Systems im Maschinen- und Anlagenbau – Ein Konzept für die Zukunft?. In: *Proceedings of the 9. ITG/GI/GMM Workshop - Cyber-Physical Systems - Enabling Multi-Nature Systems (CPMNS)*. Dresden.

[10] Dillon, TS; Zhuge, H; Wu, C; Singh, J; Chang, E (2011): Web-of-Things Framework for Cyber-Physical Systems. Concurrency and Computation: Practice and Experience 23(9):905–923.

[11] Geisberger, E; Broy, M (2012): agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems. Report, National Academy of Science and Engineering.

[12] Huang, J; Bastani, FB; Yen, IL; Zhang, W (2010): A Framework for Efficient Service Composition in Cyber-Physical Systems. In: *Proceedings of the 5th IEEE International Symposium on Service Oriented System Engineering (SOSE).* Nanjing.

[13] ISO (1999). Industrial Automation Systems - Requirements for Enterprise-Reference Architectures and Methodologies. http://www.mel.nist.gov/sc5wg1/gera-std/15704fds.htm. Retrieved on 01.06.2013.

[14] Kang, KC; Kim, S; Lee, J; Kim, K; Shin, E; Huh, M (1998): FORM: A Feature-Oriented Reuse Method with Domain-Specific Reference Architectures. Annals of Software Engineering 5(1):143–168.

[15] Lee, EA (2007): Computing Foundations and Practice for Cyber- Physical Systems: A Preliminary Report. Report, University of California at Berkeley.

[16] Lee, EA (2008): Cyber Physical Systems: Design Challenges. In: *Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC).* Orlando.

[17] Manhal-Baugus, M (2001): E-Therapy: Practical, Ethical, and Legal Issues. CyberPsychology & Behavior 4(5):551–563.

[18] Neuman, C. (2009): Challenges in Security for Cyber-Physical Systems. In: *Proceedings of the Workshop on Future Directions in Cyber-Physical Systems Security.* Newark.

[19] Poovendran, R. (2010): Cyber-Physical Systems: Close Encounters Between Two Parallel Worlds [Point of View]. Proceedings of the IEEE 98(8):1363–1366.

[20] Rajkumar, R; Lee, I; Sha, L; Stankovic, J (2010): Cyber-Physical Systems: The Next Computing Revolution. In: *Proceedings of the 47th Design Automation Conference (DAC).* Anaheim.

[21] Sarkar, S. (2011): Autonomous Perception and Decision Making in Cyber-Physical Systems. PhD Thesis, Pennsylvania State University.

[22] Shi, J; Wan, J; Yan, H; Suo, H (2011): A survey of Cyber-Physical Systems. In: *Proceedings of the International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP).* Nanjing.

[23] Shi, X; Zhuge, H (2011): Cyber Physical Socio Ecology. Concurrency and Computation: Practice and Experience 23(9):972–984.

[24] Tan, Y; Goddard, S; Pérez, LC (2008): A Prototype Architecture for Cyber-Physical Systems. ACM SIGBED Review 5(1):1–2.

[25] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):xiii–xxiii.

[26] Wolf, W (2009): Cyber-Physical Systems. Computer 42(3):88–89.

[27] Wu, FJ; Kao, YF; Tseng, YC (2011): From Wireless Sensor Networks towards Cyber Physical Systems. Pervasive and Mobile Computing 7(4):397–413.

[28] Zhuge, H (2005): Future Interconnection Environment. Computer 38(4):27–33.

[29] Zhuge, H (2011): Semantic Linking through Spaces for Cyber-Physical-Socio Intelligence: A Methodology. Artificial Intelligence 175(5-6):988–1019.

Teilkonferenz: Digitale Industrie

Die industrielle Informationsverarbeitung ist heute tiefgreifenden, technologiegetriebenen Veränderungen unterworfen. Im Internet der Dinge interagieren neben Menschen und Computern auch intelligente Güter und Produktionsanlagen. Produkte werden mit hochwertigen Dienstleistungen gekoppelt. Die Potentiale des Internet der Dinge werden unter anderem unter dem Dach der "Industrie 4.0" ausgeschöpft. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Digitale Fabrik (Smart Factory). Das Layout und Design Digitaler Fabriken folgt globalen Zielen wie höheren Effektivitäts-, Flexibilisierungs- und Individualisierungsgraden.

In-Memory-Computing eröffnet neue Möglichkeiten nicht nur für Business Analytics, sondern auch für klassische betriebswirtschaftliche Anwendungssysteme (wie Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management). ERP-, SCM- oder CRM-Systeme werden virtualisiert und kommen als Software-as-a-Service aus der Cloud (z.B. als ERP-as-a-Service). Web-2.0-Technologien sind bereits eingebaut. Endbenutzer greifen on-demand von mobilen Geräten wie Tablets und Smartphones zu und kommunizieren gleichzeitig über Soziale Medien.

In dem Track werden innovative Ansätze und zukunftsweisende Konzepte, die einen Beitrag zur Gestaltung der digitalen Zukunft leisten können, präsentiert und kritisch beleuchtet.

Die Teilkonferenz wird in Kooperation mit der AIS Special Interest Group "Enterprise Systems" durchgeführt.

Dezember 2013

Norbert Gronau, Karl Kurbel

(Teilkonferenzleitung)

Betriebswirtschaftliche Nutzeffekte der In-Memory-Technologie für das Cash-Management

Stefan Gröger

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 37073 Göttingen, E-Mail: sgroege@uni-goettingen.de

Stefan Friedemann

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 37073 Göttingen, E-Mail: sfriede1@uni-goettingen.de

Matthias Schumann

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 37073 Göttingen, E-Mail: mschuma1@uni-goettingen.de

Abstract

Viele wissenschaftliche Beiträge beschäftigen sich mit technischen und organisatorischen Potenzialen der In-Memory-Technologie (IMT). Welche konkreten betriebswirtschaftlichen Nutzeffekte aus diesen Potenzialen entstehen, ist bisher nicht untersucht. In diesem Beitrag wird daher ein Kriterium hergeleitet, mit dessen Hilfe betriebswirtschaftlich sinnvolle Einsatzfelder für die IMT bestimmt werden können. Mit Hilfe dieses Kriteriums werden dann am Beispiel des Cash-Managements Anwendungsfelder identifiziert und potenzielle betriebswirtschaftliche Nutzeffekte abgeleitet.

1 Einleitung

Der In-Memory-Technologie (IMT) wird in letzter Zeit sowohl aus der Wissenschaft als auch aus der Praxis viel Aufmerksamkeit geschenkt. Während sich die Wissenschaft mit der Umsetzbarkeit und technischen Besonderheiten befasst [28], versuchen die Anbieter von IMT diese auf dem Markt zu etablieren. Anwender bemängeln allerdings, dass ein klarer betriebswirtschaftlicher Nutzen bislang nicht erkennbar ist oder noch nicht geprüft werden konnte [2], da keine Anwendungsfälle für die IMT außerhalb der Business Intelligence existieren [19]. Es muss gezeigt werden, dass sich entweder Kosten sparen lassen oder es zu „greifbaren Geschäftsvorteil(en)“ kommt [19]. Einige Autoren haben sich bereits damit beschäftigt, welche Eigenschaften ein Geschäftsprozess haben muss, damit die IMT eingesetzt werden kann [20; 21]. Darüber hinaus sind noch keine konkreten Szenarien bzw. Kriterien zur Bestimmung von betriebswirtschaftlich sinnvollen Einsatzgebieten verfügbar. Deshalb wird in diesem Beitrag ein theoretisch fundiertes Kriterium zur Beurteilung der betriebswirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit des Einsatzes der IMT abgeleitet. Das Kriterium wird anschließend exemplarisch auf die Aufgaben des Cash-Managements angewendet, da hierbei von verschiedenen Autoren Potenziale für die In-Memory-Technologie gesehen werden [16; 24]. Auf diese Weise werden die Anwendbarkeit des Kriteriums geprüft und bereits erste Ergebnisse für Nutzeffekte abgeleitet. Die Forschungsfragen (FF) des Artikels lauten deshalb:

FF1: Welches Kriterium einer Aufgabe bzw. eines Prozesses ist entscheidend dafür, ob ein betriebswirtschaftlicher Nutzen durch die In-Memory-Technologie generiert werden kann?

FF2: Welche konkreten Nutzeffekte lassen sich theoretisch für das Cash Management eines Unternehmens ableiten?

In den folgenden Kapiteln 2 und 3 werden zunächst die Grundlagen und anschließend der aktuelle Stand der Forschung dargestellt. Danach erfolgt in Kapitel 4 die theoretisch-deduktive Ableitung des Beurteilungskriteriums, welches anschließend in Kapitel 5 auf den Prozess des Cash-Managements angewendet wird. Der Artikel schließt mit einem Fazit und Ausblick auf weitere Forschung.

2 Grundlagen der In-Memory-Technologie

Charakteristisch für die IMT ist, dass die zu verarbeitenden Daten (z. B. ganze Datenbanken) im Hauptspeicher eines Rechners gehalten werden. Ausschlaggebend für diese Entwicklung sind die gestiegene Leistungsfähigkeit von Multikern-Prozessoren, die größeren adressierbaren Hauptspeicher (64-Bit-Systeme) sowie die gesunkenen Kosten für diese Komponenten [15; 16; 24; 28]. Zur IMT gehören auch sogenannte In-Memory-Appliances, bei welchen Hard- und Software als eine Einheit entwickelt und betrieben werden [34]. Ein weiterer kennzeichnender Aspekt der IMT ist eine veränderte Datenhaltung, da die Daten spaltenorientiert, zeilenorientiert oder hybrid organisiert werden können [16; 23; 24; 28]. Da in der Literatur keine einheitliche Definition zu finden ist, nutzen wir die oben genannten Aspekte zur Bildung folgender Definition:

Unter In-Memory-Technologie (IMT) wird die Verarbeitung großer Datenmengen bei Datenhaltung im Hauptspeicher verstanden.

3 Stand der Forschung

In den letzten Jahren haben sich zahlreiche Forschungsprojekte, aber auch praktische Implementierungen, der IMT gewidmet. Die meisten Beiträge beschäftigen sich mit den technischen Aspekten

der IMT, bspw. der Implementierung von spaltenorientierten Datenbanken [22-24] oder dem Aufbau von SAP HANA [27]. Auch notwendige Aspekte wie bspw. ein Lifecycle-Management und merge-Vorgänge für die Daten wurden bereits ausführlich diskutiert [27]. Bestehende Konzepte im Bereich Business Intelligence werden durch IMT erweitert, wie dies beispielsweise bei In-Memory-OLAP der Fall ist [16]. Dort wird dargestellt, dass Analysen und Simulationen durch die schnelle Verarbeitung großer Datenmengen Echtzeitanalysen von bisher nicht durchführbaren Fragestellungen ermöglichen.

Neben den technisch orientierten Forschungsbeiträgen gibt es Ausführungen zu betriebswirtschaftlichen Aspekten der IMT. Die höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit verspricht zwar schnellere und damit eventuell verbesserte Geschäftsprozesse, tiefergehende konkrete Analysen zu betriebswirtschaftlichen Wirkungen fehlen bislang allerdings. Piller und Hagedorn stellen Kriterien zur Diskussion, mit denen Geschäftsprozesse identifiziert werden sollen, welche für In-Memory-Data-Management in Frage kommen [20]. Auch die ökonomische Bewertung des Einsatzes der IMT sowie zugehörige Bewertungskriterien wurden bereits analysiert [18]. Im Hinblick auf konkrete Einsatzszenarien sind einzelne Betrachtungen bzgl. Liquiditätsmanagement, Lagerverwaltung, Vertrieb und Marketing [16], Controlling [7] sowie Handel [21; 26] zu finden. Grundsätzlich wird das Potenzial gesehen, durch die schnelle Verarbeitung auf Basis der IMT auf Batch-Prozesse zu verzichten und damit die Abwicklung von bislang lange andauernden Aufgaben zu beschleunigen [26; 28]. Auch die effiziente Durchführung von Simulationen wird mehrfach diskutiert [16; 28]. Bislang fehlen allerdings spezifische wissenschaftliche Abhandlungen und Systematisierungen, die theoretisch fundiert einen genauen Abgleich zwischen technischen Möglichkeiten der IMT und Eigenschaften von Geschäftsprozessen bzw. darin enthaltener Aufgaben durchführen, um so betriebswirtschaftliche Nutzeffekte zu bestimmen. Diese Forschungslücke wird im weiteren Verlauf des Artikels diskutiert und geschlossen.

4 Theoretisch-deduktive Ableitung von Analysekriterien zur Bestimmung von Einsatzgebieten der In-Memory-Technologie

4.1 Methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel werden Kriterien aufgestellt, mit deren Hilfe Einsatzgebiete der IMT bestimmt werden können. Innerhalb dieser Einsatzgebiete sind bei Verwendung der IMT betriebswirtschaftliche Nutzeffekte erzielbar. Wie verschiedene Literaturquellen belegen, können Einsatzgebiete und resultierende, potenzielle Nutzeffekte einer Technologie theoretisch anhand der Technology-to-Performance-Chain (TPC) [8] hergeleitet werden [9; 13]. Daher findet die TPC in diesem Beitrag Anwendung. Die TPC definiert Faktoren, welche die Leistung eines IT-Systems beeinflussen [8]. Der wichtigste Faktor ist hierbei der sog. Task-Technology-Fit (TTF), welcher durch den Grad der Übereinstimmung zwischen *Anforderungen der Aufgabe* und *Funktionalität der Technologie* definiert ist [8]. Bei einem hohen Übereinstimmungsgrad beider Elemente werden positive Leistungseinflüsse durch die Technologie-Nutzung innerhalb der untersuchten Aufgabe unterstellt [8].

Diesen theoretischen Ansatz gilt es nun auf das Anwendungsfeld IMT zu übertragen. Der Theorie folgend müssen die Charakteristika der IMT mit den zu erledigenden Aufgaben übereinstimmen. Nur in diesem Fall können positive Effekte durch die IMT in Bezug auf die Aufgaben erzielt werden. Da in diesem Abschnitt allgemeingültige Kriterien der IMT hergeleitet werden, sind die Aufgaben-Charakteristika jedoch zunächst nicht von Relevanz. Die Herleitung der Kriterien erfolgt somit auf Basis der Technologie-Charakteristika, die sich durch Möglichkeiten und Potenziale der IMT ausdrücken lassen. Diese Potenziale werden daher im Abschnitt 4.2 zunächst auf Basis der aktuell verfügbaren Literatur

allgemein dargelegt. Die anhand der Literatur bestimmten Potenziale werden anschließend in Abschnitt 4.3 zusammengeführt und systematisiert, um auf diese Weise relevante Faktoren für die Aufstellung von Analyse-Kriterien, die zur Bestimmung von Einsatzgebieten der IMT dienen, zu selektieren.

4.2 Potenziale der In-Memory-Technologie

Die meisten Autoren sehen Potenziale der IMT vor allem in schnellen Antwortzeiten, was durch die Nutzung des Hauptspeichers und die Nutzung leistungsfähiger Rechner bedingt ist [7; 16; 20; 21; 22; 24; 34]. Auch die Möglichkeit der spaltenorientierten Datenhaltung kann zu schnelleren Antwortzeiten führen [7; 15; 27], wobei für eine effiziente Abwicklung sowohl transaktionaler als auch analytischer Zugriffe eine hybride Datenhaltung mit zeilen- und spaltenorientierten Methoden genutzt werden kann [23; 24]. Aus technischer Sicht können datenintensive Berechnungsprozesse nun direkt in der IM-Appliance ausgeführt werden, da die Schreib- und Lesevorgänge auf wenig performante Datenträger entfallen [3]. Mit dieser Geschwindigkeit einhergehend wird häufig das Potenzial der effizienten Verarbeitung großer Datenmengen gesehen [16; 20; 22; 34]. In engem Zusammenhang dazu steht der Begriff *Big Data*: Hier könnte die IMT helfen, viele Daten zu vereinen und auszuwerten [19]. Piller und Hagedorn betonen, dass eine Verarbeitung zahlreicher Einzelbelege möglich wird und auf Verdichtungen verzichtet werden kann [21], womit eine umfassendere und integrierte Betrachtung aller Unternehmensdaten ohne Aggregationen ermöglicht wird [3; 20; 21; 24; 30; 34]. Durch den Wegfall von Batch-Prozessen, die sonst typischerweise nachts Berechnungen oder Buchungen ausführen, kann ebenso eine schnellere Bereitstellung von aktuellen Daten erreicht werden [2; 21; 26]. Außerdem besteht nun in Bereichen, in denen Batch-Prozesse aufgrund der langen Laufzeit nicht verwendet wurden, die Möglichkeit neue Informationen zu generieren. Zudem ist mit der IMT eine schnellere Konsolidierung von Daten aus verschiedenen Systemen oder Quellen möglich [20]. Aufgrund der erhöhten Datenverarbeitungsgeschwindigkeit ergibt sich die Möglichkeit, Auswertungen häufiger als bislang durchzuführen [21]. Eine erhöhte Flexibilität bei der Auswertung und Nutzung der Daten sowie auch eine bessere Steuerung von zeitkritischen Aufgaben kann ebenso erreicht werden [15; 21]. So sind ad-hoc-Analysen bspw. in Besprechungen möglich [28], da die Analysepfade nicht mehr fest vorgeben und die Datenaggregate nicht mehr vorab berechnet sein müssen [20]. Auch die Wartezeiten auf Berechnungen entfallen somit für Mitarbeiter [24; 28]. Diese Flexibilität erlaubt auch, in Echtzeit Simulationen durchzuführen, weshalb ein Einsatz der IMT besonders häufig bei Aufgaben der Business Intelligence gesehen wird [19; 24; 28; 34]. Diese Simulationen können einem Entscheider neue Lösungsräume aufzeigen. Durch die IMT werden komplexe Analyseverfahren nutzbar gemacht, um bspw. wichtige Ereignisse frühzeitiger zu erkennen und Vorhersagen zu treffen [15].

Durch die beschleunigte und effiziente Verarbeitung der Daten wird von vielen Autoren die Aufhebung analytischer und transaktionaler Systeme gesehen [2; 21] – und somit auch eine Trennung von OLTP und OLAP [19]. So kann bspw. ein Data Warehouse durch die IMT abgelöst und auf dem transaktionalen System gearbeitet werden [20; 22; 28; 34], um so eine „single source of truth“ für Daten zu ermöglichen [15]. Damit entfallen Lade- und Verarbeitungsprozesse im Data Warehouse, welche oftmals viel Zeit in Anspruch nehmen [34], und somit Wartezeiten für die Mitarbeiter [28]. Zudem entstehen durch die redundante Datenhaltung Kosten für Energie und Hardware [15; 24; 28]. Durch die Aufhebung der Trennung ist es den Fachabteilungen in Zukunft möglich, Auswertungen unabhängig von der IT-Abteilung durchzuführen [24; 28]. Diese war bislang für die Betreuung des Data Warehouse sowie die Erstellung von Datenaggregaten und Auswertungen zuständig, was durch die IMT nicht mehr nötig ist.

4.3 Ableitung der Analyse-Kriterien

Die im Abschnitt 4.2 ermittelten Potenziale der IMT sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst, wobei diese sich auf die Vergleichssituation „In-Memory-Technologie“ vs. „Nicht-In-Memory-Technologie“ beziehen. Darauf aufbauend werden anschließend die Kriterien zur Bestimmung möglicher Einsatzgebiete der IMT hergeleitet.

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass die Potenziale grundsätzlich zu drei Wirkungsarten zusammengeführt werden können: (1) Schnellere bzw. flexiblere Analysen führen zu einer Verbesserung der Entscheidungsgrundlage – d. h. durch die IMT steigt die Informationsqualität. (2) Zudem können aufgrund schnellerer bzw. flexiblerer Datenverarbeitung Prozesse beschleunigt werden. (3) Außerdem tritt vereinzelt eine weitere Wirkungsart auf: die Vereinfachung der IT-Landschaft. Aufgrund der Schnelligkeit der Datenverarbeitung ist es bspw. nicht mehr notwendig, Batch-Prozesse einzusetzen oder ein separates Data Warehouse zu führen. Aus den Beschreibungen der drei Wirkungsarten lassen sich nun die für den Potenzial-Wirkungs-Zusammenhang entscheidenden Charakteristika der IMT ableiten: *Schnelligkeit* und *Flexibilität* (vgl. Tabelle 1). Zwischen beiden Charakteristika herrscht jedoch ein gewisser Zusammenhang. Bspw. entsteht überhaupt erst aufgrund der Schnelligkeit bei Verarbeitungsprozessen die Möglichkeit, flexible Abfragen und Analysen durchzuführen. Auch die nicht mehr notwendige Erstellung von Datenaggregaten im Data Warehouse führt zu mehr Flexibilität, sie wird aber nur durch die schnellere Datenverarbeitung ermöglicht. Somit geht die *Flexibilität* mit der *Schnelligkeit* einher, weshalb die aufzustellenden Kriterien zur Beurteilung potenzieller IM-Einsatzfelder auf den Faktor *Schnelligkeit* zurückzuführen sein müssen.

Potenzial	Wirkungsart			Technologie-Charakteristik
	(1)	(2)	(3)	
Kürzere Antwortzeit / Wartezeiten für Mitarbeiter entfallen		X		Schnelligkeit
Höhere Performanz durch zeilen- und spaltenorientierte Datenbank		X		Schnelligkeit
Daten-intensive Verarbeitungsprozesse können direkt in der IM-Appliance ausgeführt werden (keine Ladezeiten von Datenträgern)		X		Schnelligkeit
Häufigere Abfragen möglich	X			Flexibilität
Effizientere Verarbeitung und Analyse von Datenbeständen mit hohem Datenvolumen (Big Data)	X	X		Schnelligkeit
Effizientere Analyse auf Einzelbelegebene möglich (keine Aggregate)	X			Flexibilität
Wegfall von Batch-Prozessen			X	Schnelligkeit
Generierung neuer Informationen durch schnellere Datenverarbeitung	X			Schnelligkeit
Bereitstellung aktuellerer Daten	X			Schnelligkeit
Flexiblere Analysen	X			Flexibilität
ad-hoc Anfragen werden ermöglicht	X			Flexibilität
Genauere und häufigere Simulationen möglich	X			Flexibilität
Frühzeitigere Erkennung von Veränderungen und Vorhersage von Ereignissen durch Möglichkeit zur Anwendung von komplexen Analyseverfahren	X			Flexibilität
Aufhebung der Trennung zwischen transaktionalen und analytischen Systemen (Wegfall Data Warehouse)			X	Schnelligkeit
Fachabteilung wird unabhängiger von IT-Abteilung		X		Schnelligkeit
(1) = Bessere Entscheidungsgrundlage, (2) = Prozessbeschleunigung, (3) = Vereinfachung der IT-Landschaft				

Tabelle 1: Zusammenfassung der aus der Literatur ermittelten Potenziale der IMT

Um nun Kriterien aus der Technologie-Charakteristik ableiten zu können, muss hinterfragt werden, was unter Schnelligkeit zu verstehen ist. Schnelligkeit ist eine Messgröße, die das Verhältnis zwischen einem Bezugsobjekt und der *Zeit* angibt (z. B. Weg/Zeit = Geschwindigkeit). In unserem Fall ist das Bezugsobjekt die *Menge* der zu verarbeitenden Daten. Die Schnelligkeit kann somit als *Menge/Zeit*-Relation ausgedrückt werden. Um demzufolge einen Vorteil aus dem Einsatz der IMT zu ziehen, muss eine Zeit-Mengen-Restriktion vorliegen. Außerdem muss das Ergebnis aufgrund der Datenmenge mit bestehenden Verfahren nicht in der erforderlichen Zeit verfügbar gemacht werden können. Dies kann sich darin äußern, dass eine zeitkritische Aufgabe vorliegt oder bislang aufgrund der Verarbeitungsdauer nicht durchgeführte komplexe Berechnungen jetzt ermöglicht werden (bspw. Simulationen). Ein Informationsbedarf tritt somit vor Fertigstellungszeitpunkt der Berechnung auf, was bspw. durch eine schlechtere Informationsgrundlage für Entscheidungen zu negativen betrieblichen Nutzeffekten führt. Das Kriterium lautet daher unter der Prämisse des Vorhandenseins von Daten und der Datenkorrektheit [5]:

Ein betriebswirtschaftlicher Nutzen durch den Einsatz der IMT kann entstehen, wenn die Ergebnisse einer Datenverarbeitung mit Hilfe von herkömmlichen Technologien aufgrund großer Datenmengen nicht zum Bedarfszeitpunkt zur Verfügung gestellt werden können und dadurch negative betriebliche Nutzeffekte (Kosten oder nicht realisierte Erlöse) entstehen.

Da bisher der Fokus auf die IMT-Charakteristika gelegt und hieraus ein Kriterium zur Entscheidung über potenzielle IMT-Einsatzgebiete abgeleitet wurde, gilt es im Folgenden einen Abgleich mit Aufgaben-Charakteristika vorzunehmen (TTF, vgl. Abschnitt 4.1). Hiermit wird dargestellt, wie die Kriterien sich anwenden lassen und wie sich das Vorgehen gestaltet. In der Literatur wird mehrfach erwähnt, dass das Cash Management ein Einsatzgebiet der IMT zur Generierung eines betriebswirtschaftlichen Nutzens sein könnte [16; 24]. Allerdings existieren noch keine spezifischen Analysen, weshalb im folgenden Kapitel die Anwendung des hergeleiteten Kriteriums im Bereich Cash Management demonstriert wird.

5 Theoretische Herleitung betriebswirtschaftlicher Nutzeffekte der In-Memory-Technologie für das Cash-Management

5.1 Definition und Aufgaben des Cash-Managements

Das Cash-Management (CM) ist als Synonym zum Begriff Liquiditätsmanagement zu verstehen [6]. Da die englischsprachige Literatur lediglich den Begriff CM verwendet und die deutsche Literatur auch zunehmend diesen Begriff nutzt, wird in diesem Beitrag ebenfalls ausschließlich vom Begriff CM Gebrauch gemacht. In der Literatur sind diverse unterschiedliche Definitionen des CM zu finden [1; 4; 6; 12]. Eine Definition wird von Werdenich [32] geliefert, welcher die wesentlichen Elemente verschiedener Definitionen zusammenführt. Diese Definition wird diesem Beitrag zugrunde gelegt:

„Cash Management umfasst alle Maßnahmen und Instrumente zur Planung, Beschaffung, Sicherung, Freisetzung und laufenden Optimierung von liquiden Mitteln.“ [32]

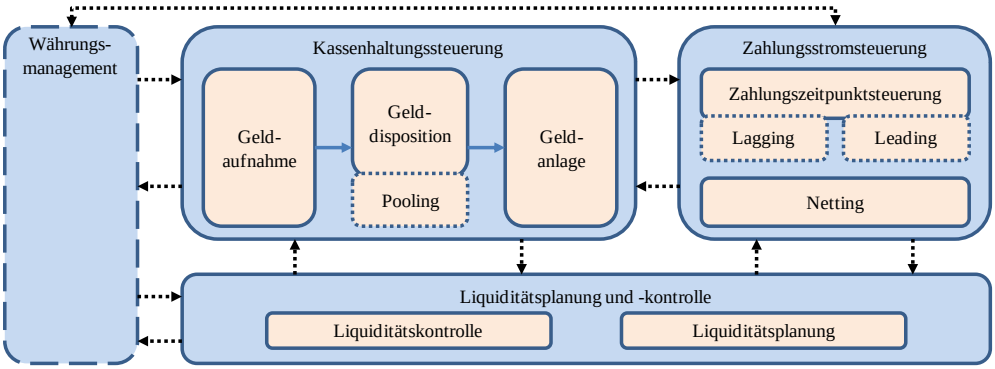


Bild 1: Aufgaben des Cash Managements (in Anlehnung an [6])

Das CM hat somit die Verantwortung, liquide Mittel für das Unternehmen zu mobilisieren, sie zu kontrollieren und die Verwendung zu planen [29]. In der Literatur wird als Primärziel des CM die *Gewinn- bzw. Rentabilitätsmaximierung* unter Einhaltung eines ausgewogenen Verhältnisses zwischen *Sicherheit*, *Rentabilität* und *Flexibilität* gesehen [4; 32]. Die daraus resultierenden Aufgaben sind im 1 dargestellt. Im Folgenden werden die Aufgaben des CM kurz beschrieben und deren Charakteristika dargelegt.

Die *Liquiditätsplanung* beschäftigt sich mit der systematischen Vorhersage bzw. Berechnung der Liquidität eines Unternehmens [17]. Grundsätzlich kann eine Unterteilung in kurz- (ein Monat), mittel- (ein Jahr) und langfristige (mehr als ein Jahr) Liquiditätsplanung vorgenommen werden [10]. Bei der Liquiditätsplanung werden die zu erwartenden Einzahlungen und Auszahlungen für einen festgelegten Planungshorizont gegenübergestellt [17]. Die Liquidität muss hierbei möglichst genau prognostiziert werden, um Liquiditätsunter- bzw. -überdeckungen zu vermeiden. Dies gestaltet sich aufgrund von Unsicherheiten bzgl. zukünftiger Ein- und Auszahlungen schwierig [6]. Je größer ein Planungshorizont gewählt wird, desto ungenauer werden somit die Ergebnisse. Als Datengrundlage dienen Debitoren- und Kreditorenstammdaten, Daten zukünftig zu fakturierender Planumsätze, Aufwendungen und Teile der sonstigen Verbindlichkeiten [17]. Außerdem sind sämtliche weiteren liquiditätswirksamen Geschäftsvorfälle zu berücksichtigen (z. B. Tilgungsleistungen, Investitionen, Steuernachzahlungen). In die Liquiditätsplanung fließen weiterhin externe Markt-, Kunden- und Produktdaten ein [12]. Je nach Unternehmensgröße können dies verhältnismäßig große Datenbestände sein, die zu analysieren bzw. zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus reichen rein statische Darstellungen oftmals nicht aus, um die Liquidität eines Unternehmens sicherzustellen [17]. Bei der *Liquiditätskontrolle* werden die realisierten mit den geplanten Zahlungen verglichen. Die Ergebnisse dieses Vergleichs fließen in die Liquiditätsplanung ein [12]. Durch den Abgleich der Zahlungen wird außerdem geprüft, ob bspw. Skonti oder sonstige Angebote bzw. Vergünstigungen ausgenutzt wurden. Die Liquiditätskontrolle basiert folglich auf Plan- und Ist-Daten von Ein- und Auszahlungen sowie den weiteren bereits während der Liquiditätsplanung verwendeten Daten. Deshalb ist auch die zu analysierende Datenmenge ähnlich groß.

Die *Kassenhaltungssteuerung* ist im Vergleich zur Liquiditätsplanung eher operativ bzw. transaktional: Der Liquiditätsausgleich zwischen Konten wird operativ durchgeführt, es werden Entscheidungen bzgl. der optimalen Verwendung von Liquiditätsüberschüssen und zur Deckung der Liquidität getroffen und daraufhin Mittel beschafft bzw. angelegt [11; 12]. Hierbei werden die Entscheidungen durch Daten aus der Liquiditätsplanung unterstützt, da diese Auskunft über den Bedarf an Mitteln bzw. über freie (anzulegende) Mittel geben. Aus dem Tätigkeitsfeld der Komponente Kassenhaltungssteuerung ergeben sich vier Aufgaben (vgl. Bild 1): Unter *Geldaufnahme* wird die

Beschaffung von liquiden Mitteln verstanden. Dies kann bspw. über Kredite oder den Verkauf von Forderungen geschehen [6]. Im Gegensatz dazu wird unter *Geldanlage* die Investition von liquiden Mitteln in ein Investitionsobjekt oder Finanzprodukte wie bspw. Kreditrückzahlungen, Wertpapiere oder Termin-/Tagesgeldanlagen verstanden [6]. Die dritte Aufgabe ist die *Gelddisposition*. Während dieser Aufgabe gilt es im Wesentlichen ein aktives, tagesaktuelles sowie zinsoptimales Management kurzfristiger Mittel durchzuführen [32]. Als Basisdaten dienen daher die aktuellen Buchsalden aller Konten eines Unternehmens sowie die Ist- und Planumsätze der Liquiditätsplanung [6]. Mit Hilfe der Buchsalden wird das valutarische Saldo bestimmt und anschließend erfolgt ein Abgleich zwischen Ist- und Planumsätzen, wodurch die Liquiditätsplanung aktualisiert wird [6]. Aus den gewonnenen Informationen werden Dispositionssaldos für alle Konten errechnet und anschließend die entsprechenden Umbuchungen ausgeführt [6; 32]. Die vierte Aufgabe im Bereich der Kassensteuerung ist das *Pooling*. Hierbei handelt es sich um ein Instrument zur Effizienzsteigerung der Gelddisposition [6]. Ziel dieser Aufgabe ist es, die liquiden Mittel auf einem oder mehreren Zielkonten zusammenzuführen [25; 33], wodurch im Vergleich zur Gelddisposition ohne Pooling Synergiepotenziale bzgl. Bündelung von Liquiditätsbedarfen und -überschüssen entstehen [31]. Diese führen zur Zinsoptimierung. Die für das Pooling benötigten Informationen gleichen denen der Gelddisposition – auch die Teilaufgaben des Poolings sind fast identisch (z. B. Berechnung Dispositionssaldo, Durchführung von Umbuchungen). Ein Unterschied besteht hier lediglich darin, dass die Umbuchungen über ein oder mehrere zentrale Konten abgewickelt werden.

Unter *Zahlungsstromsteuerung* wird die Beeinflussung und Gestaltung von Zahlungsströmen verstanden. Im Gegensatz zur Kassenhaltungssteuerung ist die Zahlungsstromsteuerung nicht bestandsorientiert [6], d. h. der Fokus liegt nicht auf den Kontosalden, sondern auf der konzerninternen oder -externen (Kunden und Lieferanten) Steuerung des Zahlungsverkehrs. Als Möglichkeiten hierzu dienen die Zahlungszeitpunktsteuerung (durch Leading und Lagging) und das Netting [14]. Die *Zahlungszeitpunktsteuerung* hat zum Ziel, Einzahlungen möglichst frühzeitig zu erhalten und Auszahlung möglich spät zu veranlassen, um so die liquiden Mittel möglichst lange im Unternehmen zu binden [6]. Bzgl. der Einzahlungen gilt es somit Kundenaufträge schnellstmöglich zu fakturieren und Forderungen aufzubauen. Die Auszahlungen eines Unternehmens lassen sich im Vergleich zu den Einzahlungen wesentlich besser steuern. So erfolgt durch *Leading* eine Vorverlegung und durch *Lagging* eine Verzögerung eines Zahlungszeitpunktes [32]. Zahlungen an Kunden können jedoch nur in gewissen zeitlichen Grenzen verzögert werden – wesentlich größere Potenziale bzgl. Leading und Lagging bestehen somit bei der konzerninternen Zahlungszeitpunktsteuerung. In einer solchen Situation ist es durch Leading und Lagging möglich, liquide Mittel vom Ort des Überschusses zum Ort des Bedarfs zu transferieren und außerdem das Währungsrisiko zu minimieren [6; 32]. Die Basis für das Leading und Lagging bilden die Daten aus der Liquiditätsplanung sowie sämtliche Informationen zu Verbindlichkeiten und den jeweiligen Zahlungsempfängern. Auf Basis der Ergebnisse der Zahlungszeitpunktsteuerung werden die Ergebnisse der Liquiditätsplanung aktualisiert und die Tätigkeiten der Kassenhaltungssteuerung beeinflusst. Neben der Zahlungszeitpunktsteuerung existiert mit dem Netting eine weitere Möglichkeit zur Zahlungsstromsteuerung. Beim *Netting* werden konzerninterne Zahlungsströme (Forderungen und/oder Verbindlichkeiten) periodisch gegeneinander aufgerechnet und lediglich der Restbetrag transferiert, um auf diese Weise Transaktionskosten einzusparen [12; 14]. Somit werden sämtliche Forderungs- und/oder Verbindlichkeitsinformationen sowie die jeweiligen Zahlungsempfänger zur Ausführung der Tätigkeit benötigt. Ebenso wie die Zahlungszeitpunktsteuerung beeinflusst das Netting die Ergebnisse bzw. die Tätigkeiten der Liquiditätsplanung und der Kassenhaltungssteuerung.

Die letzte Komponente ist das *Währungsmanagement* [6]. Da jedoch die Bestimmung von Net Exposures, die Wechselkursprognose sowie die zu wählende Hedging-Strategie unter Verwendung zur Verfügung stehender Absicherungsinstrumente so komplex ist, dass keine spezifische Betrachtung innerhalb dieses Artikels möglich ist, wird diese Komponente im Folgenden nicht weiter betrachtet.

5.2 Bestimmung betrieblicher Nutzeffekte

Im Folgenden wird die Fit-Perspektive [8] (vgl. Abschnitt 4.1) zwischen den Eigenschaften der dargelegten Aufgaben des CMs (vgl. Abschnitt 5.1) und den IMT-Charakteristika anhand des in Abschnitt 4.3 bestimmten Kriteriums überprüft.

In der *Liquiditätsplanung* kann eine Menge-Zeit-Restriktion lediglich bei der kurzfristigen Planung auftreten. Bei der mittel- und langfristigen Planung ist der zur Verfügung stehende Zeithorizont meist so groß, dass die Daten mit herkömmlichen Verfahren problemlos verarbeitet werden können (z. B. Batchprozesse). Außerdem sind aufgrund der großen Planungshorizonte Unsicherheiten bzgl. Ein- und Auszahlungen vorhanden [6], die durch eine schnellere Verarbeitung nicht abgebaut werden können. Genauere Daten liegen für die kurzfristige Liquiditätsplanung vor. Hier besteht die Möglichkeit, Planungszyklen zu verkürzen, wodurch freie Ressourcen oder finanzielle Engpässe aufgedeckt werden könnten. Außerdem kann aufgrund der Verarbeitungsgeschwindigkeit der Forderung nach flexibleren Analysen (z. B. Simulationen von Zahlungsströmen) nachgekommen werden (vgl. Abschnitt 5.1, [17]). Diese Aspekte können aus betriebswirtschaftlicher Sicht zur Verbesserung der Kassenhaltungs- und Zahlungsstromsteuerung führen, wodurch eine Ertragssteigerung erzielt werden kann. Die *Liquiditätskontrolle* dient zur Prüfung der Güte der Liquiditätsplanung – d. h. eine direkte Wirkung auf finanzielle Ressourcen ist nicht vorhanden. Somit kann eine Menge-Zeit-Restriktion auch nur indirekt zu negativen betrieblichen Nutzeffekten führen. Unabhängig davon muss die Liquiditäts-kontrolle nicht so zeitnah wie die kurzfristige Liquiditätsplanung erfolgen. Auch vor diesem Hintergrund ist eine Menge-Zeit-Restriktion schwer vorstellbar. Insofern ist bei Liquiditätskontrolle kein Einsatzgebiet zu finden.

Bei der *Geldaufnahme* und *-anlage* werden Entscheidungen über die Beschaffung oder Investition liquider Mittel auf Basis der Informationen aus der Liquiditätsplanung getroffen [6]. Es ist ein geeignetes Finanzierungsinstrument oder Finanzprodukt/Investitionsobjekt für die gegebene Situation zu selektieren. Eine Analysetätigkeit während dieser Aufgabe ist somit lediglich bei der Bestimmung der relativen Vorteilhaftigkeit einer Geldaufnahme/-anlage anhand der Kriterien des Finanzierungs-instruments oder Finanzprodukts/Investitionsobjekts notwendig. Zur Identifikation der Kriterien kann die IMT grundsätzlich keinen Beitrag leisten. Die Analyse ist ebenfalls nicht komplex genug, so dass es nicht zu einer Menge-Zeit-Restriktion kommt. Somit liegt hier kein Einsatzgebiet vor. Die Aufgabe der *Gelddisposition* stützt sich auf die Informationen der kurzfristigen Liquiditätsplanung. Ziel ist es, ein tagesaktuelles und zinsoptimales Management von kurzfristigen liquiden Mitteln durchzuführen [32]. Dazu werden alle aktuellen Buchsalden aller Konten eines Unternehmens sowie die Ist- und Planumsätze der Liquiditätsplanung benötigt [6]. Diese sind zu aggregieren und anschließend ist ein Umbuchungslauf zu starten. Ab einer bestimmten Menge an Daten kann hier eine zeitliche Restriktion auftreten, wodurch das Ziel des zinsoptimalen Managements ggf. nicht realisiert wird [32]. Die IMT kann hier durch ihre Schnelligkeit einen betriebswirtschaftlichen Nutzen generieren. Die Aufgabe *Pooling* fokussiert die Bündelung von Liquiditätsbedarfen/-überschüssen [25; 32] mit dem Ziel Zinskonditionen zu verbessern. Dies zeigt bereits die enge Verbundenheit mit der Gelddisposition, welche sich auch in den zugrunde liegenden Daten bzw. Tätigkeiten widerspiegelt (vgl.

Abschnitt 5.1). Folglich ist es beim Pooling ebenso möglich, dass eine Menge-Zeit-Restriktion eintritt, welche die Aushandlung besserer Zinskonditionen verhindert.

Zur Zahlungszeitpunktsteuerung gehören die Aufgaben *Leading* und *Lagging*. Durch diese Tätigkeiten werden Zahlungen verzögert oder vorgezogen, um liquide Mittel von einem Ort zu einem Bedarfsort zu transferieren, das Währungsrisiko zu senken oder Mittel möglichst lange im eigenen Unternehmen zu halten [6; 32]. In diesem Kontext ist folglich eine genaue zeitliche Steuerung von Transaktionen enorm wichtig. Komplexer werden Leading und Lagging noch dadurch, dass Abhängigkeiten zu den Teilaufgaben Gelddisposition, Pooling und Liquiditätsplanung vorliegen (vgl. Abschnitt 5.1). Zwischen diesen Teilaufgaben muss folglich eine Abstimmung bzw. Koordination stattfinden. Als Datenbasis dienen die Daten aus der Liquiditätsplanung sowie sämtliche Informationen zu Verbindlichkeiten und den jeweiligen Zahlungsempfängern. Die komplexe Analyse und Steuerung dieser Daten unter Einhaltung zeitlicher Restriktionen kann ab einer gewissen Datenmenge nicht mehr in kurzen Zyklen durchgeführt werden (Zeit-Menge-Restriktion). Hierdurch kann bspw. ein höheres Währungsrisiko auftreten oder eine Kreditaufnahme getätigt werden, obwohl in einem anderen Konzernbereich ggf. freie Mittel vorhanden sind. Durch den Einsatz der IMT könnten im Vergleich zu herkömmlichen Technologien beim Leading und Lagging kürzere Zyklen der Datenverarbeitung realisiert werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, durch Simulationen neue zulässige Lösungen zu finden. Beides kann zur Senkung des Währungsrisikos bzw. zur Nicht-Aufnahme eines Kredites führen. Beim *Netting* werden konzerninterne Zahlungsströme gegeneinander aufgerechnet, so dass lediglich ein Restbetrag transferiert werden muss [12; 14]. Es liegt eine ähnlich komplexe Situation wie beim Leading/Lagging vor (vgl. Abschnitt 5.1). Da das grundsätzliche Ziel des Netting die Transaktionskostensenkung ist [14] und nach jedem Netting-Vorgang der Ausgleich des Restbetrages angestoßen wird (Transaktion), stehen kurze Netting-Zyklen im Konflikt mit dem allgemeinen Ziel des Nettings. Deshalb ist Zeit hier eher weniger restriktiv im Vergleich zu anderen Aufgaben, was dazu führt, dass die Netting-Zyklen (Zeit) an die vorhandene Datenmenge angepasst werden können. Insofern kommt es hier nicht zu einer Menge-Zeit-Restriktion, weshalb das Netting kein sinnvolles Einsatzgebiet für die IMT darstellt.

Aufgabe	Teilaufgabe	Einsatz-gebiet	Potenzielle betriebswirtschaftliche Nutzeffekte
Liquiditäts-planung und -kontrolle	Liquiditätsplanung	○	Potenzial zur Verbesserung der Informationsgrundlage für die Kassenhaltungs- und Zahlungsstromsteuerung während der kurzfristigen Liquiditätsplanung
	Liquiditätskontrolle	-	-
Kassenhaltungs-steuerung	Geldaufnahme	-	-
	Gelddisposition	+	Möglichkeit zur Erhöhung/Senkung von Zinszahlungen
	Pooling	+	Möglichkeit zur Aushandlung besserer Zinskonditionen
	Geldanlage	-	-
Zahlungsstrom-steuerung	Leading/ Lagging	+	Möglichkeit zur Senkung des Währungsrisikos sowie bedarfsgerechtere Transferierung liquider Mittel innerhalb des Konzern
	Netting	-	-
+ = trifft zu ○ = trifft eingeschränkt zu - = trifft nicht zu			

Tabelle 2: Einsatzgebiete und Nutzeffekte der In-Memory-Technologie beim Cash Management

In Tabelle 2 sind die Einsatzgebiete und Nutzeffekte im CM zusammengefasst. Hierbei wird eine dreistufige Beurteilungsskala gewählt: Ein Einsatzgebiet liegt genau dann vor bzw. nicht vor, wenn das in Abschnitt 4.3 hergeleitete Kriterium *zutrifft* bzw. *nicht zutrifft*. Es kann jedoch auch vorkommen, dass das Kriterium nur für einen Teil der Aktivitäten innerhalb einer Teilaufgabe gültig ist (z. B. bei der kurzfristigen Liquiditätsplanung). In diesem Fall wird das Einsatzgebiet als *eingeschränkt* angesehen. Fazit und Ausblick

Erstes Ziel dieses Artikels war es, Kriterien einer Aufgabe bzw. eines Prozesses abzuleiten, die entscheidend dafür sind, ob ein betriebswirtschaftlicher Nutzen durch die IMT generiert werden kann (FF1). Es zeigt sich, dass eine Menge-Zeit-Restriktion die entscheidende Komponente ist, um Nutzeffekte aus der IMT-Nutzung zu erzielen. Um konkrete Nutzeffekte in einem bestimmten Bereich abzuleiten, wurde der Fokus auf das Cash Management (CM) gelegt (FF2). Hierbei konnten verschiedene potenzielle betriebswirtschaftliche Nutzeffekte aufgezeigt (vgl. Tabelle 2) und das Vorgehen zur Verwendung des Kriteriums vorgeführt werden.

Das theoretisch abgeleitete Kriterium hilft dabei zu entscheiden, ob durch den Einsatz der IMT in einem bestimmten Bereich grundsätzlich ein betriebswirtschaftlicher Nutzeffekt auftreten kann. Ob dieser Effekt tatsächlich auftritt, ist vom jeweiligen Unternehmenskontext abhängig. Unternehmen müssen daher nach der grundsätzlichen Bestimmung eines Einsatzgebietes eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchführen und die genannten potenziellen betriebswirtschaftlichen Nutzeffekte abschätzen. Um den Unternehmen den ersten Schritt (Einsatzgebietsbestimmung) abzunehmen, gilt es in der Forschung mit Hilfe des abgeleiteten Kriteriums Analysen in anderen Unternehmensbereichen vorzunehmen. Außerdem gilt es das Kriterium grundsätzlich zu validieren und die Ergebnisse bzgl. des Cash Managements empirisch zu bestätigen. Zwei weitere Aspekte sollten in Zukunft berücksichtigt werden: In den meisten Fällen dient die IMT lediglich zur Entscheidungsvorbereitung. Eine Vollautomation von Entscheidungen oder Prozessen kann i. d. R. durch die IMT selbst nicht erfolgen. Grund hierfür ist bspw., dass es nicht zu den Potenzialen der IMT gehört, intelligentere Entscheidungen als bisherige Technologien zu treffen (dazu müssten z. B. intelligentere Algorithmen entwickelt werden). Insofern gilt es zu klären, wann ein „information overload“ für den Planer bzw. Entscheider erreicht ist [28] und welchen Einfluss die IMT auf die Informationsqualität nehmen kann.

6 Literatur

[1] Adams, H (1985): Ausgewählte Fragen aus der Finanzwirtschaft einer international tätigen Unternehmung. Marktforschung, (2):66–69.

[2] Bayer, M (2013): Hier kommt HANA. Computerwoche, (9):12–13.

[3] Boese, H, Mathis, C, Tosun, C, Faerber, F (2012): Data Management with SAPs In-Memory Computing Engine. In: *Proceedings of the EDBT '12*, Berlin.

[4] Boettger, U (1995): Cash-Management internationaler Konzerne. Strategien - Organisation - Umsetzung. Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden.

[5] Buhl, HU, Röglinger, M, Moser, F, Heidemann, J (2013): Big Data: ein (ir-)relevanter Modebegriff für Wissenschaft und Praxis? Wirtschaftsinformatik, 55(2):63–68.

[6] Eistert, T (1994): Cash Management Systeme. Wiesbaden.

[7] Färber, F, Jäcksch, B, Lemke, C, Große, P, Lehner, W (2010): Hybride Datenbankarchitekturen am Beispiel der neuen SAP In-Memory-Technologie. Datenbank-Spektrum, 10(2):81–92.

[8] Goodhue, DL, Thompson, RL (1995): Task-Technology Fit and Individual Performance. MIS Quarterly, 19(2):213–236.

[9] Gröger, S, Hilpert, H, Schumann, M (2013): Einsatzgebiete für Dokumenten- und Workflow-Management-Systeme im Drittmittelprozess einer Hochschule. In: *Lecture Notes in Informatics (Proceedings Informatik 2013),* Koblenz.

[10] Haunerdinger, M, Probst, H (2006): Finanz- und Liquiditätsplanung. München.

[11] Hauschildt, J, Sachs, G, Witte, E (1981): Finanzplanung und Kontrolle, München.

[12] Jetter, T (1988): Cash-Management-Systeme. Ein Entscheidungsproblem der Marketingpolitik im Firmenkundengeschäft der Kreditinstitute. Wiesbaden.

[13] Klein, M (2012): HR Social Software - Unternehmensinterne Weblogs, Wikis und Social Networking Services für Prozesse des Personalmanagements. Göttingen.

[14] Kohnhorst, K (2002): Konzerninterne Finanzdienstleistungsgesellschaften vor der Hinzurechnungsbesteuerung. Marburg.

[15] Krueger, J, Grund, M, Tinnefeld, C, Eckart, B, Zeier, A (2010): Hauptspeicherdatenbanken für Unternehmensanwendungen. Datenbank-Spektrum, 10(3):143–158.

[16] Lauer, T, Gegenmantel, R (2012): In-Memory, GPU und große Datenmengen – Realität und Chancen. Wirtschaftsinformatik & Management, 4(5):14–19.

[17] Lützenrath, C, Peppmeier, K, Schuppener, J (2006): Bankstrategien für Unternehmens-sanierungen: Erfolgskonzepte zur Früherkennung und Krisenbewaltigung. Wiesbaden.

[18] Meier, MC, Scheffler, A (2011): Ökonomisch sinnhafte Bewertung von „In-Memory-basierten betrieblichen Informationssystemen“. In: Lehner, W, Piller, G (Hrsg), *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management.* Bonn.

[19] Nieendick, M, Jansen, J, Kalinowski, T (2013): Big Data Management auf Basis von In-Memory-Technologien. In: *Digitalisierung und Innovation.* Wiesbaden.

[20] Piller, G, Hagedorn, J (2011): Business Benefits And Application Capabilities Enabled By In-Memory Data Management. In: Lehner, W, Piller, G (Hrsg), *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management.* Bonn.

[21] Piller, G, Hagedorn, J (2012): In-Memory Data Management im Einzelhandel: Einsatzbereiche und Nutzenpotentiale. In: *Tagungsband der MKWI 2012.* Braunschweig.

[22] Plattner, H (2009): A common database approach for OLTP and OLAP using an in-memory column database. In: *Proceedings of the Intern. Conference on Management of data,* New York.

[23] Plattner, H (2013): A Course in In-Memory Data Management. Berlin [u. a.].

[24] Plattner, H, Zeier, A (2012): In-Memory Data Management. Berlin [u. a.].

[25] Schmidt, N (2011): Kapitalaufbringung und Kapitalerhaltung im Cash-Pool nach Inkrafttreten des MoMiG und des ARUG. Lohmar [u.a.].

[26] Schütte, R (2011): Analyse des Einsatzpotenzials von In-Memory-Technologien in Handelsinformationssystemen. In: Lehner, W, Piller, G (Hrsg), *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management.* Bonn.

[27] Sikka, V, Färber, F, Lehner, W, Cha, SK, Peh, T (2012): Efficient transaction processing in SAP HANA database. In: *Proceedings of the Intern. Conference on Management of Data,* New York.

[28] Sinzig, W, Sharma, KR (2011): In-Memory-Technologie: Verbesserungen bei Planung, Simulation und Entscheidungsunterstützung. Wirtschaftsinformatik & Management, 3(2):18–23.

[29] Srinivasan, V, Kim, YH (1986): Decision support for integrated cash management. Decision Support Systems, 2(4):347–363.

[30] Thiele, M, Lehner, W, Habich, D (2011): Data-Warehousing 3.0 – Die Rolle von Data-Warehouse-Systemen auf Basis von In-Memory Technologie. In: Lehner, W, Piller, G (Hrsg), *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management.* Bonn.

[31] Wendland, J (2009): Finanzierung durch Cash Pooling im Kapitalgesellschaftskonzern. Lohmar.

[32] Werdenich, M (2009): Modernes Cash-Management. München.

[33] Westphal, JW (1984): Cash Management in Unternehmen. In: Schuster, L (Hrsg), *Revolution des Zahlungsverkehrs durch Automation.* Stuttgart.

[34] Winter, R, Bischoff, S, Wortmann, F (2011): Revolution or Evolution? Reflections on In-Memory Appliances from an Enterprise Information Logistics Perspective. In: Lehner, W, Piller, G (Hrsg), *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management.* Bonn.

A Structured Software Selection Approach for the Digital Factory

Florian Himmler

University of Erlangen-Nuremberg, Chair of Information Systems III, 90403 Nuremberg,
E-Mail: florian.himmler@fau.de

Michael Amberg

University of Erlangen-Nuremberg, Chair of Information Systems III, 90403 Nuremberg,
E-Mail: michael.amberg@fau.de

Abstract

Due to shorter product lifecycles in combination with a rising complexity of their products, more and more enterprises consider using the *Digital Factory*. The *Digital Factory* is an IT system capable of digitally planning, controlling and optimizing all resources and activities related to a product which are performed beginning with its development and ending in the order processing – prior to the start of the real production of the product. In this article a structured software selection approach has been developed for the *Digital Factory* domain. With this approach it is possible to improve the software selection process of companies by supporting eleven different use cases – eight consumer-oriented and three supplier-oriented use cases. In order to prove the feasibility of this concept a prototype has been implemented and tested by domain experts. Using this prototype it was shown that such a concept is able to significantly support smaller to medium companies within their software selection process.

1 Introduction

Today industrial enterprises are facing shorter and shorter product lifecycles in combination with a rising complexity of their manufactured goods. These changing basic conditions require enterprises to enhance their planning efficiency as well as their planning quality. One approach to reach these goals is the introduction of the *Digital Factory*. The *Digital Factory* is defined as an IT system capable of digitally planning, controlling and optimizing all resources and activities related to a product which are performed beginning with its development and ending in the processing of its order – prior to the start of the real production of the product [7].

Prior research on this topic has shown that an individual selection of the software solutions based on a company's requirements is a major success factor for the implementation of the *Digital Factory* [6]. However according to [8] there are two main factors which currently preclude such an individual selection of software solutions:

- Due to the heterogeneity of requirements there is currently no single software solution available covering the complete set of functionality.
- Due to the complexity of the topic there is an unmanageable amount of different software solutions available on the market each covering only a small subset of the *Digital Factory*.

In [7] a reference process based software market analysis for the *Digital Factory* domain has been performed. As a result it was stated that there is a need for future research in order to further support the company's individual software selection within the *Digital Factory* domain.

In this paper we will introduce a structured software selection approach for the *Digital Factory*. First we will give an overview over the related work regarding this topic. Then we will introduce a concept for a software based software selection tool and define the different use cases and requirements to be covered by the solution. After that we will discuss a prototype which has been developed in order to evaluate the concept. Finally we will give a short outlook on future research needed in order to further extend this topic.

2 Related Work

During the past two decades various definitions of the term *Digital Factory* have emerged [13]. With regards to their contents, most of those definitions significantly differ from each other, leaving open a wide range of possible interpretations. According to those definitions, on the one hand the *Digital Factory* can be seen as a concept which is solely capable of digitally visualizing an existing real world factory in a software tool without offering further planning functionality [1]. On the other hand the *Digital Factory* could also be interpreted as an IT concept which offers methods and tools to digitally plan and control all activities in the context of product development, factory planning and production planning [8]. In [7] a reference process for the *Digital Factory* has been developed (Figure 1).

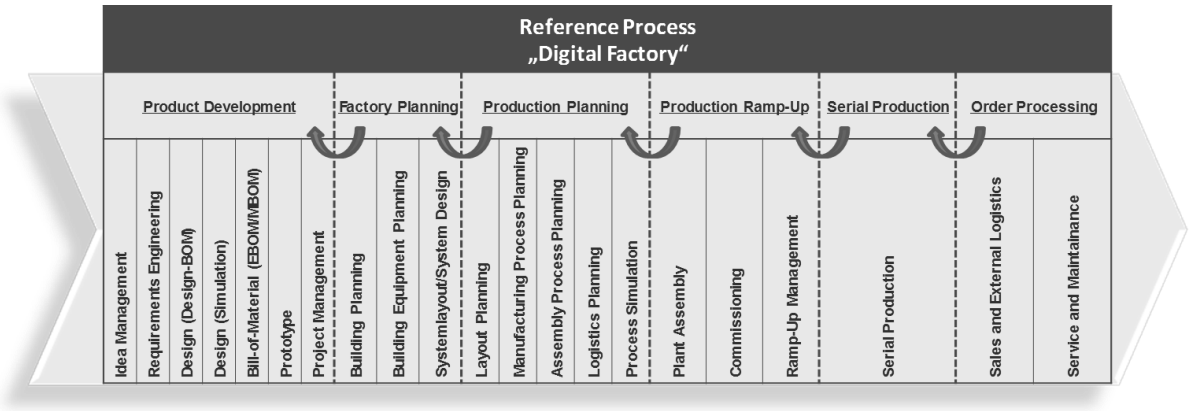


Figure 1: Reference process for the *Digital Factory* [7]

Additionally to the lack of a common understanding of the *Digital Factory*, there is also an increasing number of software vendors offering services within this domain [2,4,5]. This leads to an unmanageable variety of different software solutions [3] and complicates the software selection process in context of the *Digital Factory* [10], even though the individual and requirements based selection of the software tools is crucial to a successful implementation of the *Digital Factory*.

In current literature, several selection methodologies for cross-process software solutions have been developed [9,11,12]. One step which all of them have in common is to perform some kind of software survey during the early selection process stage in order to pre-select those software solutions which are potential candidates for a detailed evaluation phase. This selection of potential candidates is performed based on certain high-level criteria. To perform this process step efficiently it is fundamental to have a structured overview over the relevant software market and its characteristics available. This requirement gets more and more important the more complex and the wider the target domain area gets.

Figure 2 exemplarily shows two different selection methodologies for cross process software solutions [9,11]. Both of the processes start with a step which is needed in order to define the scope and the requirements towards the software to be selected (*Software Need* and *Planning*). This step is followed by some manual and time consuming survey steps (*Initial Software Survey*, *Information Search* and *Selection*) which aim at finding a short list of software products that could potentially be considered for more detailed evaluations and a subsequent selection. Subsequent to the survey steps an evaluation schema will be defined and each of the software solutions found so far will be evaluated based on this schema (*Evaluation*). Once all software solutions have been evaluated the one solution which provides the best results will be selected *(Software Selection* and *Choice*), the contracts will be negotiated (*Contract Negotiation* and *Negotiation*) and finally the software solution will be purchased (*Software Purchase*).

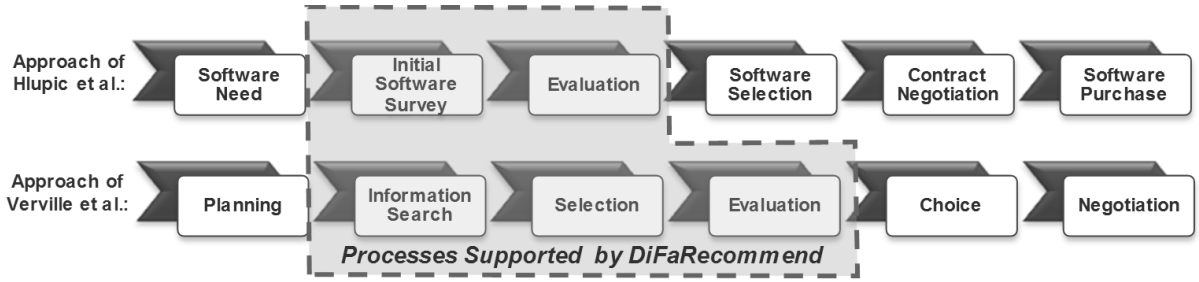


Figure 2: *DiFaRecommend* supported processes [9,11]

In [7] a structured software market analysis for the *Digital Factory* domain has been performed. Overall more than 500 different software solutions, sold by 65 manufacturers have been identified during the analysis. Those software solutions have then been classified by assigning them to 26 different industry branches which they are designed for, 21 different process steps they offer support for and 188 unique tools or functions they are offering to the user. This proves that there really is an unmanageable amount of software solutions available within this domain and that there is an urgent need for support within the software selection process of the companies intending to use such software.

3 Software Selection Approach

In this chapter we will introduce our concept for a structured software selection approach within the *Digital Factory* domain. We will give an overview over the basic concept behind the approach, followed by a definition of the use cases which are relevant for such a structured software selection.

3.1 Basic Concept

The basic idea behind this concept was to provide an IT based recommendation tool (*DiFaRecommend*) which is able to structure the unmanageable amount of software solutions and support companies during their software selection process within the *Digital Factory* domain. As already stated earlier, in current literature there are already some software selection methodologies available for cross process software solutions. There is one characteristic, all of these methodologies have in common: manual research steps in order to find potential candidate software solutions as a basis for more detailed evaluations.

The goal of *DiFaRecommend* is to provide support mainly within the survey steps *Initial Software Survey*, *Information Search* and *Selection* but to some extent also within the *Evaluation* step as defined in the preceding chapter. To achieve this, the idea was to use the results of the reference process based software market analysis performed by [7] as a starting point, transform the results into a data schema and store it into a database. Based on these prepared analysis results, a number of use cases have been defined which could be relevant for companies performing a software selection. These use cases have then been implemented within the business logic of *DiFaRecommend*. They can be applied by the users in order to support the software selection process (Figure 3).

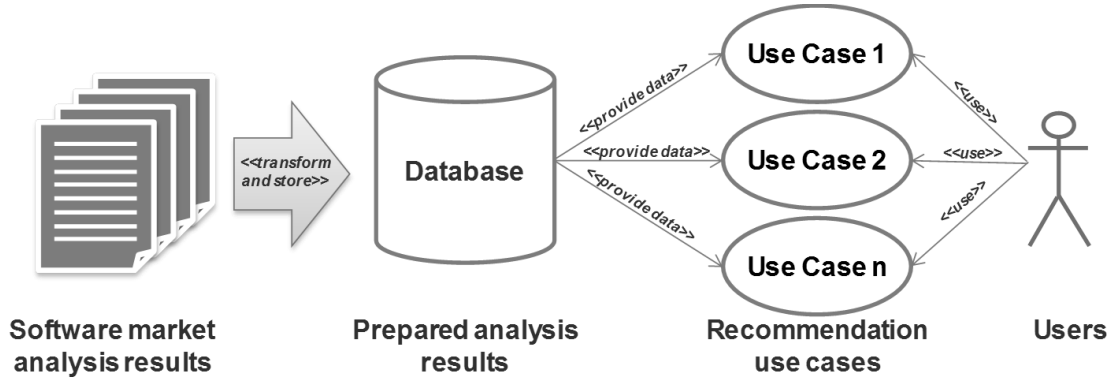


Figure 3: *DiFaRecommend* basic concept

3.2 Use Cases

In this chapter we will define the use cases which have been identified in order to support the software selection process within the *Digital Factory* domain. Overall eleven different use cases have been identified. These use cases can be split into consumer use cases on the one hand and supplier use cases on the other hand. Consumer use cases are aimed at companies and users which are using or consuming existing *Digital Factory* software solutions. Supplier use cases are intended to support companies which are developing and selling software solutions for the *Digital Factory*. Eight of the identified use cases have been identified as consumer relevant whereas three of the use cases are relevant for suppliers only. Figure 4 gives an overview over all identified use cases.

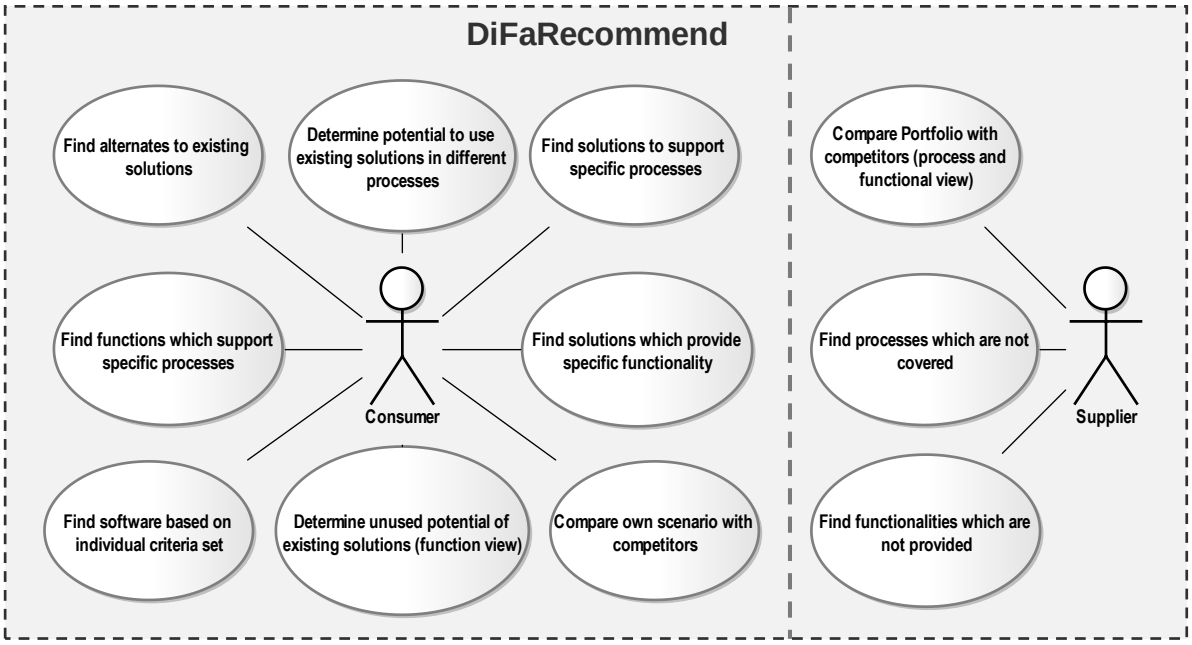


Figure 4: *DiFaRecommend* use case overview

Within the following chapters these use cases will be detailed further with regards to the following aspects:

- **Initial Situation:** Description of the initial situation the stakeholder of the use cases is in. It describes the motivation, why the use case is supposed to be performed.
- **Input:** Description of the input needed in order to perform the use cases.
- **Approach:** Description of the different steps which are performed during the use cases.
- **Output:** The output or result of the use case.

3.2.1 Consumer Use Cases

Within the following Table 1 the eight use cases which are relevant for consumers of *Digital Factory* software solutions will be defined.

Use Case 1: *"Find solutions to support specific processes"*	
Initial Situation:	A company wants to introduce IT support for one or more specific processes in context of the *Digital Factory* (e.g. *Layout Planning*, *Manufacturing Process Planning* etc.). Due to the unstructured software market and the high number of software solutions available, it is hard to find a starting point.
Input:	List of *Digital Factory* processes needing IT support.
Approach:	1. Based on the reference process for the *Digital Factory* the user can select for which of the processes an IT support is needed in the future. 2. *DiFaRecommend* evaluates which of the registered software solutions (as identified by [7]) can support the selected processes and returns a list of candidate software solutions. 3. This result can be taken as a source for further evaluation in order to find the best solution.
Output:	List of software solutions which support the processes defined within the input.

Use Case 2: *"Find solutions which provide specific functionality"*	
Initial Situation:	A company is searching for a software solution which is able to provide certain functionality relevant for the *Digital Factory* (*e.g. fluid simulation, fastener design etc*.). Due to the unstructured software market and the high number of software solutions available it is hard to find a starting point.
Input:	List of *Digital Factory* functionalities the software solution needs to provide.
Approach:	1. The user can define which functionalities the desired software solution needs to provide. 2. *DiFaRecommend* evaluates which of the registered software solutions (as identified by [7]) are able to provide the selected functionalities and returns a list of candidate software solutions. 3. This result can be taken as a source for further evaluation in order to find the best solution.
Output:	List of software solutions which are able to provide the functionalities defined within the input.

Use Case 3: *"Find alternates to existing solutions"*	
Initial Situation:	A company is already using some specific *Digital Factory* software solution but for some reason (e.g. political, financial, functional etc.) wants to replace it by some other equivalent solution.
Input:	Software solution to be replaced.
Approach:	1. The user selects the software solution which is currently in use and if he wants to find an alternative solution based on the *Digital Factory* processes which are supported (Process View) or based on the functionalities which are provided (Function View). 2. *DiFaRecommend* evaluates • In case of a Process View *DiFaRecommend* evaluates, which of the registered software solutions (as identified by [7]) are able to support the same processes than the current solution. • In case of a Function View *DiFaRecommend* evaluates which of the software solutions registered (as identified by [7]) is offering the same functionalities than the current solution. 3. The result can be taken as a source for further evaluation, if there is an alternate software solution available to the already existing and if it should be replaced.
Output:	List of software solutions which are able to replace the existing solution (based on process coverage or provided functionality).

Use Case 4: *"Determine unused potential of existing solutions (function view)"*	
Initial Situation:	A company is already using some specific *Digital Factory* software solutions in order to fulfill some specific functionality (*e.g. fluid simulation, fastener design etc*.). The company now wants to evaluate if this software may be able to provide some additional functionalities which are currently unused.
Input:	Software solution currently in use.
Approach:	1. The user selects the software solution which is currently in use. 2. *DiFaRecommend* evaluates which functionalities the selected software is able to provide and returns this information to the user. 3. The result can be taken as a source for further evaluation, if the existing solution could possibly support additional functionalities which are currently still performed manually or by other software solutions.
Output:	List of functionalities the current software solution is able to provide.

Use Case 5: *"Determine potential to use existing solutions in different processes"*	
Initial Situation:	A company is already using some specific *Digital Factory* software solution in order to provide IT support within some specific *Digital Factory* process (e.g. *Layout Planning*, *Manufacturing Process Planning* etc.). The company now wants to evaluate if this software could also be used in some additional processes of the *Digital Factory*.
Input:	Software solution currently in use.
Approach:	1. The user selects the software solution which is currently in use. 2. *DiFaRecommend* evaluates, which processes of the reference process for the *Digital Factory* the selected software is able to provide support for and returns this information to the user. 3. The result can be taken as a source for further evaluation, if the existing solution could possibly provide support within additional processes which are currently still performed manually or supported by other software solutions.
Output:	List of processes the current software solution is able to provide support for.

Use Case 6: *"Compare own scenario with competitors"*	
Initial Situation:	A company is already using some specific *Digital Factory* software solutions and wants compare its scenario with its competitors in order to e.g. determine the level of innovation within this area.
Input:	Software solutions currently in use at the company (including the specific processes which are supported and functionalities which are used).
Approach:	1. The user selects the software solutions which are currently in use. 2. The user defines which functionalities of the solutions are currently in use and which *Digital Factory* processes are supported. 3. The user defines if the competitors to be compared with should be of some specific industry branch (e.g. automotive) or size (e.g. small company). 4. *DiFaRecommend* internally saves the current setting in order to enhance its data base. 5. *DiFaRecommend* evaluates the scenarios of other competitors which match the industry branch and size as defined earlier. 6. *DiFaRecommend* provides a result to the user showing the following information: • List of software solutions currently in use at the competitors. • List of *Digital Factory* processes supported by those software solutions. • List of functionalities used. 7. The result can be taken as a basis for evaluation, if the own company has a rather good or bad innovation level in terms of IT support within the *Digital Factory* domain. **Note**: *The information about the portfolios of the companies could be collected during the day-by-day use of the application and hereby grow over time. To prevent data protection issues, the information should be stored anonymously.*
Output:	Comparison of the own scenario with those of the competitors.

Use Case 7: *"Find functions which support specific processes"*	
Initial Situation:	A company is seeking for IT support within one or more processes within the *Digital Factory* domain. Due to a lack of common understanding of the *Digital Factory* domain and the high number of available software solutions, the company does not have an overview, which functionalities could be used within these specific processes.
Input:	*Digital Factory* process step IT support is needed for.
Approach:	1. The user selects the processes of the *Digital Factory* reference process which the company is seeking IT support for. 2. *DiFaRecommend* evaluates, which of the functionalities of all registered software solutions could be used within the selected process. 3. DiFaRecommend presents the list of functionalities. 4. The result can be used as a basis for evaluation, which of the available functionalities are relevant for the company and as a basis to find the relevant software solutions.
Output:	List of functionalities which could support the selected process.

Use Case 8: *"Find software based on individual criteria set"*	
Initial Situation:	A company wants to find an optimal software solution for the *Digital Factory* domain based on some specific criteria set.
Input:	Individual criteria set.
Approach:	1. The user defines the weighted criteria set for the evaluation: • List of *Digital Factory* processes to be supported • List of *Digital Factory* functionalities needed • Industry branch • Company size • Price range • If customization is needed • Preferred manufacturer 2. *DiFaRecommend* evaluates the criteria set and finds potential software solutions matching the criteria. 3. *DiFaRecommend* presents the list of potential solutions. 4. The result can be taken as a basis for evaluation, in order to find the best solution.
Output:	List of software solutions matching the criteria.

Table 1: Consumer relevant use cases

3.2.2 Supplier Use Cases

Within the following Table 2 the three use cases which are relevant for suppliers of *Digital Factory* software solutions will be defined.

Supplier Use Case 1: *"Compare Portfolio with competitors (process and functional view)"*	
Initial Situation:	A company supplying software solutions for the *Digital Factory* wants to compare its portfolio with those of the competitors.
Input:	List of suppliers to be evaluated.
Approach:	1. The user defines its own company and the competitors which should be evaluated. 2. *DiFaRecommend* analyzes the portfolio of the company and of its competitors and shows a comparison of the portfolios from a process or function coverage point of view.
Output:	Comparison of the suppliers' portfolios.

Supplier Use Case 2: *"Find processes which are not covered"*	
Initial Situation:	A company supplying software solutions for the *Digital Factory* wants find out which processes of the reference process they can currently support and which of the processes are not covered yet.
Input:	Supplier to be evaluated.
Approach:	1. The user defines the supplier to be evaluated. 2. *DiFaRecommend* analyzes the portfolio of the supplier and evaluates which of the processes of the *Digital Factory* can be supported.
Output:	List of processes which are covered by the supplier's portfolio and those where no support is available.

Supplier Use Case 3: *"Find functionalities which are not provided"*	
Initial Situation:	A company supplying software solutions for the *Digital Factory* wants find out which functionalities relevant for the *Digital Factory* cannot be covered by its portfolio.
Input:	Supplier to be evaluated.
Approach:	1. The user defines the supplier to be evaluated. 2. *DiFaRecommend* analyzes the portfolio of the supplier and evaluates which of the functionalities of the *Digital Factory* are already included in the portfolio and which cannot be covered.
Output:	List of functionalities which can be provided with the suppliers' portfolio and those where no support is available.

Table 2: Supplier relevant use cases

4 Prototype

The concept described in this article has been implemented and tested using a prototype system (Figure 5). This prototype is using the relational database technology of *Microsoft SQL Server 2012* in order to store the information needed. The results of the reference process based market analysis performed by [7] have been transformed and stored in an appropriate data model within the data base. Based on this, the use cases defined in section 3.2 have been implemented as interactive reports using the *Microsoft SQL Server Reporting Services*. These reports are web based and can be opened and viewed by the users with any state of the art web browser.

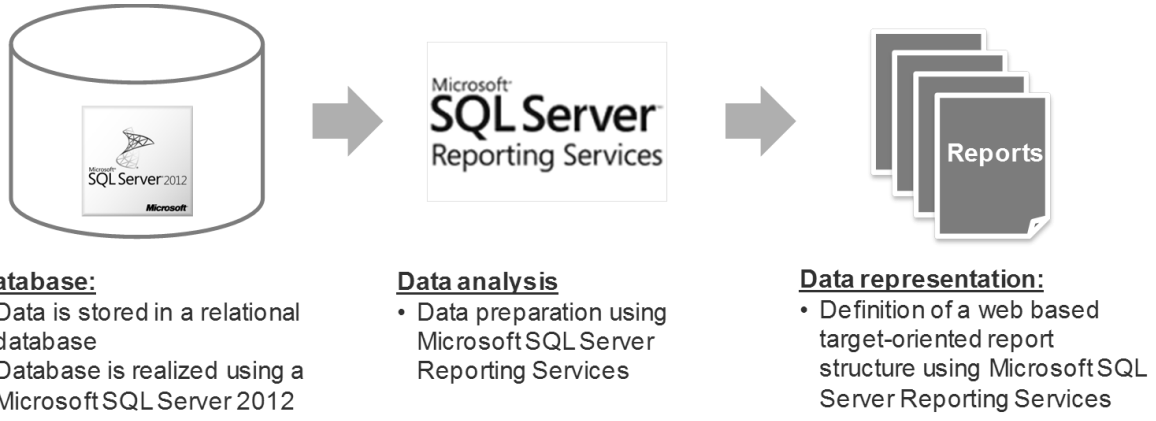


Figure 5: *DiFaRecommend* prototype architecture

Overall, with this prototype the eight most important use cases for the selection process have been implemented while three use cases are still open and in scope for a later release of the prototype (Table 3).

Consumer Use Cases		Supplier Use Cases	
Use Case	***Status***	***Use Case***	***Status***
Find solutions to support specific processes	✓	Compare Portfolio with competitors (process and functional view)	✓
Find solutions which provide specific functionality	✓	Find processes which are not covered	✓
Find alternates to existing solutions	✓	Find functionalities which are not provided	✘
Find functions which support specific processes	✓		
Determine potential to use existing solutions in different processes	✓		
Determine unused potential of existing solutions (function view)	✓		
Compare own scenario with competitors	✘		
Find software based on individual criteria set	✘		

Table 3: *DiFaRecommend* prototype use case status

Additionally to supporting the use cases described above, there are also different views available showing details about each of the software solutions which are contained in the database. Within these views, various drill down and roll up functionalities are provided. Figure 6 shows an example for such a drill down from a view at solution level (usually manufactures bundle a number of single software tools into a package – this is what we consider a solution) on the left side to a more detailed view about one tool contained in the solution on the right side.

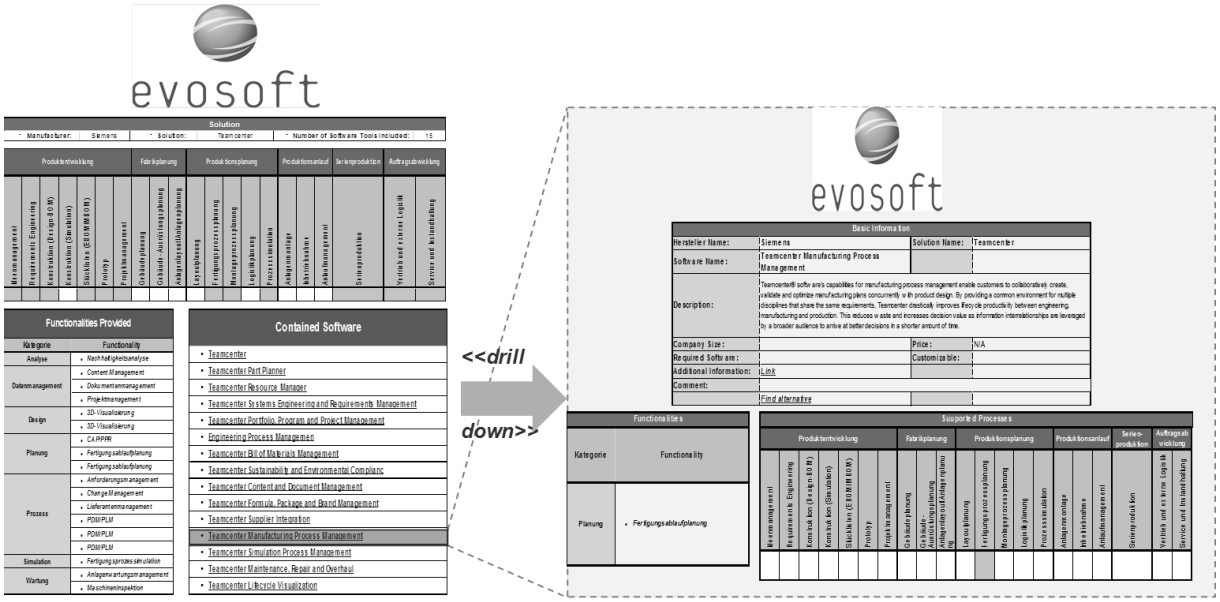


Figure 6: Drill down within *DiFaRecommend* prototype

For first evaluation purposes, the *DiFaRecommend* prototype has been distributed to and tested by experts of an IT consulting company which is among others carrying out projects within the *Digital Factory* domain and an automotive company using software solutions of the *Digital Factory* domain. Due to the judgment of these experts, which is based on their long term experience with this topic, *DiFaRecommend* will definitively have a positive effect within the early stages of the software selection process of companies dealing with the *Digital Factory*. *DiFaRecommend* may also be useful for consulting companies for example within software evaluation projects at a customer. One limitation they made is regarding the target group of *DiFaRecommend*. Their experience indicates that such a software may be primarily of use for small to medium companies because on the one hand they usually do only have limited know how capacities available and on the other hand they are mostly open to using niche software solutions. In the opinion of the experts the use of *DiFaRecommend* for huge enterprises may be questionable because they usually stick to well-known and established software manufactures. This already limits the solution space to a small portion of the market. Additionally in huge enterprises such decisions are very often driven by political discussions which such a recommendation tool would not be able to influence.

5 Conclusion

The aim of this article was to introduce an approach to support companies within the early stages of a software selection process for the *Digital Factory* domain. With the introduction of the basic concept behind the approach we showed that by using the results of a structured software market analysis for the *Digital Factory* which was performed in earlier research it is possible to support and improve some specific parts of the software selection process. After that we identified and defined eleven use cases which are relevant for the selection process. Eight of the use cases aim at consumers which are using *Digital Factory* software while three of the use cases could help suppliers of software solutions to improve their competitiveness in the market. Finally we implemented a prototype realizing the most important of the use cases in order to be able to evaluate the approach. The results of some first

evaluations showed that such software could have a positive impact on the selection process mainly of small to medium companies.

The structured software selection approach defined within this article has the potential to significantly improve the software selection process within the *Digital Factory* domain. In order to further establish this concept some more research needs to be conducted regarding this topic. First the prototype needs to be enhanced in order to support all of the required use cases. Second, some more detailed evaluations need to be performed in order to further test the approach. Third, a concept needs to be defined which ensures that the data base *DiFaRecommend* is based on is always up to date. These are still existing challenges which need to be solved within future research.

6 Acknowledgements

This research has been conducted in cooperation with the evosoft GmbH, Germany.

7 Literature

[1] Aldinger, L; Rönnecke, T; Hummel, V; Westkämper, E (2006): Advanced Industrial Engineering. Industrie Management. 22 59–62.

[2] Barth, M; Drath, R; Fay, A; Zimmer, F; Eckert, K (2012): Evaluation of the openness of automation tools for interoperability in engineering tool chains. In: *Proceedings of the 2012 IEEE 17th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)*, 2012.

[3] Bley, H; Fritz, J U; Zenner, C (2006): Die zwei Seiten der Digitalen Fabrik - Software-Werkzeug und Methode. Zeitschrift Für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 101 19–23.

[4] Bracht, U; Masurat, T (2005): The Digital Factory between vision and reality. Computers in Industry. 56 325–333.

[5] Drath, R; Barth, M (2011): Concept for interoperability between independent engineering tools of heterogeneous disciplines. Etfa2011. 1–8.

[6] Graupner, T-D; Bierschenk, S (2005): Erfolgsfaktoren bei der Einführung der Digitalen Fabrik. Industrie Management. 21 59–62.

[7] Himmler, F; Amberg, M (2013): A Reference Process Based Software Market Analysis for the Digital Factory. In: *Proceedings of the IADIS International Conference - Collaborative Technologies 2013*, 2013.

[8] Himmler, F; Amberg, M (2013): Die Digitale Fabrik – eine Literaturanalyse. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, 2013: pp. 165–179.

[9] Hlupic, V; Paul, R J (1996): Methodological approach to manufacturing simulation software selection. Computer Integrated Manufacturing Systems. 9 49–55.

[10] Meier, H; Homuth, M (2005): Erschliessung der Potenziale der Digitalen Fabrik in heterogener Systemlandschaft. Zeitschrift Für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 100 20–24.

[11] Verville, J; Halingten, A (2003): A six-stage model of the buying process for ERP software. Industrial Marketing Management. 32 585–594.

[12] Wei, C-C; Chien, C-F; Wang, M-J J (2005): An AHP-based approach to ERP system selection. International Journal of Production Economics. 96 47–62.

[13] Zäh, M F; Schack, R (2006): Methodik zur Skalierung der Digitalen Fabrik. Zeitschrift Für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 101 11–14.

Function Based Engineering - A Standardization Framework for the Plant Engineering Domain

Florian Himmler

University of Erlangen-Nuremberg, Chair of Information Systems III, 90403 Nuremberg,
E-Mail: florian.himmler@fau.de

Harald Loy

evosoft GmbH, 90411 Nuremberg, E-Mail: harald.loy@evosoft.com

Vladimir Ostapovski

evosoft GmbH, 90411 Nuremberg, E-Mail: vladimir.ostapovski@evosoft.com

Michael Amberg

University of Erlangen-Nuremberg, Chair of Information Systems III, 90403 Nuremberg,
E-Mail: michael.amberg@fau.de

Abstract

Due to shorter product lifecycles in combination with a rising complexity of their products, more and more enterprises consider using the *Digital Factory*. One important part of the *Digital Factory* is the *Systemlayout/System Design* process which includes the engineering of industrial plants – a very complex and cost-intensive domain. In this article we developed a function based engineering and standardization framework for the plant engineering domain. The concept enables companies to define stable but still flexible standards and achieve a significantly higher reuse ratio as well as a higher degree of interdisciplinary integration during the whole engineering process. Based on a case study we were able to prove the feasibility of the concept and found that overall it has a huge positive impact on *time-to-customer*, *plant quality*, *reusability* and *requirements coverage transparency*.

1 Introduction

Today industrial enterprises are facing shorter and shorter product lifecycles in combination with a rising complexity of their manufactured products. These changing basic conditions require enterprises to enhance their planning efficiency as well as their planning quality. One approach to reach these goals is to introduce the *Digital Factory*. Derived from the VDI definition of the term [14], the *Digital Factory* is defined as an IT system capable of digitally planning, controlling and optimizing all resources and activities related to a product which are performed beginning with its development and ending in the order processing – prior to the start of the real production of the product [7]. Based on the reference process for the *Digital Factory* published by [7], the *Systemlayout/System Design* process – covering all activities performed which are needed to plan the factory building, its equipment and the systems used for production and therefore also includes the plant engineering process – is an essential part of that concept.

In this paper we will introduce a function based standardization framework for the plant engineering domain. The framework can be applied in order to improve the following aspects:

- The interdisciplinary collaboration throughout the whole engineering process of a plant by using mechatronic information objects.
- The project comprehensive reusability ratio of developed plant artifacts by providing a function based modularization strategy for the developed plants.

First we will give an overview over the related work regarding this topic. Then we will introduce the basic concept of our function based engineering approach, the underlying object model as well as a process model which could be applied when realizing the approach. After that we will introduce a short case study in which the function based engineering approach has been applied. Finally we will give a short outlook on future research needed in order to further extend this topic.

2 Related Work

The term *plant engineering* is referred to as "that branch of engineering which embraces the installation, operation, maintenance, modification, modernization, and protection of physical facilities and equipment used to produce a product or provide a service" [13]. Within the last couple of years the complexity of the plants to be engineered, the number of involved disciplines as well as the quality requirements of the customers have increased significantly. This forces companies within this branch to improve their engineering efficiency [12]. Additionally there are still some serious problems which are still to be solved in order to realize the vision of an efficient plant engineering process:

- There is no suitable reuse and collaboration concept available which leads to a high amount of manual, repetitive and error prone processes [2,8,12].
- The degree of integration of the different disciplines involved in the engineering process (e.g. mechanics, electrics and software) is insufficient, resulting in information deficiencies and inconsistencies between them [2,8,12].
- There are heterogeneous system landscapes with a low degree of integration between the software tools, leading to redundant data, data inconsistencies and high development efforts in case of changes [1–3,10]

- There is only poor integration of external parties like suppliers or customers, leading to huge manual effort in order to get them involved into the process [2].
- There is a lack of stable standardization strategies for industrial plants [4,6,9].

Especially those problems regarding the degree of reuse of artifacts and the integration of the involved disciplines depict the biggest pain points for companies within the plant engineering business at the moment. Based on this, there are currently two main challenges which the companies have to face in order to increase their engineering efficiency:

- Development of a standardization concept for plant engineering in order to increase the reuse ratio of developed artifacts [4,5].
- Development of a concept for a continuous integration of all disciplines involved in the engineering process [4,5].

In order to solve the reuse challenge, [2] and [11] introduced the concepts of mechatronic information objects. These objects are used during all phases of the engineering process and are capable of storing the relevant information of all involved disciplines in one object. In [8] they introduced the *Domain Engineering* concept. This concept requires classifying all information evolving during the engineering process as either project dependent information or project independent information. Project dependent information is only valid for one specific project and has a low level of reuse whereas all project independent information can be reused project comprehensive.

The concepts containing the mechatronic information objects could offer a decent possibility to solve the problem of integrating all participating disciplines. A solution to – at least to some extend – improve the reuse ratio of developed artifacts could be provided by the *Domain Engineering* approach. Anyhow, both concepts consider the reuse and the integration problems isolated of each other. Additionally the *Domain Engineering* approach may improve the reuse ratio for project independent artifacts but does not provide a strategy on how to standardize industrial plants in a way that parts of the project dependent artifacts could be transferred and reused in other projects.

3 Function Based Engineering

In this chapter we will introduce our concept of a function based engineering of industrial plants. It can be applied as a standardization strategy within the plant engineering domain. We will first give an overview over the basic idea of our concept. Then we will describe the object model the whole concept is based on. Finally we will introduce a six step process which is designed to define standardized plant objects and make them available for reuse in multiple projects.

3.1 Basic Concept

The basic idea behind the concept is, to move away from component based engineering of an industrial plant towards a function based engineering of all parts of a plant. By the term function based engineering, we understand the process of breaking down a plant or sub-plant into separate units from a functionality point of view. The result is a structured representation of the functions which the plant is offering.

Today the most common way to engineer a plant is a top-down, component based approach where the plant is split up into the individual components and sub-components it consists of (Figure 1) [3]. The result is an *Engineering View* of a plant with all of its components. After the plant has been developed

from an engineering point of view, the *Production View* needs to be defined which determines the parts needed to realize the components. The result of the *Production View* is the bill of materials (BOM) needed to produce the plant.

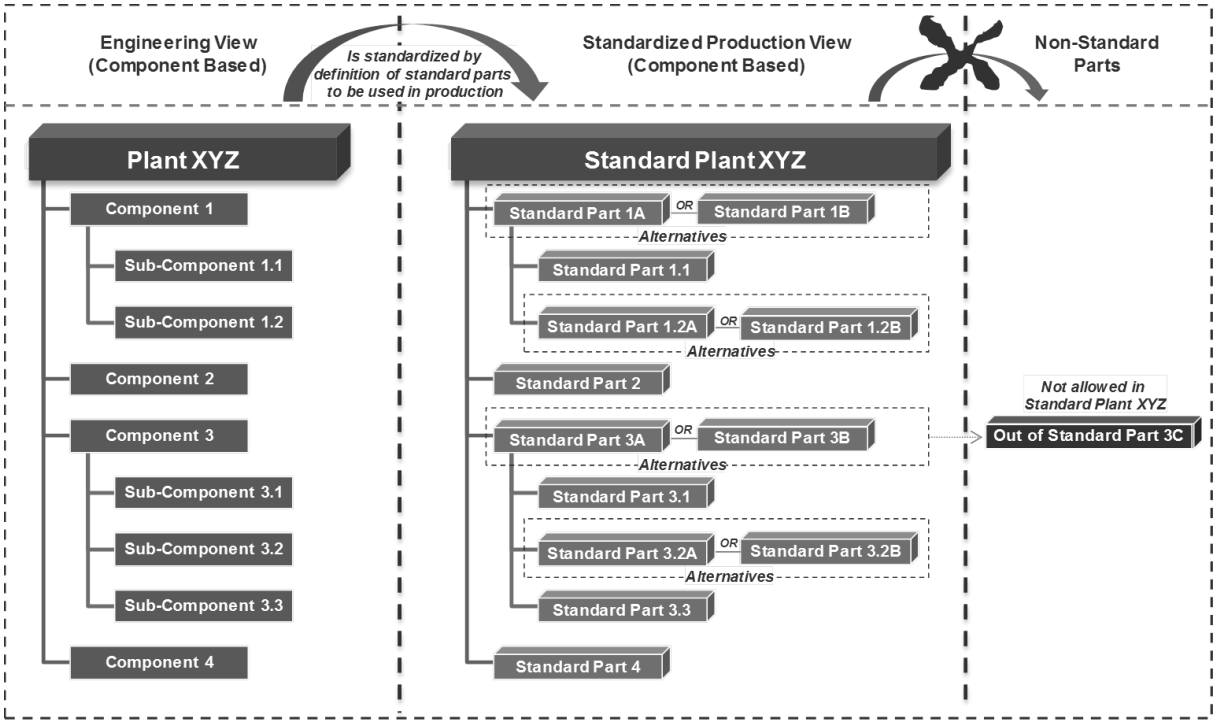


Figure 1: Component based standardization

In order to reduce costs and complexity and to improve the quality of the produced plants at the same time, companies are trying to standardize the production of their plants as far as possible [2]. To achieve this, for each *Engineering View* of a plant, a *Standardized Production View* is developed. It defines which parts are to be used in order to produce a standard plant. Within this *Standardized Production View*, it is defined which parts have to be used in order to produce the plant. This allocation can either be a 1-to-1 relationship, which means that the component can only be realized by one single part, or a 1-to-n relationship, which means that for this specific component there are more equivalent parts available which are allowed to be used as substitutes in order to realize the component during production. Additionally, there could be parts available in the market which could also be a substitute for some standard part but which are not defined within the standard. In these cases those out of standard parts are not allowed to be used when producing the plant.

During production of a plant, a situation may occur in which for some of the components the parts defined within the standard are not available at that point in time when they are needed (e.g. when the suppliers of the defined standard parts are facing supply difficulties). At the same time some equivalent, but out of standard parts could be available. In this scenario the producing company would have two options – either stop the production of the plant or modify the defined standard. When stopping the production of the plant, the company could either reject the order - and potentially loose a customer - or wait until the part is in stock again and risk penalties for late deliveries. The other option would be, to modify the defined standard in order to convert the out of standard part into an additional standard part for the plant. This would on the one hand enable the company to still be able to finish the production of the plant in time. On the other hand such manipulations of a defined standard are very

cost-intensive because the whole standard needs to be re-evaluated. Additionally, one basic characteristics of a standard – its stability over a longer period of time – would be contradicted.

In order to solve the problems of component based standardization as mentioned above, we developed a new function based standardization framework. With this framework we move away from a component based description of a plant towards an engineering approach which is exclusively based on the functions and sub functions a plant consists of. The whole framework is based on three subsequent process steps which need to be passed through:

1. ***Step "Define":*** Break the object/plant to be engineered down into its functional structure. The result of this step is a list of all functions the plant could potentially consist of. Each function can be defined as being an optional function. Functions marked as optional could be removed during the subsequent standardization process.
2. ***Step "Standardize":*** Define standardized objects/plants based on the functional structure defined in the preceding step. For each functional structure defined in the preceding step n-different standard structures can be defined. The standardized objects/plants are available for realization within the next step and can be reused multiple times.
3. ***Step "Realize":*** Instantiate one of the standardized objects/plants defined in the preceding step to use it in a specific project or production context. In order to be able to produce the object/plant, each function needs to have exactly one part assigned, which can fulfill the function. For this assignment of parts, all available parts which can fulfill the required function are available for selection.

Figure 2 gives an overview over the first two steps and its results. During the *Define* phase the functional structure of a generic plant is engineered. In our example the *Generic Plant* consists of three different main functions of which *Function 2* and *Function 3* are defined as optional and could be left out during the *Standardize* phase. *Function 1* as well as *Function 3* can be further split down into two different sub-functions. Within the subsequent *Standardize* phase, two standardized plants are created based on the generic structure defined earlier. One of the standard plants contains *Standard Function 1* only, while the second standard plant additionally contains *Standard Function 3*. For each of the standard functions and sub-functions it is additionally defined which parts available for usage are able to provide that exact function.

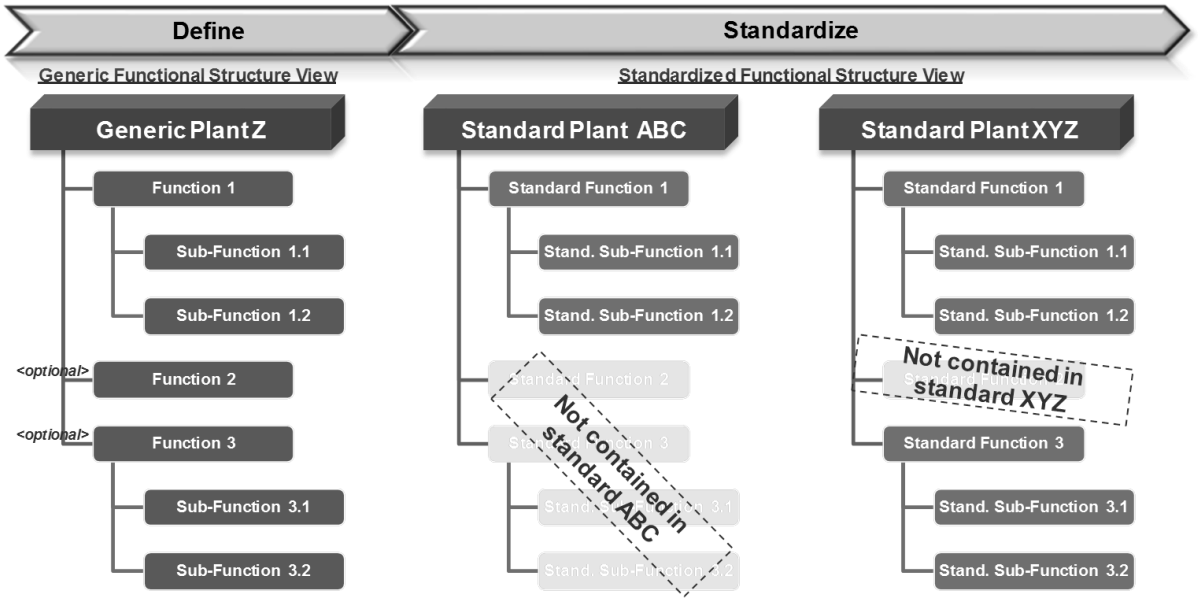


Figure 2: Function based standardization

The concluding *Realize* phase will define how a plant requested by a customer will be produced (Figure 3). As an input for this step a *Plant Requirement Specification* is needed. It contains all requirements the customer has towards the plant to be produced. These requirements are then mapped towards the functions the previously defined standardized plants are offering. The standard plant with the highest requirements coverage will be chosen for realization. In our example, the *Standard Plant ABC* fits best and has been chosen as a basis to realize *Plant A*, *Plant B* and *Plant C*. The next step is to define, with which of the parts available to fulfill the required functions the plant will be realized. For *Standard Function 1* initially there are two parts (*Part 1 A* and *Part 1 B*) available. *Plant A* is realized using *Part 1 A*. Then an additional part (*New Part*) has been developed which could also fulfill this function. This new part can be made available for production by assigning it to the *Standard Function 1* without having to modify the existing definition of the standard for the plant. *Plant B* has been realized using this *New Part*. When fulfilling a function at a certain level with an available part, this already includes all of the function's sub-functions. Alternatively to fulfilling *Standard Function 1* with one of its available parts, the function could also be fulfilled by fulfilling *Standard Sub-Function 1* and *Standard Sub-Function 2* instead. In our example *Plant C* has been realized by using *Part 1.1 A* in combination with *Part 1.2 A*.

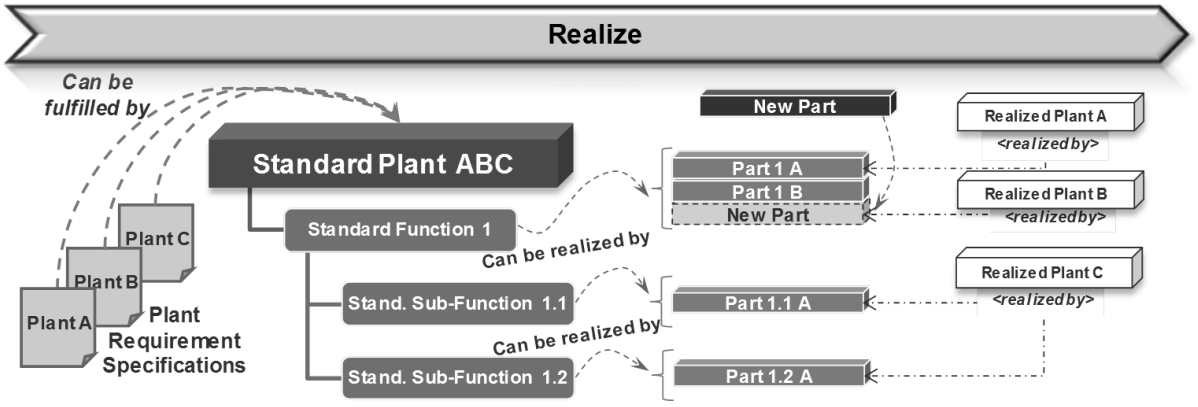


Figure 3: Realization based on function based standardization

By applying a function based engineering approach for industrial plants as described above it is possible to standardize industrial plants in a way that those standards are even in the long term stable against modifications but still flexible enough to deviate from its initial definition and to be able to adapt to changing surrounding conditions. Additionally, by defining function based and customer oriented standards, which can be used across multiple customer requests and projects, the reusability of developed artifacts can be improved.

3.2 Object Model

In this chapter we will introduce the object model which was developed in order to support the functional engineering concept developed in this article. This object model will be able to store all information which is needed in order to engineer a plant from a functional point of view, standardize the plant, define with which objects the functions can be realized and provide different views on a plant in order to satisfy the needs of different roles involved in the process (e.g. engineer, production planner etc.).

The data model introduced is based on six different types of objects: *Customer Requirement*, *Plant*, *Function*, *Mechatronic Object*, *Feature* and *Purchasable Object* (Table 1).

Name	Description
Customer Requirement Specification	Represents the requirements which a customer requesting an industrial plant has towards this *Plant.*
Plant	Represents the whole plant which has been engineered towards and therefore fulfills the requirements defined in the *Customer Requirement Specification*.
Function	Represents a function fulfilled or offered by one or more plants of *Mechatronic Objects.*
Mechatronic Object	Represents an object which can fulfill one or more *Functions* and can itself offer one or more *Functions*. A *Mechatronic Object* can be seen as a collector of all information which is needed during the whole lifecycle of a *Plant* or one of its sub objects. This includes information regarding all kinds of technical (e.g. mechanics, electrics, software, pneumatics, hydraulics etc.) as well as non-technical (e.g. project management, financial etc.) domains which are affected.
Feature	Represents specific features of a *Mechatronic Object* or a *Function*. It is used to further define these objects. The semantics of the object as dependent of the context it is used in: • If used in context of a *Function* the *Features* define the characteristics which a *Mechatronic Object* needs to provide in order to fulfill the *Function*. • If used in context of a *Mechatronic Object* the *Features* define the special characteristics of the object itself.
Purchasable Object	Represents real life objects which can be purchased from a supplier. Each *Purchasable Object* is a real-life representative of one or more *Mechatronic Objects*.

Table 1: Object model

Additionally we defined the possible relationships between those different kinds of objects in the model (Table 2).

Relationships
• A *Plant* fulfills one *Customer Requirement Specification*
• A *Plant* offers 1-to-n *Functions* and can be represented by a *Purchasable Object*
• A *Function* is defined by its *Features* and can be realized by a *Mechatronic Object*
• A *Mechatronic Object* is defined by its *Features*, offers 1-to-n *Functions* and can be represented by a *Purchasable Object*
• A *Purchasable Object* is the bottommost object of the structure and is not detailed any further

Table 2: Object relationships

Using the object model as defined above, it is possible to describe all kinds of industrial plants in a standardized way in order to support the function based engineering approach. Figure 4 shows a simple example for an industrial plant which can fulfill one specific *Customer Requirement Specification* and which is offering two different *Functions*. Additionally this *Plant* is defined by two *Features*. Each of the two *Functions* can be realized by one specific *Mechatronic Object*. During production for each of the *Mechatronic Objects*, there is one real-life *Purchasable Object* available which could replace those *Mechatronic Objects*. In order to satisfy the needs of the different roles involved during the engineering and production processes, different domain specific views can be provided:

- ***Functional Engineering View***: An engineering specific view which provides an overview over the functionalities of the plant (i.e. *Bill of Functions*). With this view the engineers are able to verify if the requirements of the customer are fulfilled by the plant.
- ***Component View***: A production planning specific view which gives an overview over the functional objects needed in order to manufacture the plant (i.e. *Bill of Components*). With this view the planners are able to verify if all of the required functions can be realized.
- ***Production View***: A production specific view which gives an overview over the different parts needed during production in order to manufacture the plant (i.e. *Bill of Materials*). With this view the work preparation is able to verify if all materials needed in order to manufacture the plant are available.

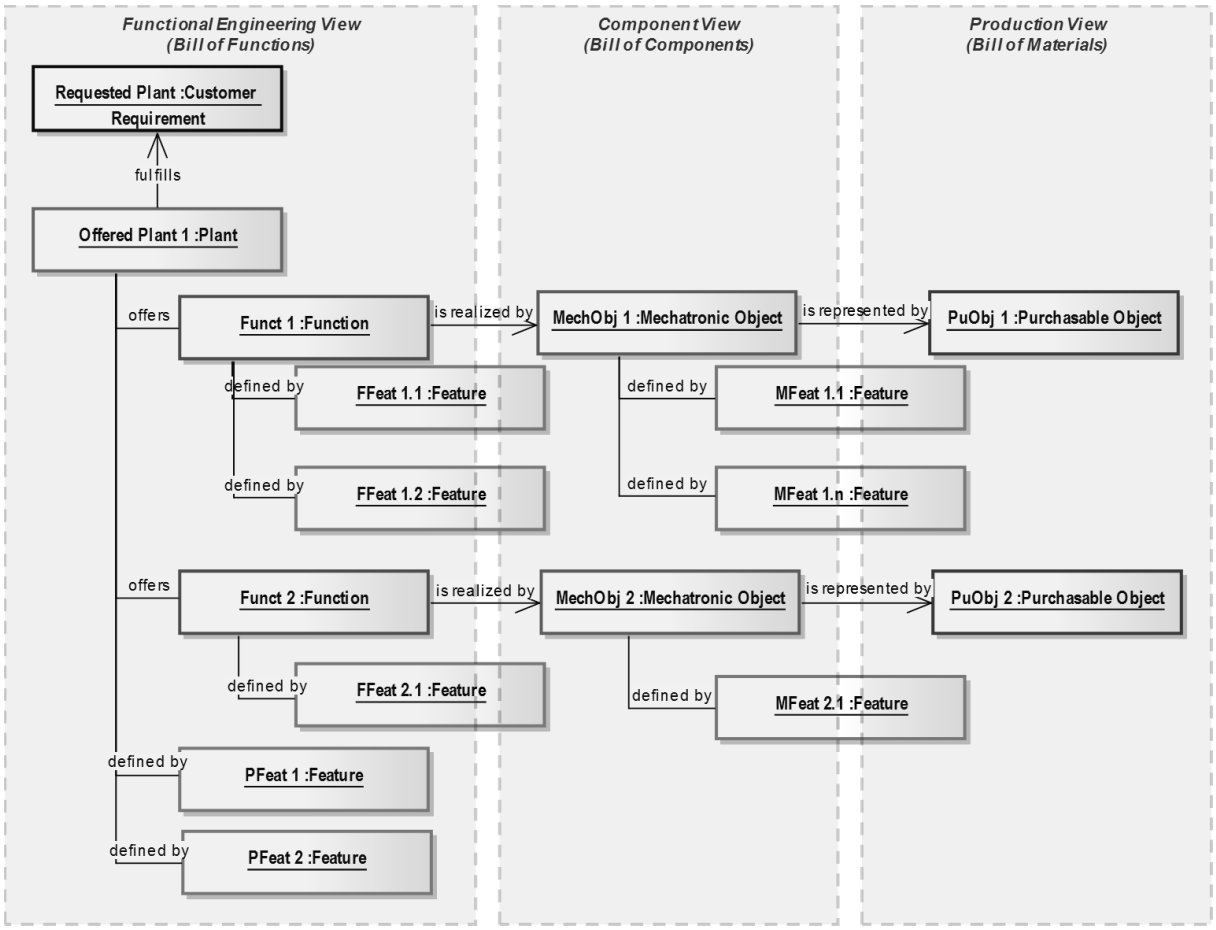


Figure 4: Sample plant

3.3 Process Model

In the preceding chapters we introduced the basic concept and an object model for our function based engineering approach and how it could be applied when starting from scratch with a completely new plant definition. In day-to-day business one usually doesn't do greenfield engineering. In most cases there are already existing plant definitions available whose know how should be carried over into the new concept. Following, we will introduce a process framework which could be applied as a standard procedure to migrate from an existing component based engineering strategy to the function based engineering approach (Figure 5).

Figure 5: Migration process overview

This process model contains the six different steps *Analyze*, *Prepare Features*, *Prepare Functions*, *Define*, *Standardize* and *Realize*. Please refer to Table 3 for a detailed description of the process steps.

Process	Description	Result
Analyze	The goal of this step is, to familiarize with the existing solution and to collect all existing documentations and engineering structures of the plant.	Common understanding of the current solution
Prepare Features	The goal of this step is, to extract all properties and characteristics of the existing plant from the existing documentation gathered in the previous step. For each of the properties a *Feature* object needs to be created.	List of available *Features*
Prepare Functions	The goal of this step is, to extract all *Functions* the current plant consists of and assign the relevant *Features* defined in the previous step. This is the most important step in the process. It is important to model and define the *Functions* in a way that they are modular and reusable in other plants.	List of available *Functions*
Define	The goal of this step is, to define the functional structure of the plant (see chapter 3.1). In order to achieve this, it is crucial to combine associated functions to reasonable functional units which are able to be reused in multiple plants.	Generic functional structure of the *Plant*
Standardize	The goal of this step is, to define standardized and reusable plants based on the result of the preceding step (see chapter 3.1).	*Standardized Plant Structures*
Realize	The goal of this step is, to physically produce a real plant based on the standard defined in the previous step (see chapter 3.1).	*Realized Plant Structure* based on standard

Table 3: Migration process elements

By applying this roughly defined process, it will be possible to migrate existing component based plant definitions into the new function based engineering approach without losing the know how gathered so far.

4 Case Study

In this chapter we will describe a case study, which has been performed in order to prove the feasibility of the function based engineering approach. For this case study, an existing conveyor system has been migrated from a component based description using the process model described above. Following, we will exemplarily show this process based on one component of the system, the straight conveyor (Figure 6).

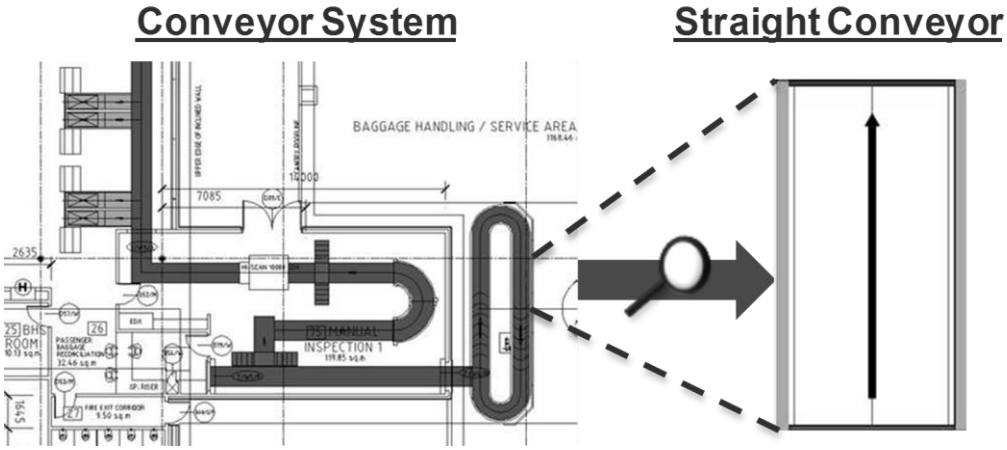


Figure 6: Conveyor system and straight conveyor

The first step was to analyze the existing documentation of the conveyors in order to get an understanding of the solution and gather all relevant technical and non-technical information about it. Consecutively, all relevant characteristics of the straight conveyor have been extracted and converted into *Feature* objects. Overall around 50 different *Features* (e.g. height, width, operating temperature etc.) have been defined for this straight conveyor. After the definition of the *Features,* all relevant *Functions* the conveyor consists of have been extracted, defined and restructured in a way that the result is a collection of reusable and customer-relevant *Functions*. During our analysis, we identified 11 different *Functions* and *Sub-Functions*. Two of them were special *Port Functions* which define input and output interfaces (in order to connect multiple conveyor objects with each other) of the given object. With these *Functions* and *Features* defined so far we were able to create the generic functional structure of the conveyor and therefore bundled them into multiple separate functional units. The top level functional unit was the straight carrier system and contained six different functions (*carrying function*, *drive system function*, *tracking function*, *input port function*, *output port function* and *control software function*). Additionally, some of these *Functions* have again been split into separate functional units. Based on this generic functional structure, multiple standard straight conveyors have been standardized (e.g. *Standard Straight Conveyor 1200mm*, *Standard Straight Conveyor 1400mm* etc.). They were then available to be used in a complete conveyor system (Figure 7). The same process as performed for the straight conveyor has been performed for all other parts of the conveyor system (e.g. *curve conveyor*, *carousel*, *control cabinet* etc.).

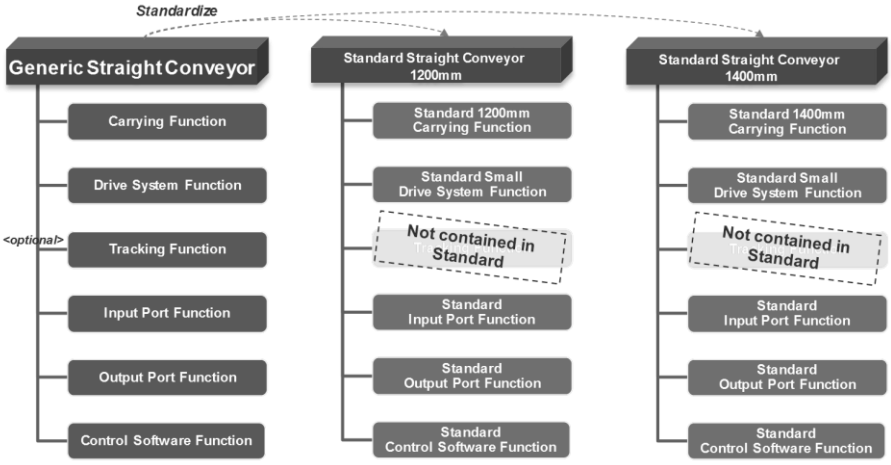


Figure 7: Standard straight conveyors

After performing the function based engineering approach for the complete conveyor system, a couple of small sample projects have been initiated (process step *Realize*) in order to evaluate the feasibility of the concept. Within these projects, complex conveyor systems have been ordered by customers and then engineered and realized using the new approach. The evaluation (Table 4) of the results has shown, that there is significant improvement with regards *to time-to-customer*, *plant quality*, *reusability* of artifacts and the *requirements coverage transparency*. Drawbacks of the new concept were the high *initial efforts and costs* in order to set up the function based engineering.

Evaluation Criteria	Tendency	Description
Time-to-customer	↑	Overall time-to-customer could be significantly reduced due to the following aspects: • Reduction of the tender preparation time by 90% • Reduction of engineering time by 85% • Reduction of installation time by 25%
Plant quality	↗	Improvement of the plant quality due to pre-tests which were enabled by standardized tests for standardized functional objects.
Reusability	↗	Due to the definition of standardized functional units the reusability ratio has been significantly improved. All of the plants realized within the sample projects are based on the same standardized objects.
Requirements coverage transparency	↗	Due to a mapping of the customer requirements to the functions of the realized plant the requirements coverage was already available during early phases of the project and lead to better transparency.
Initial costs	↑	The initial costs for these projects were very high due to the high effort for migrating to the function based engineering approach.

Table 4: Evaluation results

5 Conclusion

The aim of this article was, to introduce a function based standardization framework for the plant engineering domain which can be applied in order to improve the engineering process in terms of interdisciplinary collaboration as well as project comprehensive reuse of artifacts. By introducing the basic concept behind this framework at the beginning, we showed that by using a three step process the main disadvantages of the currently used engineering concepts can be eliminated. After that, we showed that in order to realize this novel approach, a specific object model containing six different types of objects is needed. We then introduced a six step process which supports companies when migrating existing plants from a component based description to the new function based approach. Finally, we were able to evaluate the function based engineering concept by applying a case study in which complex conveyor systems have been engineered, standardized and realized using this concept. This case study showed, that the concept has positive influence on *time-to-customer*, *plant quality*, *reusability ratio* and *requirements coverage transparency* whereas *high initial costs* have been identified as a major drawback of the concept.

The function based engineering concept as defined in this article has the potential to significantly improve the plant engineering process. In order to further establish this concept, some additional research needs to be performed on this topic. On the one hand, additional case studies need to be performed to reassure that the concept is also feasible for other types of plants than conveyor systems. On the other hand, the problem of heterogeneous system landscapes with a low degree of integration between the software tools within the plant engineering domain could not be solved by this concept yet. This is still an existing challenge which needs to be addressed within future research.

6 Literature

[1] Barth, M; Drath, R; Fay, A; Zimmer, F; Eckert, K (2012): Evaluation of the openness of automation tools for interoperability in engineering tool chains. In: *Proc. 2012 IEEE 17th Conf. Emerg. Technol. Fact. Autom.*, 2012.

[2] Bohm, B; Gewald, N; Kohlein, A; Elger, J (2011): Mechatronic models as a driver for digital plant engineering. In: *ETFA2011*, IEEE, 2011: pp. 1–8.

[3] Drath, R; Barth, M (2011): Concept for interoperability between independent engineering tools of heterogeneous disciplines. Etfa2011. 1–8.

[4] Feldmann, S; Fuchs, J; Vogel-Heuser, B (2012): Modularity, variant and version management in plant automation – future challenges and state of the art. In: *12th Int. Des. Conf. Des.*, 2012: pp. 1689–1698.

[5] Fuchs, J; Feldmann, S; Vogel-Heuser, B (2012): Modularität im Maschinen- und Anlagenbau - Analyse der Anforderungen und Herausforderungen im industriellen Einsatz. In: *Entwurf Komplexer Autom. EKA*, 2012: pp. 307–316.

[6] Gepp, M; Khomut, M; Vollmar, J (2012): Success Factors of Standardization : An Empirical Study. Proc. 23rd Int. DAAAM Symp. 23 501–504.

[7] Himmler, F; Amberg, M (2013): A Reference Process Based Software Market Analysis for the Digital Factory. In: *Proc. IADIS Int. Conf. - Collab. Technol. 2013*, 2013.

[8] Jazdi, N; Maga, C; Göhner, P; Ehben, T; Tetzner, T; Löwen, U (2010): Mehr Systematik für den Anlagenbau und das industrielle Lösungsgeschäft — Gesteigerte Effizienz durch Domain Engineering. - Autom. 58 524–532.

[9] Little, A D (2003): Ergebnissicherung im Anlagenbau.

[10] Löwen, U; Wagner, T (2009): Modellierung komplexer technischer Systeme - Anforderungen und Erfahrungen aus dem Anlagenbau. In: *Tagungsband Mechatronik 2009*, 2009.

[11] Luder, A; Foehr, M; Hundt, L; Hoffmann, M; Langer, Y; Frank, S (2011): Aggregation of engineering processes regarding the mechatronic approach. In: *ETFA2011*, IEEE, 2011: pp. 1–8.

[12] Maurmaier, M; Stuttgart, U; Dencovski, K; Ag, S; Schmitz, E (2008): Engineering Challenges – Evaluierungskonzept für Engineering- Klassifikation von Werkzeugkonzepten am Beispiel von Comos ®. Atp Ed. 1 50–58.

[13] Mobley, K (2001): Plant Engineer's Handbook, Woburn: Butterworth-Heienmann, 2001.

[14] VDI (2008): VDI Richtlinie 4499 Blatt 1 - Digitale Fabrik - Grundlagen.

Additive Manufacturing – Herausforderungen für die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik

Heiner Lasi

Universität Stuttgart, Institut für Betriebswirtschaftslehre, 70174 Stuttgart,
E-Mail: lasi@wi.uni-stuttgart.de

Dominik Morar

Universität Stuttgart, Institut für Betriebswirtschaftslehre, 70174 Stuttgart,
E-Mail: morar@wi.uni-stuttgart.de

Hans-Georg Kemper

Universität Stuttgart, Institut für Betriebswirtschaftslehre, 70174 Stuttgart,
E-Mail: kemper@wi.uni-stuttgart.de

Abstract

Additive Manufacturing (AM) – in der öffentlichen Diskussion auch als 3D-Druck bezeichnet – stellt ein Bündel an neuen Fertigungstechnologien dar, die ausgehend von digitalen 3D-Modellen das „Drucken“ von physischen Gegenständen im industriellen Kontext ermöglichen. Nach einschlägiger Expertenmeinung wird der industrielle Einsatz von AM zu gravierenden Veränderungen in Wertschöpfungsketten führen und gänzlich neue Geschäftsmodelle hervorbringen. Der Beitrag stellt den aktuellen Stand der Forschung zu AM kurz dar und zeigt am Beispiel von Erzeugnisstrukturen industrieller Produkte anhand empirischer Erkenntnisse auf, dass der Einsatz dieser Technologien auch zu neuen Herausforderungen für die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik führt.

1 Motivation und Problemstellung

Die Vorstellung, physische Gegenstände nach Belieben über 3D-Drucker erstellen zu können, ruft eine Faszination hervor. Diese wird aktuell durch vollmundige Ankündigungen und Presseberichte befeuert, die die Realisierung dieser Vision in naher Zukunft in Aussicht stellen. Die Palette reicht hierbei von neuartigen Apps, mit denen per Smartphone-Kamera Gegenstände fotografiert werden können und diese dann direkt von einem Print on demand Service gedruckt werden – egal ob es sich dabei um einen Hosenknopf oder einen Schlüssel handelt – bis hin zu Architekten, die individuell „gedruckte" Häuser designen [24, 23]. Auch die Entwicklungen im Lebensmittel- und Medizinbereich erwecken Aufmerksamkeit: Von individuell gedruckten Pizzen bis hin zu Organen scheint alles in den Bereich des Möglichen zu rücken [25, 21]. Zweifelsfrei muss bei aller Euphorie eine gesunde Skepsis erhalten bleiben. Dennoch sind ernst zu nehmende Entwicklungen nicht von der Hand zu weisen, wie beispielsweise:

- Die amerikanische Administration und insbesondere Präsident Barack Obama sehen in der industriellen Anwendung von 3D-Drucktechnologien die Chance, Wertschöpfung (und damit Arbeitsplätze) zurück nach Amerika zu holen. Deshalb wurde im Mai 2013 eine Initiative zur Gründung von 15 „manufacturing innovation institutes" gestartet [26]. In Deutschland haben sich hierfür bereits Forschungsallianzen gebildet.
- 3D-Druckverfahren ermöglichen die Herstellung „bionischer" Teile, die sich durch eine bisher nicht erreichte Material- und Gewichtseffizienz auszeichnen [18]. Daher wird die Verbreitung von 3D-Drucktechnologien als eine vielversprechende Antwort auf dringende Fragen der Nachhaltigkeit gesehen. Insbesondere die Automobil- und Luftfahrtindustrie entwickeln daher neue, auf dem 3D-Druck basierende Konzepte. Beispielsweise hat EADS einen Zeitplan für ein komplett gedrucktes Flugzeug präsentiert [19, 22].
- Physische Güter haben vielfach funktionale Einschränkungen, da deren Gestaltung durch Restriktion der Fertigbarkeit eingeschränkt wird. Durch 3D-Druckverfahren entstehen neue Gestaltungsspielräume auf Seiten der Produktentwicklung, so dass sich Unternehmen eine starke Veränderung hin zu funktionaleren Produkten versprechen. Ein Beispiel hierfür sind Prothesen in der Medizintechnik, die auf Basis funktionaler Anforderungen individuell erstellt werden können [18, 22].
- Die Skalierbarkeit und Wandlungsfähigkeit von Produktionsanlagen stellt Hersteller in der Regel vor große Herausforderungen. Volatile Nachfrage, Variantenvielfalt, kurze Produktlebenszyklen, geringe Fertigungskosten und kurze Produktionszeiten führen zu Zielkonflikten, deren Auflösung durch den Einsatz von 3D-Druck in der individualisierten industriellen Serienfertigung gesehen wird. Hierfür werden erste Konzepte erarbeitet, die „Druck-Fabriken in der Cloud" beschreiben [15, 11].

Die genannten Szenarien betreffen sicherlich zunächst primär natur- und ingenieurswissenschaftliche Disziplinen. Mittelbar sind jedoch bereits jetzt Entwicklungen zu erkennen, in denen der 3D-Druck zu gravierenden Veränderungen im industriellen Kontext führen wird. Und nicht zuletzt sind durch die Weiterentwicklung von 3D-Drucktechnologien gänzlich neue Geschäftsmodelle denkbar (bspw. „Fabrik in der Cloud"), die etablierte industrielle Strukturen ins Wanken bringen können [15].

Erste Ergebnisse einer empirischen Untersuchung zeigen, dass der 3D-Druck bereits jetzt zu Veränderungen im Gestaltungsbereich der Wirtschaftsinformatik führt und deshalb inzwischen ein relevantes Themenfeld für die Wirtschaftsinformatik ist. In diesem Beitrag wird zunächst ein

Überblick über den in der Öffentlichkeit als 3D-Druck bezeichneten Bereich des Additiv Manufacturing gegeben (Abschnitt 2). Daran schließt sich die Darstellung des Bezugsrahmens sowie die Ableitung der Forschungsfrage und Erläuterung des Forschungsdesigns an (Abschnitt 3). Darauf aufbauend werden die bisherigen Erkenntnisse erörtert (Abschnitt 4) und ein Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf gegeben (Abschnitt 6).

2 Abgrenzung und Beschreibung von Additive Manufacturing

Additive Manufacturing (AM) bildet den Überbegriff für schichtweise (generative) Fertigungsverfahren und Einsatzzwecke auf Grundlage der Unterscheidung von subtraktiven, formativen und additiven Fertigungsverfahren [5]. AM ist prozesshaft betrachtet eine Fertigungstechnik zur direkten Produktion von CAD-Modellen als physische Geometrie. Die Notwendigkeit zur Prozessplanung oder der Herstellung von Produktionswerkzeugen wie bspw. Gussformen entfällt [2]. Betrachtet man die einzelnen AM-Verfahren, haben diese gemeinsam, dass die Bauteile im Bauraum eines sog. Fabrikators – die AM-Fertigungsanlagen – schichtweise aufgebaut werden. Dafür werden 3D-CAD-Modelle in Schichten geschnitten, die einzelnen Schichten werden nach und nach übereinander aufgebaut [2, 4]. Als Substrate kommen flüssige, pulverförmige und feste Kunststoffe sowie pulverförmige Metalle, Keramiken und Gips in Frage [2, 5]. Bezüglich des Einsatzzwecks von AM unterscheidet man zwischen der Produktion von kundenindividuellen Einzelserien oder Kleinserien *Rapid Manufacturing*, der Produktion von Prototypen *Rapid Prototyping* und der Produktion von Werkzeugen *Rapid Tooling*. Daneben existieren weitere Begriffe wie bspw. *Layer Manufacturing* oder *Solid Freeform Fabrication* die synonym zu AM verstanden werden [5].

Abbildung 1: Einsatzpotentiale von Additive Manufacturing. Quelle: [20]

Bei der Betrachtung von AM im Vergleich zu konventionellen Fertigungsverfahren ist hervorzuheben, dass der Einsatz von AM nur bei einer begrenzten Seriengröße wirtschaftlich ist. Positiv wirken sich hierbei eine hohe Komplexität des Bauteils aus, da die Fertigung von ganzen Bauteilgruppen mit integrierten Funktionen möglich ist [13, 5]. Eine hohe Variantenvielfalt des Produkts hat ebenfalls positive Effekte auf die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von AM, da der Stückpreis in der Fertigung nahezu konstant ist [8, 13, 5].

Inzwischen wird AM in verschiedenen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 1). Die Gründe sind hauptsächlich die vielfältigen Konstruktionsfreiheiten bspw. für Leichtbaulösungen sowie die günstige Produktion kleiner kundenindividueller Mengen und Einzelteile [7, 13, 8]. Folgender Überblick soll die Vielfältigkeit von AM verdeutlichen [20, 17]:

- In der Luft- und Raumfahrtindustrie werden von Turbinenteilen bis zur Innenausstattung verschiedene Produkte mit AM hergestellt.
- Die Rüstungsindustrie fertigt mit AM individuelle Gewehrgriffe oder Bauteile für unbemannte Fahrzeuge.
- In der Automobilindustrie werden neben Prototypen u.a. Bauteile für Rennwagen oder Ersatzteile für Luxusautos produziert.
- Die Elektrotechnikbranche nutzt AM, um elektronische Bauteile einfach in Produkte zu integrieren.
- Die Zahnmedizin setzt AM zur Fertigung von Zahnprothesen, Brücken und Kronen ein.
- Im Bereich der Konsumprodukte wird AM bereits zur Herstellung von Schmuck, Kleidung und Schuhen verwendet.

Im Folgenden wird AM in Anlehnung an [1] (vgl. auch die Gleichstellung von Rapid Manufacturing und AM bei [8]) als die Verwendung von generativen Fertigungsverfahren zur industriellen Serienproduktion verstanden. Diese leicht abgewandelten Betrachtungsweise sieht AM nicht als übergeordnete Begrifflichkeit der verschiedenen Einsatzzwecke, sondern differenziert die Einsatzzwecke detaillierter in Prototypen, Werkzeuge, kundenindividuellen Kleinserien und größere, industrielle Serien.

3 Bezugsrahmen, Forschungsfrage und Forschungsdesign

Additive Manufacturing stellt aus Sicht der Wirtschaftsinformatik zunächst „nur“ eine neue Fertigungstechnologie dar, die als Forschungsobjekt den natur- und ingenieurswissenschaftlichen Disziplinen zuzuordnen ist. Wie im vorigen Abschnitt dargestellt, hat der technologische Fortschritt in AM jedoch erhebliche Auswirkungen auf den gesamten Lebenszyklus industrieller Produkte. Dies führt zum einen zu neuen Anforderungen an das Informationsmanagement, die aus den geänderten Rahmenbedingungen in der Produktion selbst resultieren. Zum anderen ergeben sich indirekt neue Anforderungen durch die Veränderungen in den dem AM vorgelagerten und nachgelagerten Phasen. Des Weiteren stellt AM einen Befähiger gänzlich neuer Strategien und Geschäftsmodelle dar, wie die Beispiele in Abschnitt 2 eindrucksvoll zeigen. Hieraus ergeben sich mittelbar wiederum Anforderungen an das Informationsmanagement industrieller Unternehmen.

Wie im Bezugsrahmen dargestellt, wird zur weiteren Strukturierung das Informationsmanagement als Gestaltungsbereich der Wirtschaftsinformatik in Anlehnung an Wollnik in die Ebenen des Informationseinsatzes, der Informations- und Kommunikationssysteme (IuK-Systeme) sowie der

Informations- und Kommunikationsinfrastruktur unterschieden (vgl. [6]). In der vorliegenden Untersuchung wird der Untersuchungsbereich auf die Ebene der IuK-Systeme eingeschränkt. Die Forschungsfrage der zugrunde liegenden Untersuchung lautet, welche (direkten und indirekten) Anforderungen sich durch den Einsatz von AM an IuK-Systeme ergeben (rote Pfeile im Bezugsrahmen). Im Rahmen dieses Beitrags werden im Folgenden erste grundlegende Erkenntnisse hierzu vorgestellt.

Der Forschungsbereich ist bisher Gegenstand von nur wenigen Untersuchungen. Daher wurde eine explorative Vorgehensweise gewählt. Als Methoden zur Erkenntnisgewinnung kamen die Literaturanalyse und semistrukturierte Experteninterviews zum Einsatz. Die Forschung folgt den Paradigmen der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik und umfasst die Analyse-Phase [3]. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Literaturanalyse gegeben. Anschließend wird das Design der Experten-Interviews vorgestellt.

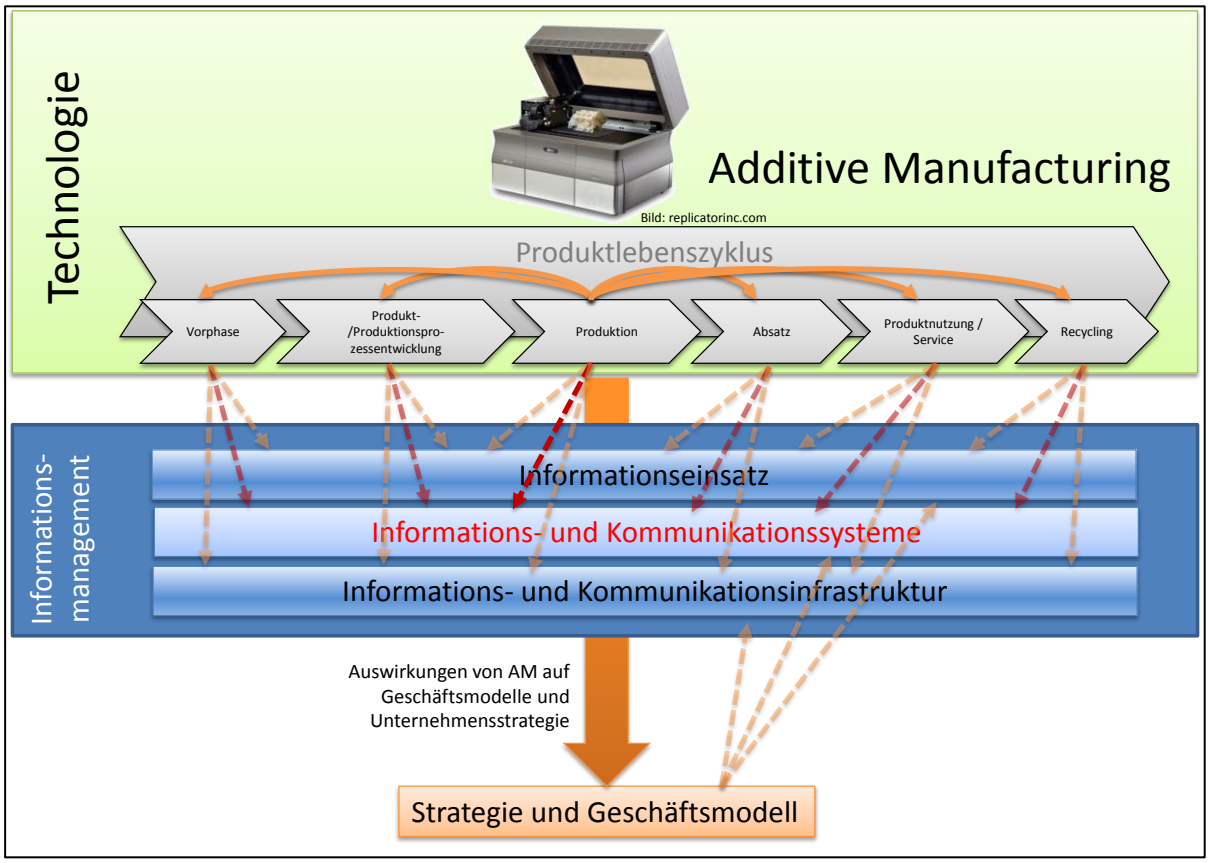


Abbildung 2: Bezugsrahmen Additive Manufacturing im Kontext des Informationsmanagements

In einer breit angelegten Literaturanalyse wurden die Datenbanken IEEExplore und AISeL nach dem Suchwort „Additive Manufacturing“ in Abstract, Titel und Schlüsselwörtern durchsucht sowie in Anlehnung an die Empfehlung der AIS systematisch analysiert [9]. Hierbei wurde zunächst identifiziert, welche Artikel im Kontext der WI (Information Systems) Relevanz haben. Einen Überblick der gefundenen Artikel im Publikationszeitraum von 1989 bis 2013 gibt Tabelle 3-1.

Datenbank	Treffer „Additive Manufacturing“	davon relevant für WI
IEEExplore	43	4
AISeL	0	0
(Basket of 8)	0	0

Tabelle 3-1: Treffer Literaturanalyse

Insgesamt kann festgestellt werden, dass der überwiegende Teil der identifizierten Veröffentlichungen die Bereiche AM-Werkstoffe, AM-Verfahren und AM-Technologien fokussiert. Darüber hinaus beschäftigt sich ein kleiner Teil der Artikel mit rechtlichen Aspekten von AM (bspw. Urheberrecht), Auswirkungen von AM auf Wertschöpfungsketten, insbesondere Logistikprozesse sowie soziale Aspekte von AM. Aus den 45 AM-Artikel wurden 4 als WI-relevant eingestuft. Diese thematisieren den Einsatz von Anwendungssystemen im Kontext von AM. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf CAD bzw. CAD-nahen Systemen und 3D-Modellen sowie dem Prozess der Geometrieaufbereitung. Ein Artikel konnte identifiziert werden, der sich mit einer ontologiebasierten Wissensverarbeitung im Kontext von AM beschäftigt [10]. Aus den identifizierten Beiträgen leitet sich die Erkenntnis her, dass bei AM die stücklistenbasierte Produktstruktur auf geometriebasierte Produktmodelle reduziert wird. Untersuchungen zu den sich hieraus ergebenden Konsequenzen konnten nicht identifiziert werden. Deshalb wurden zur Exploration dieses Themenbereichs fünf Befragungen mit Experten aus dem Bereich AM geführt. Vier der Gesprächspartner sind Verantwortlich für den Bereich des AM in einem industriellen Unternehmen und verfügen über Erfahrung mit AM-Prozessen. Ein Gesprächspartner ist in der Softwarebranche verortet und ist hierbei verantwortlich für die Anpassung eines CAD-Systems an AM. Einen Überblick über die Gesprächspartner gibt Tabelle 3-2. Inhalt der Gespräche war die Erhebung von Ist-Prozessen im Kontext von AM sowie deren IT-Unterstützung. Hierbei wurde explizit über Anforderungen, die sich durch AM an Anwendungssysteme ergeben, diskutiert. Die im folgenden Abschnitt dargestellten grundlegenden Erkenntnisse wurden aus den Gesprächen abgeleitet.

Experte	Branche	Unternehmens-größe	Befragungs-dauer
Vertriebsleiter	Auftragsfertigung mit AM	35 Mitarbeiter	1 h
Geschäftsführer	Konstruktionsdienstleistungen und Auftragsfertigung mit AM	20 Mitarbeiter	2,5 h
Leiter Rapid Prototyping	Auftragsfertigung mit AM	7 Mitarbeiter	1 h
Leiter Rapid Prototyping	Auftragsfertigung mit AM	126 Mitarbeiter	1 h
Produktverantwortlicher CAD-System	Engineering Software	> 5.000 Mitarbeiter	0,5 h

Tabelle 3-2: Übersicht der befragten Experten

4 Grundlegende Erkenntnis zu Auswirkungen von AM auf den Gestaltungsbereich der Wirtschaftsinformatik

Gängige Architekturen von Anwendungssystemen im industriellen Kontext basieren auf einer stücklistenbasierten Abbildung von Erzeugnisstrukturen (vgl. Abbildung 3 linke Seite). Hierbei liegt die Annahme zugrunde, dass Endprodukte sequentiell durch die Bearbeitung und den Zusammenbau von Teilen entstehen und somit ein „Assembly“ von „Parts“ darstellen. Dies entspricht der Vorgehensweise etablierter Konstruktionsmethoden, bei denen bauteilorientiert konstruiert wird und durch den Zusammenbau Baugruppen und Endprodukte in unterschiedlichen Varianten entstehen. Ziel der sich an die Konstruktion anschließenden Produktionsplanung und -steuerung ist es sicherzustellen,

dass alle benötigten Teile und Baugruppen adäquat gefertigt bzw. beschafft und montiert werden. Die der Konstruktion nachgelagerten Phasen basieren damit auf der in der Produktentwicklung festgelegten Produktstruktur. Auf Ebene der Anwendungssysteme werden hierbei in der Konstruktion CAD-Modelle erstellt, aus denen für die nachgelagerten Phasen Stücklisten abgeleitet werden. Diese Stücklisten stellen dann die Grundlage zur Abbildung von Produkten in betriebswirtschaftlich orientierten Anwendungssystemen (bspw. PPS- oder ERP-Systeme) dar. Da durch AM an dieser Stelle gravierende Veränderungen zu erwarten sind, wird im Folgenden auf den Zusammenhang von Stücklisten und betriebswirtschaftlicher Funktionen am Beispiel der Produktionsplanung näher eingegangen.

Innerhalb der Produktionsplanung erfolgt zunächst die (mittelfristige) Produktionsprogrammplanung. Hierbei erfolgt ausgehend von den erwarteten Absatzmengen auf Ebene der Endprodukte über die Auflösung der Stücklisten die Erstellung des Produktionsprogramms. Darauf basierend erfolgt die Materialbedarfs- und Produktionsprozessplanung, d.h. die Planung des Bedarfs an Roh- bzw. Einzelteilen sowie die Ablaufs- und Durchführungsplanung. Hierbei werden anhand der zu den jeweiligen Sachnummern bzw. Arbeitsplänen hinterlegten betriebswirtschaftlichen Attributen Entscheidungen (bspw. Make or Buy, Losgröße und Bevorratung) für alle im Endprodukt eingehenden Knoten (Sachnummern) getroffen.

Ausgehend von den Erkenntnissen der Literaturanalyse und der Experteninterviews ändert sich durch AM die Produktentstehung dahingehend, dass Endprodukte direkt aus der Geometrie des Digitalen Produktmodells in Losgröße 1 erstellt werden. Für die Produktstruktur ergibt sich daraus, dass es keiner Stücklistenstruktur mehr bedarf. Daraus ergeben sich für die Produktionsplanung folgende Konsequenzen:

- Eine Produktionsprogrammplanung im herkömmlichen Sinne ist nicht mehr erforderlich, da der AM-Fertigungsprozess ortsunabhängig und beliebig skalierbar ist.
- Die Materialbedarfsplanung bezieht sich lediglich auf die benötigten Substrate, d.h. eine Materialbedarfsplanung auf unterschiedlichen Ebenen unter Berücksichtigung von Kapazitäten und Arbeitsplänen ist nicht mehr erforderlich.
- Die Produktionsprozessplanung beschränkt sich auf die sich aus der Auftragspriorität ergebende Reihenfolgeplanung, da Losgrößen etc. nicht mehr zu beachten sind.

Auf der Ebene von betriebswirtschaftlichen Anwendungssystemen führt dies – wie in Abbildung 3 dargestellt – dazu, dass durch AM flache Produktstrukturen entstehen, die zu einem Wegfall bisheriger Erzeugnisstrukturen führen. Das gilt für ausschließlich mit AM gefertigte Produkte, für eine Kombination von konventioneller Fertigung und AM müssen nach wie vor herkömmliche Erzeugnisstrukturen für den konventionell gefertigten Teilbereich des Produkts existieren. Die Betrachtung „gemischter“ Produkte ist jedoch nicht Gegenstand der Untersuchung und muss in weiterführenden Forschungen geklärt werden.

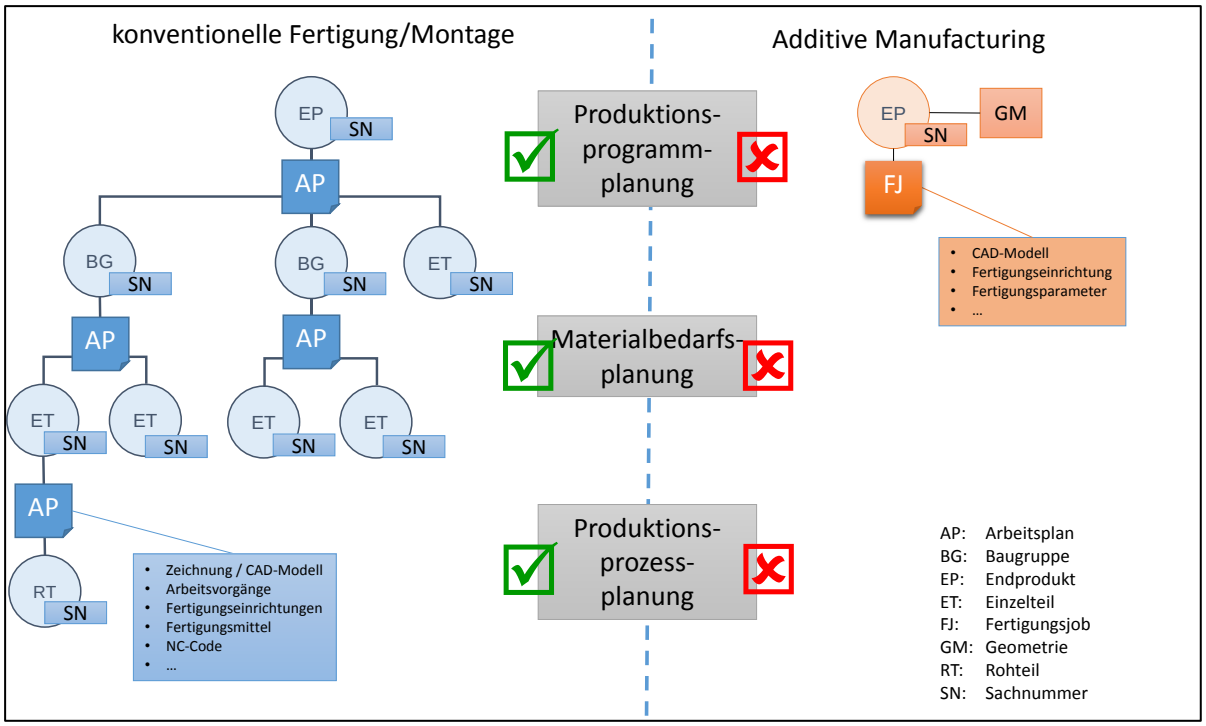


Abbildung 3: Stücklistenbasierte Produktionsplanung und Additive Manufacturing

Wie ebenfalls aus Abbildung 3 (rechte Seite) ersichtlich ist, entsprechen durch AM gefertigte Knoten jedoch nicht „erzeugnisstrukturlosen“ Endprodukten. Auf Basis der Experteninterviews konnten Änderungen in Bezug auf die Knoteneigenschaften und die zur Erzeugung der Produkte notwendigen Arbeitspläne (Fertigungsjobs) identifiziert werden, welche die Schritte zum Erzeugen des Produktes darstellen – allerdings nicht als Erzeugnisstruktur im Sinne der konventionellen Fertigung. Diese sowie die sich daraus ergebenden neuen Anforderungen an betriebswirtschaftliche Anwendungssysteme, werden im Folgenden näher erläutert.

Im AM werden anstatt Arbeitsplänen Fertigungsjobs erzeugt [2, 4]. Hierzu wird aus den 3D-Modellen zunächst ein rein geometrisches Facettenmodell generiert. Die hierzu benötigte Funktionalität ist bereits in gängigen CAD-Systemen implementiert. Im Anschluss daran erfolgt die Positionierung und Orientierung im Bauraum. Zum einen wird versucht, den Bauraum bestmöglich auszunutzen. Hierzu werden unterschiedliche Produkte für die ein Produktionsauftrag vorliegt im Bauraum überschneidungsfrei angeordnet. Zum anderen spielt die Orientierung im Hinblick auf die Bauteilqualität eine entscheidende Rolle. Einerseits hat die Schichtenausrichtung (vertikal oder horizontal) zur Hauptbelastungsrichtung einen Einfluss auf die Stabilität. Anderseits beeinflussen die Fertigungstoleranzen in der Z-Achsen-Ebene, die bei den meisten AM-Fertigungstechnologien größere Abweichungen aufweisen, die Oberflächenqualität. Die IT-Unterstützung bei der Positionierung und Orientierung im Bauraum ist nach Meinung der Experten bisher nur rudimentär in IT-Systemen vorhanden. Die Experten sehen einen erfolgsversprechenden Ansatz in der Erweiterung von CAD-Systemen, da sowohl die Positionierung als auch die Orientierung rein geometrieorientiert erfolgen. An die Positionierung und Orientierung schließt sich das sog. Slicing an. Hierbei wird das Bauraum-Modell in horizontale Scheiben geteilt. Diese entsprechen den Fertigungsschichten des AM-Verfahrens. Anschließend werden diese an die AM-Fertigungseinheit als „Druckjob“ übergeben. Auch dieser Schritt wird von den Experten im Kontext der Engineering-Systeme gesehen. Aufgrund der oben beschriebenen Vorgehensweise beziehen sich Fertigungsjobs nicht auf ein Produkt, sondern auf

die Zusammenstellung eines „Druckvorgangs“ unterschiedlicher Produkte. Da im Kontext von AM von einer Losgröße nahe eins ausgegangen wird und eine hohe Flexibilität bzgl. der Produktzusammenstellung im Bauraum besteht, werden diese als einmalig eingestuft. Der Wiederverwendung von Fertigungsjobs wird damit eine sehr geringe Relevanz zugeschrieben. Für betriebswirtschaftliche Anwendungssysteme hat dies die Konsequenz, dass die Funktionen der Produktionsplanung weitgehend in Engineering-Systeme verlagert werden. Gleichzeitig ergeben sich hieraus jedoch auch neue Anforderungen, da die Auftragsausführung in einem engeren Zusammenspiel von Engineering- und betriebswirtschaftlich orientierten Systemen erfolgen muss.

Auf der Ebene des Produktknotens ist ersichtlich, dass neben der Sachnummer die Produktgeometrie mit abgebildet ist. Nach Meinung eines Experten ist es zwingend erforderlich, eine Trennung von Geometrie und Sachnummer vorzunehmen, da – wie bereits oben beschrieben – die Sachnummer im Kontext von AM funktional definierte Produkte identifiziert die geometrieunabhängig sind. Dies deckt sich mit Ergebnissen aus der Literatur die nahelegen, dass die Vereinfachung der Erzeugnisstruktur zu weitgehenden Veränderungen in der Produktgestaltung führen. Diese werden im Bereich der Produktentwicklung mit dem Fokus auf bestehende Engineering-Systeme bereits diskutiert – insbesondere in Hinblick auf die Teilhabe von Kunden an der Produktentstehung [12, 14, 16]. Ausgangspunkt ist hierbei die Annahme, dass Unternehmen durch AM zukünftig in der Lage sein werden innerhalb der Produktentwicklung eine „funktionale“ und eine „geometrieorientierte“ Produktgestaltung zu unterscheiden. Aufgrund der erzeugnisstrukturlosen Produkthierarchie ist es möglich, die geometrieorientierte Gestaltung dem Kunden zu überlassen. Innerhalb dieser Konzepte werden funktionale „Produktkerne“ vom Unternehmen entwickelt (EP in Abbildung 3). Das (individuelle) Design (Geometrie) wird durch den Kunden erstellt. Hierzu werden bereits Webapplikationen entwickelt, die intuitiv bedienbare Funktionalitäten zum interaktiven Gestalten von Geometrien beinhalten. Ein einfaches Beispiel ist hierfür die kundenindividuelle Gestaltung von Schaltknäufen für PKWs. Der OEM entwickelt hierbei das funktionale Design mit den benötigten Anschlüssen. Der Kunde des PKW kann dann die Geometrie selbst festlegen. Eine Implementierung solcher Konzepte in industriellen Unternehmen führt zwangsläufig zu neuen Wertschöpfungsprozessen, die Auswirkungen auf alle Ebenen des Informationsmanagements haben. Diese Prozesse zu ermöglichen und Konzepte für IuK-Systeme bereitzustellen, die diese Prozesse bestmöglich unterstützen, ist Aufgabe der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik.

5 Fazit und weiterer Forschungsbedarf

Additive Manufacturing entwickelt sich auf der technischen Seite zu einem Fertigungskonzept, das zunehmend weit über den Prototypenbau hinaus an Bedeutung gewinnt. Im vorliegenden Beitrag konnte anhand erster Erkenntnisse gezeigt werden, dass die mit AM einhergehenden Änderungen von Erzeugnisstrukturen erhebliche Auswirkungen auf betriebswirtschaftliche Funktionen wie die Produktionsplanung haben. Dies führt auch dazu, dass bestehende IuK-Systeme, die diese Funktionen unterstützen, an neue Anforderungen angepasst werden müssen. Gleichwohl ist zu bemerken, dass wenige Güter ausschließlich mit AM hergestellt werden. Die Erkenntnisse sind nicht ohne Weiteres auf eine „gemischte“ Produktion (konventionelle Fertigung und AM) zu übertragen. Diese Fragestellung ist bedarf näherer Untersuchung im Rahmen weiterer Forschungsanstrengungen.

Der vorliegende Beitrag macht auch deutlich, dass die dargestellten Veränderungen nur die Spitze eines Eisbergs darstellen. Der Fokus dieser Forschung wurde bewusst auf die Ebene von IuK-Systemen eingegrenzt. Erste Hinweise legen nahe, dass auch die anderen Ebenen des

Informationsmanagements von einer breiten industriellen Anwendung von AM betroffen sein werden. Daher sind weitere Untersuchungen notwendig, die die Auswirkungen von AM auf das gesamte Informationsmanagement industrieller Unternehmen fokussieren. Des Weiteren eröffnen sich durch AM auf der technologischen Ebene Möglichkeiten, die in Verbindung mit innovativen IT-basierten Konzepten gänzlich neue Geschäftsmodelle ermöglichen. Damit steht die Wirtschaftsinformatik vor der Herausforderung, ihren Teil zur Gestaltung der auf AM basierenden Transformation industrieller Produktion mit beizutragen.

6 Literatur

Bücher

[1] Fritz, AH (2012): Fertigungstechnik. 10. Auflage. Springer Vieweg, Berlin.

[2] Gibson, I; Rosen, DW; Stucker, B (2010): Additive manufacturing technologies - Rapid prototyping to direct digital manufacturing. Springer, New York.

[3] Österle, H; Becker, J; Frank, U; Hess, T; Karagiannis, D; Krcmar, H; Loos, P; Mertens, P; Oberweis, A; Sinz, EJ (2010): Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Österle, H; Winter, R; Brenner, B (Hrsg), Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz. Infowerk, Nürnberg.

[4] VDI 3404 (2009): Generative Fertigungsverfahren - Rapid-Technologien (Rapid Prototyping) - Grundlagen, Begriffe, Qualitätskenngrößen, Liefervereinbarungen. VDI, Düsseldorf.

[5] Zäh, M; Hagemann, F (2006): Wirtschaftliche Fertigung mit Rapid-Technologien - Anwender-Leitfaden zur Auswahl geeigneter Verfahren. Hanser, München.

Beiträge aus Sammelwerken

[6] Wollnik, M. (1988): Ein Referenzmodell des Informations-Management. In: Information Management (3):34–43.

[7] Campbell, I; Hague, R; Wohlers, T (2012): Part 7: Direct part production. In: Wohlers, T. T. (Hrsg), Wohlers report 2012 - Additive manufacturing and 3D printing state of the inudstry: annual worldwide progress report. Wohlers Associates, Fort Collins.

[8] Reeves, P; Tuck, C; Hague, R. (2011): Additive Manufacturing for Mass Customization, in: Fogliatto, FS; Da Silveira, GJC (Hrsg), Mass customization - Engineering and managing global operations. Springer, London.

Konferenzbeiträge

[9] Bandara, W., Miskon, S., und Fielt, E. (2011): A systematic, tool-supported method for conducting literature reviews in information systems. In Tuunainen, Virpi, Nandhakumar, Joe, Rossi, Matti, & Soliman, Wael (Eds.) Proceedings of the19th European Conference on Information Systems (ECIS 2011), Helsinki, Finland.

[10] Liu, X; Rosen, DW (2010): Ontology based Knowledge Modeling and Reuse Approach of Supporting Process Planning in Layer-based Additive Manufacturing. In: IEEE Computer Society (Hrsg), Sixth International Conference on Manufacturing Automation. Hong Kong.

[11] Wu, D; Rosen, DW; Thames, JL; Schaefer, D (2012): Towards a Cloud-Based Design and Manufacturing Paradigm: looking backward, looking forward. In: ASME (Hrsg), Proceedings of

the ASME 2012 International Design Engineering Technical Conference & Computers and Information in Engineering Conference. Chicago IL.

[12] Zhou, W; Wu, D; Ding, X; Rosen, DW (2010): Customer co-design of computer mouse for mass customization without causing mass confusion. In: IEEE Computer Society (Hrsg), Sixth International Conference on Manufacturing Automation. Hong Kong.

Zeitschriftenbeiträge

[13] Atzeni, E; Salmi, A (2012): Economics of additive manufacturing for end-usable metal parts. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 62 (9-12):1147–1155.

[14] Bernard, A; Taillandier, G; Karunakaran, KP (2009): Evolutions of rapid product development with rapid manufacturing: concepts and applications. International journal of rapid manufacturing 1(1):3-18.

[15] D'Aveni, RA (2013): Dreidimensionale Revolution. Harward Busieness Manager 2013(5):98-99.

[16] Tuck, CJ; Hague, RJM; Ruffo, M; Ransley, M; Adams, P (2008): Rapid manufacturing facilitated customization. International Journal of Computer Integrated Manufacturing 21(3):245-258.

Online-Beitrag

[17] Bourell, DL; Ming, C L; Rosen, DW (2009): Roadmap for Additive Manufacturing - Identifying the Future of Freeform Processing, The University of Texas at Austin. http://amcrc.com.au/wp-content/uploads/2013/03/ADDITIVE-MANUFACTURING-2009-Roadmap.pdf. Abgerufen am 20.09.2013.

[18] CSIRO (2013): Additive manufacturing – shaping the future. http://www.csiro.au/. Abgerufen am 20.09.2013.

[19] Focus online (2013): So prägen 3D-Drucker die Welt von morgen. http://www.focus.de/wissen/technik/tid-29759/baby-oder-mondstation-ausdrucken-so-praegen-3d-drucker-die-welt-von-morgen_aid_928417.html. Abgerufen am 04.03.2013.

[20] Gausemeier, J; Echterhoff, N; Kokoschka, M; Wall, M (2011): Thinking ahead the Future of Additive Manufacturing - Analysis of Promising Industries, Direct Manufacturing Research Center (DMRC). http://dmrc.uni-paderborn.de/uploads/media/DMRC-Studie_web.pdf. Abgerufen am 20.09.2013

[21] Karberg, S (2013): Organe aus dem Drucker? http://www.handelsblatt.com/technologie/das-technologie-update/healthcare/bioprinting-organe-aus-dem-drucker/8663292.html. Abgerufen am 20.09.2013.

[22] Kuhn, T. (2013): Wie 3-D Druck die Industrie revolutioniert, in Wirtschaftswoche. http://green.wiwo.de/wie-3-d-druck-die-industrie-revolutioniert/. Abgerufen am 21.09.2013.

[23] Odenwald, M (2013): So prägen 3D-Drucker die Welt von morgen. http://www.focus.de/wissen/zukunft-entwicklung/technologie/tid-29759/haut-und-ohren-zum-ausdrucken-3d-drucker-schaffen-die-welt-der-zukunft_aid_928417.html. Abgerufen am 20.09.2013.

[24] RapidTech (2013): Additive Manufacturing verändert die Wertschöpfungskette und fördert neue Geschäftsmodelle. http://www.rapidtech.de/startseite/presse/pressemitteilungen/. Abgerufen am 20.09.2013.

[25] Schwan, B (2013): NASA baut Essensdrucker. http://www.heise.de/tr/artikel/NASA-baut-Essensdrucker-1888912.html. Abgerufen am 20.09.2013.

[26] White House (2013): Obama Administration Launches Competition for Three New Manufacturing Innovation Institutes. http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/05/09/obama-administration-launches-competition-three-new-manufacturing-innova. Abgerufen am 20.09.2013.

Integration von Web 2.0-Technologien in ERP-as-a-Service am Beispiel von SAP Business ByDesign

Dawid Nowak

Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder), Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 15230 Frankfurt (Oder), E-Mail: danowak@europa-uni.de

Karl Kurbel

Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder), Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 15230 Frankfurt (Oder), E-Mail: kurbel.bi@europa-uni.de

Abstract

Der Beitrag diskutiert Web 2.0-Technologien zur Anreicherung von Enterprise Resource Planning (ERP)-Systemen. Am Beispiel von SAP Business ByDesign, einem On-Demand-System mit service-orientierter Architektur, wird insbesondere untersucht, wie Mashups zur Einbindung von Webdiensten (wie Facebook, Google Maps u.a.) oder externen Datenquellen in die Benutzeroberfläche des Systems genutzt werden können. Im Rahmen von drei beispielhaften Anwendungsszenarien werden prototypische Implementierungen von HTML-, URL- und Daten-Mashups diskutiert, die die jeweiligen Geschäftsprozesse wirkungsvoll unterstützen können. Gegenüber der manuellen Nutzung der Webdienste ist die Einbindung direkt in das ERP-System deutlich effizienter.

1 Einführung

Viele Menschen benutzen zur Erleichterung ihrer täglichen Arbeit elektronische Hilfsmittel und Assistenten. Dies gilt nicht zuletzt auch für die Anwender eines ERP-Systems. Das ERP-System bietet ihnen Unterstützung für die unmittelbar fachbezogenen Aufgaben (z.B. Anlegen eines Versandauftrags, Fakturierung, Terminierung), aber für unterstützende Aufgaben (z.B. Informationsaustausch mit Kollegen, Fahrtroute zum Kunden, Konvertierung des Rechnungsbetrags) greifen sie häufig auf externe Systeme wie Facebook oder Google Maps zurück. Damit sind ein Systemwechsel und zusätzliche Arbeitsschritte verbunden.

Die aktuelle Transformation der IT-Branche ist stark von Unternehmen wie Facebook oder Google getrieben, die dem Anwender immer innovativere Funktionalitäten zur Verfügung stellen. Dementsprechend verändert sich auch die Einstellung der betrieblichen IT-Nutzer, die heute flexible Benutzerschnittstellen, Kommunikations- und Kooperationsmittel, Online-Dienste, soziale Netze und andere Web 2.0-Technologien erwarten.

Im Web 2.0 steht der Gedanke im Vordergrund, Benutzern zu ermöglichen, eigene Inhalte zu erstellen, diese mit anderen zu teilen und ebenso Inhalte anderer zu nutzen [26]. Ein wesentliches Element von Web 2.0 sind einfach zu handhabende Werkzeuge, mit denen Anwender ohne Softwareentwicklungsfähigkeiten sich an der Erstellung bzw. Weiterentwicklung von Online-Inhalten aktiv beteiligen und dabei mit anderen zusammenarbeiten können.

Im Web 2.0 stehen Kommunikationskanäle wie soziale Netzwerke, Blogs und Wikis sowie Web-Services (z.B. Suchmaschinen, Abonnementdienste) zur Verfügung, die den Informationsaustauch erleichtern und eine schnellere Wissensverbreitung fördern [26]. Soziale Netzwerke helfen, Beziehungen zwischen Menschen mit gemeinsamen Interessen aufzubauen und zu pflegen. Anbieter wie Facebook, Google und Twitter stellen innovative Lösungen zur Informationssuche und -austausch (z.B. Video-Sharing, Podcasting, Tagging, Web-Anwendungen) bereit. Obwohl der Datenschutz häufig nicht gewährleistet ist [1], wächst weltweit das Interesse am Einsatz von Web 2.0-Technologien [5] [36] [38].

Für viele Unternehmen sind Web 2.0-Dienste in ihren Geschäftsprozessen nicht neu [7][32]. In der Vergangenheit wurden die Dienste eher "stand alone" genutzt, d.h., der Benutzer greift manuell – meist über eine Webseite – auf den Dienst zu. Demgegenüber integrieren Unternehmen heute zunehmend Web 2.0-Anwendungen direkt in ihre Systemumgebung. Da ERP-Systeme meist das Rückgrat der betrieblichen Informationsverarbeitung bilden, bieten sich ihre Benutzerschnittstellen als Ansatzpunkte für eine Integration an [31].

Web 2.0-Funktionalität im ERP-System kann zur Steigerung der Arbeitseffizienz beitragen, indem sie den Zugang zu externen Datenquellen und Webdiensten erleichtert und eine effiziente Suche nach geschäftsrelevanten Informationen ermöglicht. Soziale Netzwerk- und Instant-Messaging-Dienste fördern den Informationsaustausch zwischen Mitarbeitern ebenso wie mit Geschäftspartnern [4].

Die Vorteile verdeutlichen, dass die Integration von Web 2.0-Technologien bereits in der Grundkonzeption eines ERP-Systems vorgesehen werden sollte. Bei modernen cloudbasierten Systemen ist dies leichter zu realisieren als bei den konventionellen On-Premise-Systemen, da erstere häufig eine serviceorientierte Architektur haben und ohnehin als Software-as-a-Service (SaaS) über das Internet bezogen werden [41].

Ziel dieses Beitrags ist es, die Möglichkeiten der Integration von Web 2.0-Technologien in ein serviceorientiertes ERP-System zur Unterstützung der Benutzer bei ihrer Arbeit zu untersuchen und zu

bewerten. Als beispielhaftes System wird SAP Business ByDesign zugrundegelegt, ein cloudbasiertes On-Demand-ERP-System von SAP [19]. Insbesondere soll untersucht werden, welche Adaptationsmöglichkeiten Business ByDesign hinsichtlich der Integration mit Online-Diensten und sozialen Netzen zur Verfügung stellt, wie diese zu beurteilen sind und welche Anwendungspotenziale sich ergeben.

Um das Untersuchungsziel zu erreichen, wird ein konstruktionsorientierter Forschungsansatz verfolgt [20]. Neue Erkenntnisse werden durch Entwicklung und Überprüfung von neuen Konzepten gewonnen [24] [39]. Der Ansatz umfasst eine explorative Untersuchung und Entwicklung von prototypischen Lösungen, mit deren Hilfe die Umsetzbarkeit des zugrundeliegenden Konzeptes gezeigt wird ("Proof of Concept") [20] [39]. Er wurde gewählt, weil der Untersuchungsgegenstand neu ist und die Untersuchung sich hauptsächlich mit der Durchführbarkeit und Nutzbarkeit des Konzepts befasst.

Dementsprechend wird in diesem Beitrag zunächst die Entwicklung prototypischer Lösungen mit Hilfe von Web 2.0-Technologien und ihre Integration in das ERP-System beschrieben. Dabei werden drei beispielhafte Szenarien zugrundegelegt. Anschließend werden die Lösungen einer Evaluierung unterzogen.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Der zweite Abschnitt charakterisiert die in Betracht kommenden Webdienste, die zugrundeliegenden technologischen Ansätze sowie die Schritte zur Erweiterung der Funktionalität eines On-Demand-ERP-Systems. Der dritte Abschnitt stellt konkrete Beispiele für die Integration von Web 2.0-Konzepten in die Geschäftsprozesse des ERP-Systems vor. Im vierten Abschnitt werden die zuvor beschriebenen Lösungen im Hinblick auf Funktionalität und Effizienz bewertet. Der letzte Abschnitt fasst die Erkenntnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf zukünftigen Forschungsbedarf.

2 Integration von Webdiensten in ein On-Demand-ERP-System

Viele Benutzer benötigen bei ihrer täglichen Arbeit Zugriff auf externe webbasierte Daten und Dienstleistungen, die sie als Web Services beziehen. Als Web Service (Webdienst) wird ein plattformunabhängiges Programm verstanden, dessen Funktionalität über Standard-Internetprotokolle genutzt werden kann [2]. Dazu werden öffentliche Schnittstellen (Application Programming Interfaces, APIs) zur Verfügung gestellt, die eine lose Kopplung durch Nachrichtenaustausch ermöglichen [21].

Da sich der konventionelle Aufruf von Web Services über APIs und Internetprotkolle (WSDL, SOAP) für viele Benutzer als zu komplex erwies, gewinnen "Light Weight"-Ansätze zunehmend an Bedeutung [5]. Diese sind durch URL-adressierbare Dienste und sogenannte Widgets gekennzeichnet [18]. Widgets sind Programme, die internetbasierte Datenquellen und Dienste mit benutzerfreundlichen und einfach zu bedienenden Benutzeroberflächen erweitern [33]. Widgets werden meist über Web-Plattformen (z.B. Google Gadgets [13]) angeboten, die als Verzeichnisse/Container für Add-Ons oder Erweiterungen von Webseiten dienen. Sie können konfiguriert und personalisiert und so an die visuellen und funktionalen Anforderungen der Benutzer angepasst werden.

Die Integration von Web 2.0-Lösungen in das ERP-System muss im Quellcode berücksichtigt werden. Bei einem On-Demand-System sind jedoch, anders als beim konventionellen Customizing, Anpassungen im Quellcode nicht möglich, da das System nicht beim jeweiligen Kunden installiert ist [34]. Deshalb werden häufig andere Adaptionstechniken [19] [22] angeboten.

Bei Business ByDesign ist die Möglichkeit der Integration anderer Software – insbesondere auch webbasierter Dienste – bereits in der Systemkonzeption verankert. Ein neues User-Interface (UI)-Modell erlaubt es, unabhängig von einer konkreten Frontend-Technologie weitere Software einzubetten [19]. Mit Hilfe von integrierten Personalisierungs- und Anpassungswerkzeugen können ausgewählte Benutzer mit Administratorrechten (sog. Anwendungsexperten) Änderungen der Benutzeroberfläche vornehmen sowie neue UI-Komponenten entwickeln und integrieren [29]. Auf diese Weise lassen sich Webdienste, soziale Netzwerke und internetbasierte Datenquellen integrieren. Sie sind dann direkt über die Benutzeroberfläche des ERP-Systems zugänglich.

Das Verbindungselement zwischen einer Web 2.0-Lösung und der Systembenutzeroberfläche ist das *Mashup*. Dieses verbindet und präsentiert auf kontrollierte Art und Weise Informationen aus mehreren internen oder externen Datenquellen oder Webdiensten in einem UI-Element [3][33].

Business ByDesign enthält einen integrierten *Mashup-Editor*, mit dessen Hilfe Anwendungsexperten externe Webdienste einbinden, mit internen Daten zusammenführen und konfigurieren können. Mit den Anpassungs- und Personalisierungswerkzeugen von Business ByDesign können sie die Mashups dann in der Benutzeroberfläche verankern [29].

Abhängig von der Web-Service-Architektur lassen sich verschiedene Mashup-Kategorien unterscheiden, insbesondere Daten-, HTML- und URL-Mashups [28]. *Daten-Mashups* kombinieren externe und interne Datenquellen (z.B. XML-, CSV-Daten) und präsentieren diese in einer Mashup-Oberfläche. *URL-Mashups* erlauben es, Daten aus dem ERP-System an die URL eines Webdienst-Anbieters zwecks Ausführung einer Service-Anfrage zu senden. Das durch den Webdienst gesendete Ergebnis wird dann in der Mashup-Oberfläche dargestellt. Mit *HTML-Mashups* ist es möglich, eine HTML- bzw. JavaScript-basierte Webseite bzw. Webanwendung direkt in die Systemoberfläche zu integrieren.

Darüber hinaus gibt es *benutzerdefinierte Mashups*, die als Erweiterungen (Add-Ons) online über den SAP-Store angeboten werden [28]. Während benutzerdefinierte Mashups nur von SAP und SAP-Partnern entwickelt werden, können Daten-, URL- und HTML-Mashups von Anwendungsexperten mit Hilfe des Mashup-Editors erstellt werden.

Abbildung 1 veranschaulicht den Mashup-Definitionsprozess. Er beinhaltet die Auswahl der Mashup-Kategorie sowie die Eingabe des Namens, der Mashup-Beschreibung und der Portbindung für den zu konfigurierenden Mashup-Inhalt. Zunächst müssen die Input-Parameter (Adresse des Webdiensts, Übermittlungsmethode (POST, GET) etc.) angegeben werden. Damit der Service nur relevante Informationen zurückliefert, werden im nächsten Schritt Filter, Abfragen und Verknüpfungen mit Geschäftsobjekten (Business Objects) angelegt. Anschließend werden die gefilterten Daten transformiert und kombiniert. Schließlich wird die Mashup-Ansicht definiert. Damit endet der Erstellungsprozess.

Manche Anbieter von Webdiensten, wie Facebook, Google und Twitter, bieten eigene vorkonfigurierte Webanwendungen (Widgets bzw. Gadgets) an, deren Quellcode – oft personalisiert – in das System des Anwenders integriert werden kann [15][18]. Diese Anwendungen verfügen meist über eigene Konfigurierungsmöglichkeiten, die es dem Endbenutzer erlauben, bestimmte Veränderungen im Aussehen und Funktionsumfang vorzunehmen. Diese Art von Mini-Webanwendungen kann mit Hilfe von HTML-Mashups eingebettet werden [28].

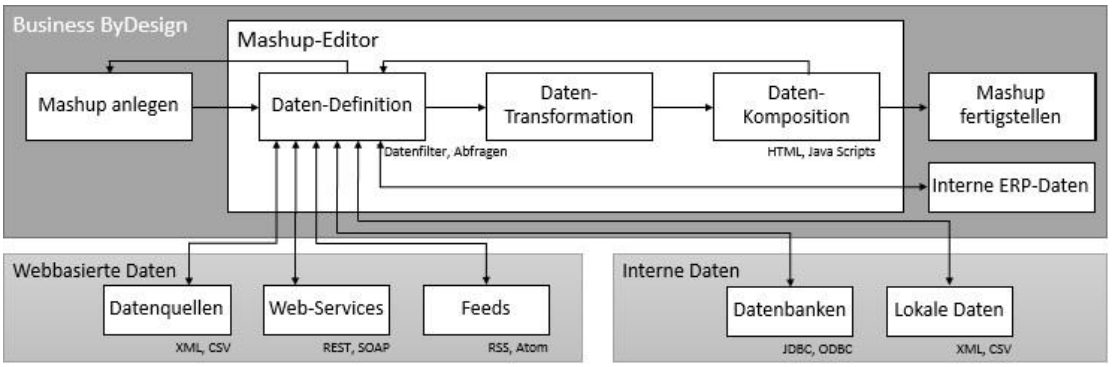


Abbildung 1. Mashup-Erstellungsprozess (in Anlehnung an [28])

3 Web 2.0-basierte Erweiterungen von Business ByDesign

In den folgenden Unterabschnitten wird aufgezeigt, wie bestimmte Web 2.0-Technologien, die über die Benutzeroberfläche des ERP-Systems eingebunden werden, Benutzeraktivitäten im Enterprise Resource Planning unterstützen können. Tabelle 1 skizziert ausgewählte Webdienste, die in diesem Kontext Wirkung entfalten.

3.1 Versandprozess angereichert um einen Geolokalisationsdienst

Webbasierte Geolokalisationsdienste wie Google Maps [14] sind vor allem in Logistikprozessen nützlich, in denen Standorte eine Rolle spielen. Sie unterstützen meist auch die Berechnung von Entfernungen (z.B. zwischen Distributionszentrum und Lieferadresse) und die Routenplanung. Zugehörige Visualisierungstools können im Marketing eingesetzt werden, um etwa die Effektivität einer Marketingkampagne zu veranschaulichen. Hierbei werden die Geotagging-Daten von Orten, an denen Verkäufe erfolgten, um die entsprechenden Verkaufsvolumina ergänzt, die dann als Kreise unterschiedlicher Größe dargestellt werden.

Web 2.0-Dienste	Anwendungsbeispiele
Soziale Netzwerke, Blogs	- Austausch kurzer Nachrichten zwischen Gruppenmitgliedern (Projektteams etc.) - Übermittlung von Informationen/Nachrichten innerhalb des Unternehmens - Benachrichtigung über kommende Ereignisse - Kommunikation mit Geschäftspartnern
Suchmaschinen, Wikis	- Vervollständigung/Erweiterung von Informationen über Geschäftspartner (z.B. Adresse, Telefon/Faxnummer, Öffnungszeiten etc.) - Vervollständigung von Informationen über Mitarbeiter/Bewerber, Synchronisation von Profildaten/Portfoliodaten - Vervollständigung/Erweiterung von Informationen über Produkte
Abonnementdienste	- Zugriff auf aktuelle Börsendaten, Wechselkurse, Brancheninformationen etc.

Tabelle 1. Web 2.0-Dienste und Anwendungsbeispiele

Das folgende Beispiel zeigt die Einbindung von *Google Maps* zur Lokalisierung von Kundenadressen auf einer virtuellen Landkarte und zur Suche nach Kontaktkoordinaten (E-Mail-Adressen, Telefonnummern etc.), die im Rahmen des Versandprozesses verwendet werden können. Google Maps basiert auf dem Konzept des Representational State Transfer (REST). REST ist ein Architekturstil für Webdienste, demzufolge eine URL genau einen Seiteninhalt als Ergebnis einer serverseitigen Aktion repräsentiert [35]. REST-konforme Anfragen werden an den Webdienst in Form einer URL gerichtet,

die sowohl die Adresse des Diensts als auch die Anfrageparameter enthält. Als serverseitige Antwort wird eine Webseite dynamisch generiert.

Die Integration von Google Maps in die Business-ByDesign-Umgebung kann durch ein URL-Mashup [28] realisiert werden. Im Rahmen der Mashup-Definition (im Mashup-Editor) werden die einzelnen Abfrageparameter mit den entsprechenden Geschäftsobjekten (Datenfelder, die die Suchdaten beinhalten) verknüpft. Durch diese flexible Parameterbindung kann ein einmal definiertes Mashup in unterschiedlichen Kontexten in verschiedenen Geschäftsprozessen verwendet werden.

In dem Beispiel wurde ein Google Maps-Mashup mit einer Kundenstammdatenansicht integriert. Im Rahmen des Versandprozesses sollte die geografische Lage des Kundenstandorts identifiziert und auf dem SAP-Bildschirm angezeigt werden. Die Lieferadresse des Kunden "Müller" ist in den Kundenstammdaten des ERP-Systems gespeichert. Nachdem die Adressdaten im Mashup-Editor mit dem URL-Parameter ("q" in der URL) verbunden wurden, sieht die von dem Mashup konstruierte und an den Webdienst gesendete Abfrage wie folgt aus:

https://maps.google.com/maps?q=Brunnenstraße+24,+10119+Berlin

Die Antwort des Webdiensts auf die URL-Abfrage führt zur Darstellung einer Landkarte, auf der die gesuchte geografische Lage der Kundenadresse mit dem Positionsanzeiger gekennzeichnet ist. Die Service-Antwort sowie ihre Präsentation zusammen mit den Kundenstammdaten in Business ByDesign sind in Abbildung 2 dargestellt.

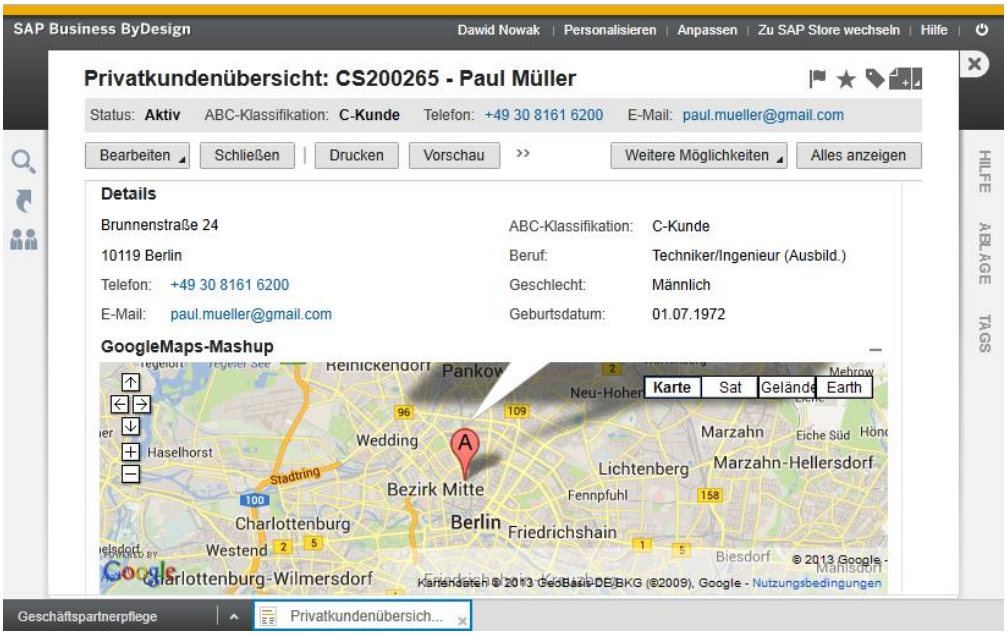


Abbildung 2. Google Maps-Mashup integriert in die Benutzeroberfläche von Business ByDesign

3.2 Kommunikation im ERP-System mittels eines sozialen Netzwerks

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie die Integration von sozialen Netzwerken in ein ERP-System zur Verbesserung und Beschleunigung der Kommunikation beitragen kann. Dies ist insbesondere bei Prozessen von Bedeutung, bei denen schneller Meinungs- bzw. Informationsaustausch eine Rolle spielt. Kommunikation über soziale Netzwerke kann sowohl unternehmensinterne Prozesse (z.B. im Projektmanagement) als auch Prozesse, in die Geschäftspartner eingebunden sind (z.B. im Customer Relationship Management) unterstützen.

In dem nachfolgenden Szenario wird *Facebook* verwendet. Facebook stellt zur Erleichterung der Kommunikation zwischen registrierten Nutzern ein vorkonfiguriertes Chat-Widget zur Verfügung. Jeder Facebook-Anwender kann dieses in Form eines personalisierten HTML/JavaScript-Codes über die offizielle Website herunterzuladen [10]. Der Widget-Code, der für die Facebook-Profilseite des Beispielunternehmens Almika GmbH generiert wurde, ist in Abbildung 3 links oben zu sehen. Die JavaScript-Funktion erstellt eine Verbindung zu dem Facebook-Account des Benutzers und generiert die Oberfläche des Facebook-Widgets. Diese enthält zwei Textfelder (zur Eingabe des Empfängers und der Nachricht) und zwei Schaltflächen (zum Absenden und Abbrechen).

Das Facebook-Mashup ermöglicht es, Informationen mit beliebigen Facebook-Accounts auszutauschen. Es zeigt die aktuelle Verfügbarkeit des Empfängers an, so dass der Sender auch Echtzeit-Kommunikation in Betracht ziehen kann. Bei Abwesenheit des Empfängers wird ihm die Nachricht beim nächsten Login auf seinen Facebook-Account ausgeliefert.

Damit ein Benutzer Nachrichten mit Hilfe des Facebook-Mashups senden kann, muss er aktuell in seinem Facebook-Account angemeldet sein. Die Zugangsdaten können direkt aus dem ERP-System bezogen werden, wenn die Mitarbeiterstammdaten zuvor entsprechend erweitert wurden. Die Anpassung der Stammdaten nehmen die sog. Anwendungsexperten mit Hilfe der in Business ByDesign integrierten Anpassungswerkzeuge vor [19] [29].

Um den Webdienst direkt im ERP-System verfügbar zu machen, muss ein *HTML-Mashup* definiert werden, das als Schnittstelle zwischen dem Facebook-API und der Benutzeroberfläche des ERP-Systems dient. Diese Art von Mashup erlaubt direktes Einfügen von Code im Mashup-Editor. Im vorliegenden Fall wird der Widget-Code (JavaScript) vom Service-Provider bereitgestellt, so dass er in der Mashup-Definition verwendet werden kann [28]. Im Mashup-Editor wird die weitere Konfiguration der Widget-Komponenten vorgenommen. Beim Facebook-Widget heißt dies insbesondere, dass die Hintergrund- und Schriftfarbe geändert werden kann [10]. Die Mashup-Konfiguration wird im ERP-System gespeichert. Die Lösung wird dann den Registerkarten der einzelnen Geschäftsprozesse hinzugefügt.

Im Beispielszenario wurde das anhand des Widget-Codes angelegte Facebook-Mashup mit dem Main Work Center von SAP Business ByDesign integriert, wie Abbildung 3 veranschaulicht. Da das Main Work Center die Systemsicht darstellt, die dem Benutzer sofort nach Anmeldung im System angezeigt wird, erhält er über das Chat-Mashup aktuell die neuesten Nachrichten.

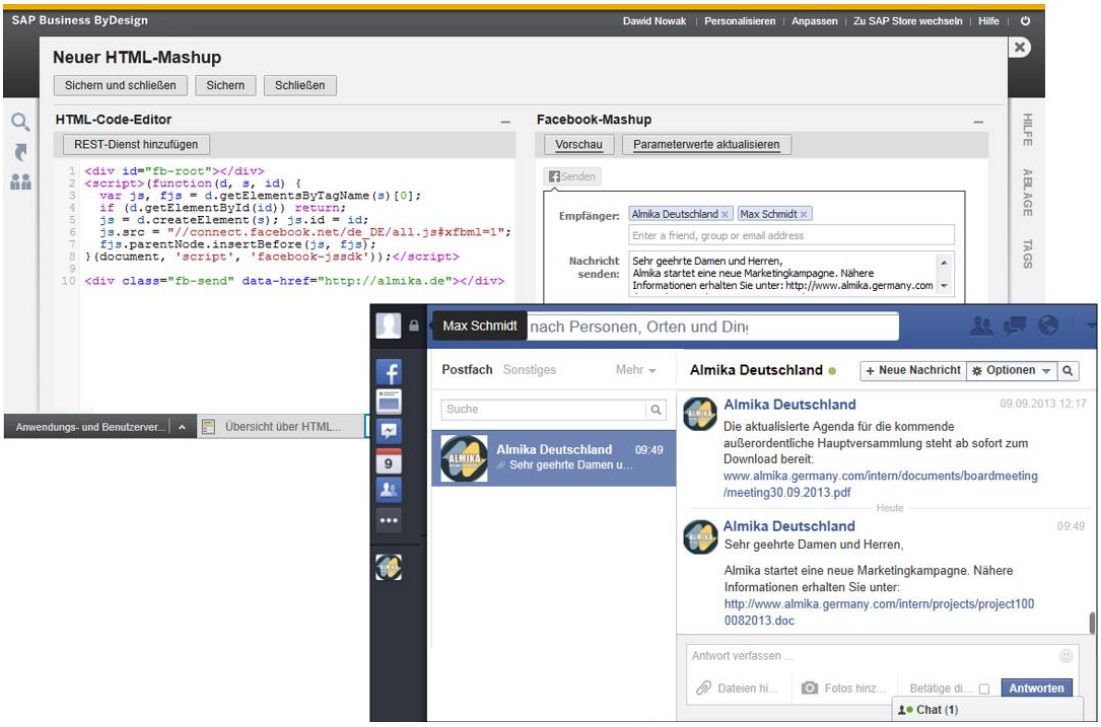


Abbildung 3. Facebook-Mashup in Business ByDesign und beispielhafter Informationsaustausch

Die Abbildung zeigt, wie unter Verwendung des Facebook-Mashups aus dem ERP-System heraus eine Nachricht an den Facebook-Account des Gesprächspartners gesendet wird. Nachdem dieser die Nachricht über seinen Facebook-Nachrichtendienst erhalten hat, kann er dem Absender direkt von seinem Facebook-Account aus antworten und ggf. weitere Informationen beifügen. Der Kommunikationsverlauf ist nur für die jeweiligen Gesprächspartner sichtbar (bzw. für allgemeiner für vorher eingerichtete Gruppen, z.B. Abteilungen oder Projektteams). Bei dieser Lösung können nicht nur im ERP-System angemeldete Benutzer in Echtzeit kommunizieren, sondern auch solche, die gerade keinen Zugang zum ERP-System haben.

Da auf die ausgetauschten Nachrichten später möglicherweise zurückgegriffen werden muss, sollte der Nachrichtenversand über Mashups ähnlich wie E-Mail-Verkehr gesichert und archiviert werden.

In ähnlicher Weise wie Facebook können andere soziale Netzwerke und Mikroblogging-Technologien (z.B. Twitter) in die Business ByDesign-Umgebung einbezogen werden. Das Anwendungspotenzial liegt vor allem bei Geschäftsprozessen, in denen eine rasche Informationsübermittlung oder Echtzeit-Kommunikation zwischen Gruppenmitgliedern von Bedeutung ist.

3.3 Aktuelle Informationen durch Abonnementdienste

Die Integration von webbasierten Datenquellen in das ERP-System ist insbesondere dort hilfreich, wo aktuelle externe Informationen (z.B. Nachrichten, Börsendaten, aktuelle Wechselkurse) eine wesentliche Rolle spielen.

Auf webbasierte Datenquellen kann mittels Abonnementdiensten zugegriffen werden. Diese rufen die Webseiten von Informationsanbietern in regelmäßigen Zeitabständen ab und stellen den Seiteninhalt in strukturierter Form (XML-, CSV-Datei) bereit, was als RSS-Feed (RSS = Really Simple Syndication) bezeichnet wird [40]. Heutzutage machen zahlreiche Anbieter von Webseiten bzw. Nachrichtendiensten, die regelmäßig Informationen veröffentlichen, einen automatisch generierten

RSS-Feed mit den neuesten Daten verfügbar, auf den mit Hilfe eines Abonnementdiensts zugegriffen werden kann.

Um eine webbasierte Datenquelle mit der Benutzeroberfläche des ERP-Systems verknüpfen zu können, muss zunächst ein Daten-Mashup [28] angelegt werden. Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus dem Definitionsprozess für ein Daten-Mashup. Das Anwendungsbeispiel ist ein Wechselkurs-Service [27], der aktuelle Wechselkursinformationen in Form von Daten-Feeds liefert.

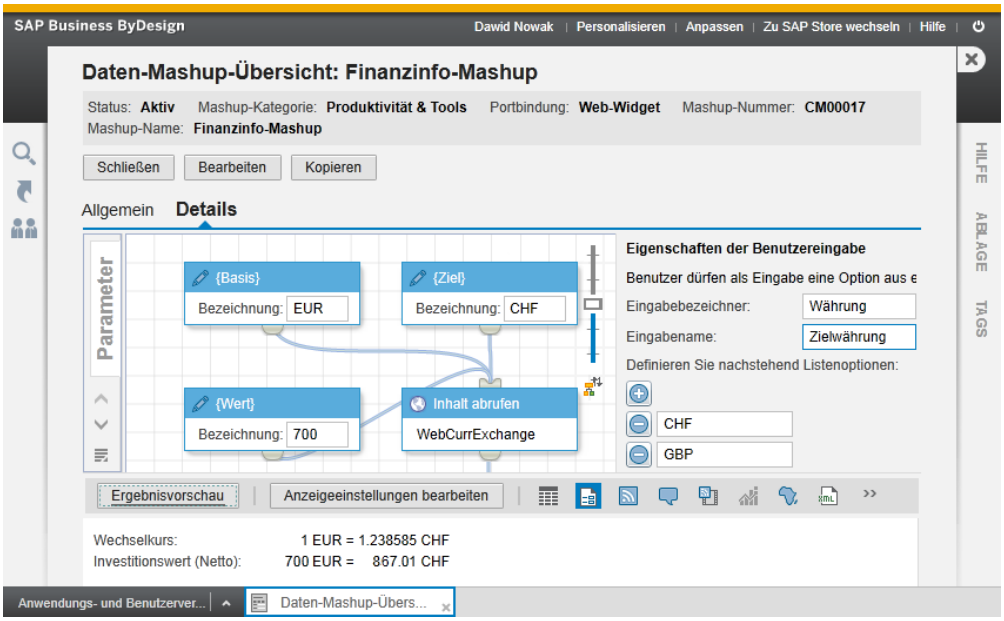


Abbildung 4. Definitionsprozess für ein XML-basiertes Daten-Mashup

Die Entwurfsansicht des Mashups-Editors führt schrittweise durch den Datenbearbeitungsprozess, von der webbasierten XML-Quelle bis hin zum formatierten Endergebnis. Die RSS-Daten werden gefiltert, der aktuelle Wechselkurs zwischen der Basiswährung (EUR) und der Zielwährung (CHF) wird ermittelt, und danach wird das Äquivalent in der Zielwährung berechnet.

Ein anderes Beispiel sind Datenquellen, die aktuelle Informationen über Änderungen bei IFRS-Vorschriften beinhalten (IFRS-Feeds: http://www.ifrs.org) und über ein Daten-Mashup den Mitarbeitern der Buchhaltung zugänglich gemacht werden.

Daten-Mashups bieten mehrere vorkonfigurierte Ansichten (z.B. Diagrammsicht, Kartensicht, Formularsicht, Chatsicht usw.), die je nach Datenart zur Veranschaulichung verwendet werden können [28]. Damit kann ein Anwendungsexperte Mashups an individuelle Anforderungen anpassen. Die Benutzer können dann die gewünschte Datenansicht bei einzelnen Prozessschritten auswählen [29].

4 Evaluierung

Unsere Untersuchung zeigt die Vorteilhaftigkeit der Integration von Web 2.0-Diensten in ein ERP-System. Dies wird auch durch Studien anderer Autoren belegt (z.B. [6][18]). Die Vorteile der Integration von Web 2.0-Diensten in Unternehmensprozesse und insbesondere in die ERP-Systemumgebung ist ein derzeit häufig untersuchtes Themenfeld [23][37][15]. In der Literatur finden sich zahlreiche Beispiele von prototypischen Anwendungen, die erfolgreich in ERP-Systeme integriert wurden [31][15][23]. Geschäftsprozesse in unterschiedlichen Anwendungsfeldern (z.B. Workflowmanagement [15], Bestellabwicklung [31], Marketing [4], Vertrieb und Service [23] etc.) können

durch Integration von Sozialen Medien bzw. externen Datenquellen angereichert werden [6][37][17][12].

Im ersten diskutierten Anwendungsszenario trägt ein *Google Maps-Mashup* durch schnelleren Zugriff auf die relevanten Geotagging-Daten zur Verbesserung der Prozesseffizienz bei. Ohne das Mashup müsste der Mitarbeiter die Webseite des Diensts in einem zusätzlichen Browser-Fenster öffnen, die Adressdaten aus den Formularfeldern des ERP-Systems in die entsprechenden Suchfelder der Dienstanbieterseite kopieren und die Suche starten. Da sich die Seite des Diensts in einem anderen Fenster des Browsers als das ERP-System befindet, beinhaltet das Kopieren der Adressdaten mehrfache Wechsel zwischen den beiden Browser-Fenstern. Manuelles Kopieren der Daten ist zeitaufwändig und erfordert ständige Konzentration des Mitarbeiters.

Mit Hilfe des Google Maps-Mashups läuft die Geopositionierung der gesuchten Adresse dagegen im Hintergrund (automatisch). Dem Mitarbeiter wird nur das Suchergebnis in der Kartenansicht präsentiert, so dass die Zeit für eine manuelle Suche (im Webbrowser) entfällt. Die Bereitstellung von Daten bezüglich der Route (z.B. Entfernung zwischen Versand- und Lieferort) ermöglicht es dem Mitarbeiter darüber hinaus, gleichzeitig die voraussichtliche Transportdauer und Transportkosten abzuschätzen. Ähnliche Vorteile wurden auch in anderen Studien aufgezeigt, bei denen Webdienste zur Geopositionierung in logistische Prozesse integriert wurden [6][25].

Im zweiten Anwendungsszenario hilft ein *Facebook-Mashup*, den Informationsaustausch zwischen Mitarbeitern, bzw. allgemeiner die unternehmensinterne und -externe Kommunikation, zu beschleunigen. Nachrichten können an alle Mitarbeiter einer Gruppe – z.B. alle in einen Geschäftsprozess involvierten Personen – gleichzeitig gesendet werden. Eine ankommende Nachricht wird sofort im Posteingang auf der Facebook-Seite des Mitarbeiters angezeigt. Wenn man annimmt, dass Mitarbeiter außerhalb des Unternehmens eher in Facebook als im ERP-System angemeldet sind, können auch diese (ebenso wie Geschäftspartner) erreicht werden und ggf. eine Antwort bzw. einen Kommentar direkt von ihren Facebook-Profilseiten aus einstellen. Wie neuere Studien zeigen, verbessern Soziale Netzwerke und Microblogging-Technologien nicht nur das Customer Relationship Management, sondern beschleunigen auch die interne Kommunikation und fördern das Wissensmanagement [15][37][6][17].

Darüber hinaus ermöglicht es das Facebook-Mashup, in einen Chat mit mehreren Benutzern einzutreten, der protokolliert werden kann. Da das Mashup über den aktuellen Online-Status des Gesprächspartners informiert, kann der Mitarbeiter überlegen, ob eine Kommunikation in Echtzeit zweckmäßig wäre. Wenn der Partner nicht online ist, wird er – bei entsprechender Facebook-Einstellung [10] – über neue Nachrichten per SMS informiert.

Dass viele Menschen soziale Medien für ihre privaten Zwecke nutzen [11], macht Facebook und andere Soziale Netze attraktiv für Marketingzwecke [6]. Beispielsweise mag ein Vertriebsmitarbeiter erwägen, den Privatkunden direkt anzusprechen, wenn er im Mashup des ERP-Systems sieht, dass dieser gerade online ist. Generell kann eine Kombination von synchroner und asynchroner Kommunikation hilfreich sein [17].

Das dritte Anwendungsszenario beinhaltet ein *Daten-Mashup*, das im ERP-System beliebige Währungskonvertierungen zu aktuellen Wechselkursen durchführen kann. Der Benutzer muss nicht manuell Wechselkursdaten über seinen Webbrowser suchen und die zu konvertierenden Beträge mit dem Taschenrechner oder einem separaten Werkzeug kalkulieren. Durch Integration des Daten-Mashups in das ERP-System stehen die Ergebnisse sofort zur Verfügung [30].

In analoger Weise können auch andere Datenquellen eingebettet werden. Die von dem Webdienst ermittelten Informationen sind dann unmittelbar in der Benutzeroberfläche des ERP-Systems verfügbar, und eine manuelle Suche mittels eines Webbrowsers entfällt.

Die Implementierung externer Webdienste in einer ERP-Systemumgebung bringt andererseits auch Risiken und Gefahren mit sich. Verschiedene Studien [1][8][16] zeigen, dass externe Web 2.0-Dienste Datenschutz- und Datensicherheitsprobleme verursachen können. Häufig werden sensitive Informationen ausgetauscht, die dann dem unberechtigten Zugriff durch Dritte ausgesetzt sind [1].

Aus diesem Grund sollten Datenschutzaspekte wie Authentifizierung und Datenverschlüsselung beim Erstellen von Mashups berücksichtigt werden. Einen ebenso wichtigen Aspekt bildet die Qualität bzw. Konsistenz der Daten, die von den verschiedenen Webdiensten geliefert werden [3]. Häufig passiert es, dass Daten aus unterschiedlichen Quellen nicht konsistent sind. Viele Benutzer sozialer Kanäle verfälschen z.B. ihre Profildaten, um anonym zu bleiben.

Schließlich ist auch unsere Annahme zu hinterfragen, ob und inwieweit Benutzer in einem Unternehmen tatsächlich ihre persönlichen Social-Network-Accounts für geschäftliche Zwecke nutzen. Dies dürfte individuell verschieden sein und kann vermutlich nicht generell vorausgesetzt werden.

Bei der Anreicherung eines ERP-Systems durch Mashup-Implementierungen sollten alle genannten Aspekte berücksichtigt werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde gezeigt, wie mit Hilfe von Web 2.0-Technologien die in einem ERP-System verfügbare Funktionalität erweitert und Effizienzsteigerungen erzielt werden können. Voraussetzung ist, dass das ERP-System die Integration von Web 2.0-Technologien gestattet.

Bei dem für unsere prototypischen Implementierungen verwendeten Beispielsystem ist dies der Fall. SAP Business ByDesign ist ein On-Demand-ERP-System, das auf einer serviceorientierten Architektur und einem flexiblen User-Interface (UI)-Modell basiert. Das UI-Modell gewährleistet Unabhängigkeit von einer bestimmten Frontend-Technologie und erlaubt Anpassungen der Benutzeroberfläche. Dafür wurden Personalisierungs-, Adaptions- und Integrationswerkzeuge (z.B. Mashup-Editor) bereits in die Systemumgebung integriert. Mit diesen Werkzeugen können zusätzliche Lösungen direkt in das System eingebettet werden.

Das wichtigste Hilfsmittel, das in diesem Beitrag verwendet wurde, sind Mashups. Sie stellen die Schnittstelle zwischen dem ERP-System und webbasierten Diensten dar. Mashups im ERP-System erlauben es dem Benutzer, die Vorteile von Web 2.0-Technologien bei seiner Arbeit mit dem System auszuschöpfen und so die Effizienz der Geschäftsprozesse, in die er involviert ist, zu verbessern.

In den Beispielszenarien wurde anhand von drei Arten von Mashups – HTML-, URL- und Daten-Mashup – gezeigt, wie die Funktionalität des ERP-Systems um Web 2.0-Lösungen angereichert werden kann. Dies ist nur ein kleiner Ausschnitt webbasierter Dienste, die in serviceorientierte ERP-Systeme eingebettet werden können. Auf dem Online-Markt für vorkonfigurierte Mashups (Gadgets bzw. Widgets) lässt sich ein wachsendes Interesse an der Weiterentwicklung der Technologie erkennen [13]. Plattformen für freie Mashup-Entwicklung gewinnen an Bedeutung [9].

Um die Effizienzsteigerungen, die aufgrund der skizzierten prototypischen Lösungen zu erwarten sind, nachweisen zu könnten, sind Untersuchungen mit ERP-Anwendern erforderlich. Dabei sollte auch

überprüft werden, inwieweit die Anwender die integrierten Web 2.0-Lösungen akzeptieren. Eine empirische Untersuchung der Vorteile von in ERP-Systeme integrierten Web 2.0-Lösungen ist in zukünftigen Forschungsaktivitäten vorgesehen.

Literatur

[1] Almeida, F (2012): Web 2.0 Technologies and Social Networking Security Fears in Enterprises. International Journal of Advanced Computer Science and Applications 3(2):152-156.

[2] Alonso, G; Casati, F; Kuno, H; Machiraju, V (2004): *Web Services – Concepts, Architectures and Applications.* Springer, Berlin.

[3] Anjomshoaa, A; Bader, G; Tjoa AM (2009): Exploiting Mashup Architecture in Business Use Cases. *Proceedings of the 2009 International Conference on Network-Based Information Systems. Indianapolis, USA.* IEEE, 19-21.

[4] Back, A; Gronau, N; Tochtermann, K (2012): Web 2.0 und Social Media in der Unternehmenspraxis: Grundlagen, Anwendungen und Methoden mit zahlreichen Fallstudien. Oldenburg, München.

[5] Benslimane, D; Dustdar, S; Sheth, A (2008): Services Mashups: The New Generation of Web Applications. Internet Computing, IEEE 12(5):13-15.

[6] Bughin, J; Chui, M (2010): The rise of the networked enterprise: Web 2.0 finds its payday. McKinsey Quarterly 4:3-8.

[7] Culnan, MJ; McHugh, PJ; Zubillaga, JI (2010): How Large U.S. Companies Can Use Twitter and Other Social Media to Gain Business Value. MIS Quarterly Executive 9(4):243-259.

[8] Davidson, MA; Yoran, E (2007): Enterprise Security for Web 2.0, Computer 40(11):117-119.

[9] DuVander, A (2012): 8,000 APIs: Rise of the Enterprise. http://blog.programmableweb.com/2012/11/26/8000-apis-rise-of-the-enterprise/. Abgerufen am 20.08.2013.

[10] Facebook Inc. (2013): Facebook for Web Developers. https://developers.facebook.com/docs/web/. Abgerufen am 5.09.2013.

[11] Facebook Inc. (2013): Quarterly Earnings Slides Q2 2013. http://investor.fb.com/common/download/download.cfm?companyid=AMDA-NJ5DZ&fileid=679011&filekey=fa7f7712-c625-4db3-95bf-6f3ef3ce946c&filename=FB_Q213_Investor_Deck.pdf. Abgerufen am 24.08.2013.

[12] Gaona, ABA; Aguilar, LJ; Sanchez, ON (2013): The Use of Web 2.0 Technology for Business Process. *In 7th International Conference on Knowledge Management in Organizations: Service and Cloud Computing*. Springer, Berlin Heidelberg.

[13] Google Inc. (2008): Google Gadgets. http://www.google.com/ig/directory?synd=open. Abgerufen am 26.08.2013.

[14] Google Inc. (2013): Google Maps. https://maps.google.com/. Abgerufen am 2.09.2013.

[15] Grabot, B; Houe, R; Lauroua, F; Mayere, A (2013): Introducing "2.0" functionalities in an ERP. In: Emmanouilidis, C; Taisch, M; Kiritsis D (Hrsg), *Advances in Production Management Systems. Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services, IFIP-APMS 2012, September 24-26, 2012*. Rhodes, Greece.

[16] Hekkala, R; Väyrynen, K; Wiander, T (2012): Information Security Challenges of Social Media for Companies. *Proceedings of The European Conference on Information Systems, 2012.* Paper 56.

[17] Houy, C; Fettke, P; Loos, P (2010): Einsatzpotentiale von Enterprise-2.0-Anwendungen − Darstellung des State-of-the-Art auf Basis eines Literaturreviews. In: Loos, P (Hrsg), *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, IWi-Heft Nr. 192*.

[18] Hoyer, V; Stanoevska-Slabeva, K; Kramer, S; Giessmann, A (2011): What Are the Business Benefits of Enterprise Mashups? *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. Kauai.

[19] Hufgard, A; Krüger, S (2012): SAP Business ByDesign: Geschäftsprozesse, Technologie und Implementierung anschaulich erklärt. SAP Press, Bonn.

[20] Krcmar, H (1995): Current Research and Practice in Information Systems in Germany. *Proceedings of the Third European Conference on Information Systems (ECIS'95), Athens, Greece, June 1-3, 1995 Volume II*. Athens.

[21] Kurbel, KE (2008): The Making of Information Systems – Software Engineering and Management in a Globalized World. Springer, Berlin Heidelberg.

[22] Kurbel, KE; Nowak, D (2013): Customization of On-demand ERP Software Using SAP Business ByDesign as an Example. *Innovation and Future of Enterprise Information Systems: ERP Future 2012 Conference, Salzburg, Austria, November 2012, Revised Papers (Lecture Notes in Information Systems and Organisation).* Springer, Salzburg.

[23] Kurbel, KE; Nowak, D (2013): Exploring Mobility and Social Media Integration in an On-Demand ERP System using SAP Business ByDesign as an Example. *Proceedings of Issues in Information Systems, (IACIS 2013)* Vol. XIV, No. 1, 421-430.

[24] Kurbel, KE; Krybus, I; Stankov, I (2011): Reviewing Criteria of Information Systems, Computer Science and Engineering Journals. Journal of Computer Information Systems 51(4):74-80.

[25] Liu, X; Hui, Y; Sun, W; Liang, H (2007): Towards service composition based on mashup. *Congress on Services, 2007 IEEE*. IEEE, 332-339.

[26] O'Reilly, T (2005): What Is Web 2.0? http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html. Abgerufen am 10.08.2013.

[27] Rate-Exchange (2013): Rate-Exchange. http://www.rate-exchange.appspot.com/. Abgerufen am 1.08.2013.

[28] SAP AG (2011): Mashups and Web Services. http://help.sap.com/saphelp_byd30/en/KTP/Software-Components/01200615320100003379/SAP_BBD/Print_Files/PDF_FILES/FLEX_en.pdf. Abgerufen am 3.08.2013.

[29] SAP AG (2013): SAP Business ByDesign - Geschäftsflexibilität. http://help.sap.com/saphelp_byd1302/de/KTP/Software-Components/01200615320100003379/SAP_BBD/Print_Files/PDF_FILES/BusinessFlexibility_en.pdf. Abgerufen am 25.08.2013.

[30] Serrano, N; Torres, JM (2010): Web 2.0 for practitioners. IEEE Software 27(3):11-15.

[31] Shankararaman, V; Lum, EK (2013): Integration of Social Media Technologies with ERP: A Prototype Implementation. *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems*. Chicago.

[32] Sinclaire, J; Vogus, C (2011): Adoption of social networking sites: an exploratory adaptive structuration perspective for global organizations. Information Technology and Management, 12(4):293-314.

[33] Soylu, A; Wild, F; Mödritscher, F; Desmet, P (2012): Mashups and Widget Orchestration. Program: Electronic Library and Information Systems 46(4):383-428.

[34] Sun, W; Zhang, X; Guo, C J; Sun, P; Su, H (2008): Software as a Service: Configuration and customization perspectives. *SERVICES-2 '08: IEEE Congress on Services Part II*. IEEE, 18-25.

[35] Tilkov, S (2011): REST und HTTP: Einsatz der Architektur des Web für Integrationsszenarien. 2. Auflage. dpunkt-Verlag, Heidelberg.

[36] Turban, E; Bolloju, N; Liang, TP (2011): Enterprise Social Networking: Opportunities, Adoption, and Risk Mitigation. Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce 21(3):202-220.

[37] Wang, Y; Greaseley, A; Thanassoulis, E (2011): Combining ERP Systems with Enterprise 2.0. In: Cruz-Cunha, MM; Varajão, J; Powell, P; Martinho, R (Hrsg), *ENTERprise Information Systems: International Conference, CENTERIS 2011, Vilamoura, Algarve, Portugal, October 5-7, 2011, Proceedings, Part I*. Springer, Berlin Heidelberg.

[38] Warren-Payne, A (2013): 70+ epic social media case studies, stats, blog posts and more. http://econsultancy.com/de/blog/62558-70-epic-social-media-case-studies-stats-blog-posts-and-more. Abgerufen am 5.08.2013.

[39] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung. Wirtschaftsinformatik 49(4):280-287.

[40] Wusteman, J (2004): RSS: the latest feed. Library Hi Tech 12(4):404-413.

[41] Zhao, F; Kirche, E (2013): Continuing On-Premise or Adopt On-Demand? An Empirical Study of ERP Adoption in SMEs. *Human-Computer Interaction. Users and Contexts of Use: 15th International Conference, HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA, July 21-26, 2013, Proceedings, Part III, Lecture Notes in Computer Science 8006*. Springer, Berlin Heidelberg.

Kundengetriebene Interaktionen in Software-Customizing Projekten: Erkenntnisse einer multi-methodischen Fallstudie

Matthias Bertram, Mario Schaarschmidt und Harald von Kortzfleisch

Universität Koblenz-Landau, 76829 Landau in der Pfalz, E-Mail: matthias.bertram@uni-koblenz.de, mario.schaarschmidt@uni-koblenz.de, harald.von.kortzfleisch@uni-koblenz.de

Marc Gräßle, Thomas Kleinert, Peter Fettke und Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), 66123 Saarbrücken, E-Mail: marc.graessle@dfki.de, thomas.kleinert@dfki.de, peter.fettke@dfki.de, peter.loos@dfki.de

Abstract

Während der Einführung von Standardsoftware sind aus Sicht des Softwareanbieters die durch den Kunden geäußerten Änderungswünsche von starkem Interesse, da diese direkten Einfluss auf bereits erzielte Ergebnisse und dadurch auch auf die Produktivität des Softwareanbieters haben. Jedoch können solche Änderungswünsche im Vorfeld nur schwer abgeschätzt werden. Mittels einer multi-methodischen Vorgehensweise erarbeitet der vorliegende Beitrag Charakteristiken kundengetriebener Interaktionen und analysiert anhand einer Studie, wie diese in Prozessen von Softwareanbietern auftreten. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass kundengetriebene Interaktionen im Bereich des Software-Customizings in Abhängigkeit von Projekteigenschaften wie Komplexität und Häufigkeit von Kundenwünschen unterschiedlich ausgeprägt sind und sich diese Ausprägung in den zugrundeliegenden Prozessen niederschlägt. Auf Basis der Ergebnisse werden darüber hinaus Ansatzpunkte zur Optimierung von Software-Customizing Prozessen abgeleitet.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Nutzung etablierter Standardsoftware, z. B. eines Enterprise-Resource-Planning-Systems, kann in einem Unternehmen zu erheblichen Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen führen [1, 26]. Im betrieblichen Umfeld ist Standardsoftware, bis auf wenige Ausnahmen, jedoch nur selten „out-of-the-box“ einsetzbar [20, 23]. Die Einführung einer Standardsoftware nimmt viel häufiger mehrere Monate oder sogar Jahre in Anspruch, da die Software nicht nur installiert, sondern auch auf die organisationalen Strukturen und Prozesse im Unternehmen angepasst werden muss. Daher kann die Einführung einer Standardsoftware nicht nur das Customizing, d. h. die Konfiguration oder Parametrisierung, der Software, sondern auch die komplexe, kundenindividuelle Erweiterung des Quellcodes umfassen. Weiterhin ist für die Einführung von Standardsoftware ein hohes Maß an technologischem Verständnis notwendig [9], das in der Regel nur bei den Softwareanbietern selbst oder bei IT-Beratungsfirmen liegt [16]. Das Wissen um organisationale Strukturen und Prozesse sowie weitere spezifische Anforderungen liegen dagegen nur in den Unternehmen vor. Für eine erfolgreiche Einführung einer Standardsoftware ist daher eine enge Zusammenarbeit zwischen den Softwareanbietern und den Unternehmen unerlässlich.

Aus einer Wissensperspektive heraus betrachtet, tritt bei solchen Einführungen von Standardsoftware ein reziproker Wissensaustausch zwischen Softwareanbieter und dessen Kunden ein [16]. Auf der einen Seite muss der Softwareanbieter auch nach Projektbeginn auf sich ändernde Kundenanforderungen reagieren. Gründe für solche Änderungen können beispielsweise Änderungen der organisationalen Prozesse seitens der Kunden sein [7]. Diese geänderten Anforderungen können eine Form von Organisations- oder Marktwissen darstellen, auf dessen Basis der Softwareanbieter seine Standardsoftware verbessern kann [19]. Auf der anderen Seite kann es vorkommen, dass der Softwareanbieter im Verlauf der Einführung eine neue Version der Standardsoftware veröffentlicht, in welcher z. B. die Performance der Software gesteigert wurde. Durch diesen reziproken Wissensaustausch, d. h. Marktwissen zum Softwareanbieter und Best-Practice-Wissen zum Kunden, nimmt der Kunde die Rolle eines Co-Akteurs bei der Einführung der Standardsoftware ein. Während der Softwareanbieter vom Wissen um organisationale Strukturen und Prozess beim Kunden profitiert, bekommt der Kunde eine auf sich abgestimmte Softwarelösung [6, 27].

Während der Einführung der Standardsoftware sind aus Sicht des Softwareanbieters insbesondere die durch den Kunden geäußerten Änderungswünsche von Interesse, da diese (1) direkten Einfluss auf bereits erzielte Ergebnisse und damit letztendlich auch auf den vom Kunden später wahrgenommenen Projekterfolg haben, (2) aufgrund zusätzlichen Arbeitsaufwandes direkt die Produktivität des Softwareanbieters beeinflussen, aber (3) nur schwer im Vorfeld vor der Einführung der Standardsoftware abgeschätzt werden können [14, 25]. Im Projektverlauf kann es also immer wieder zu kundengetriebenen Interaktionen kommen, auf die der Softwareanbieter reagieren muss.

Aus Sicht der Softwareanbieter stellt sich somit die Frage, welche Faktoren kundengetriebene Interaktionen in Software-Customizing-Projekten charakterisieren und in welchem Umfang diese Faktoren auftreten.

1.2 Methodisches Vorgehen und Aufbau des Beitrags

Zur Beantwortung der aufgestellten Frage werden im weiteren Beitrag zwei voneinander unabhängig erhobene Studien zum Thema Software-Customizing vorgestellt, in einem multi-methodischen Ansatz zusammengeführt und die daraus abgeleiteten Ergebnisse diskutiert. In der ersten Studie wurden

qualitative Interviews mit Softwareanbietern und deren Kunden – vornehmlich kleine und mittlere Unternehmen – geführt und anschließend mittels qualitativer Inhaltsanalyse Faktoren auf kundengetriebene Interaktionen identifiziert. In der zweiten Studie wurden bei einem Softwareanbieter Interviews mit Projektleitern zu verschiedenen Software-Customizing-Projekten geführt und die Aussagen in Form von Prozessmodellen festgehalten. Die Zusammenführung der Studien zielt dabei darauf ab, die identifizierten Faktoren kundengetriebener Interaktionen in den Prozessmodellen zu identifizieren und so deren Vorkommen in den untersuchten Software-Customizing-Projekten zu analysieren.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Abschnitt 2 beschreibt die kundengetriebenen Interaktionen auf Basis aktueller Literatur. Abschnitt 3 beinhaltet eine kurze Beschreibung der zwei vorangegangenen Studien und deren Ergebnisse. In Abschnitt 4 werden die zwei Studien zusammengeführt und die abgeleiteten Ergebnisse diskutiert. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weitere Forschungsfragen.

2 Kundengetriebene Interaktionen in Software-Customizing-Projekten

Kundengetriebene Interaktionen zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf der Basis neuer oder geänderter Anforderungen durch den Kunden initiiert werden und für den Softwareanbieter erst einmal zusätzlichen Aufwand bedeuten [14]. Durch das in ihnen transportierte Kundenwissen (Organisations-, Prozess- oder Marktwissen) stellen sie aber auch eine Quelle potentieller Innovationen für den Softwareanbieter dar [8, 24]. Reagiert der Softwareanbieter auf die kundengetriebenen Interaktionen stets im Interesse des Kunden, so wird die durch den Kunden wahrgenommene Qualität des Software-Customizing-Projektes positiv beeinflusst.

Das Phänomen der kundengetriebenen Interaktionen in Software-Customizing-Projekten wurde in der Information-Systems- aber auch der Marketing-Literatur bereits in unterschiedlichen Kontexten und aus unterschiedlichen Blickwinkeln untersucht. Von Kunden getriebene Interaktionen werden in der Information-Systems-Literatur oft in Zusammenhang mit dem Requirements Engineering diskutiert, beispielsweise im Spannungsfeld hybrider (Software-)Produkte [4] oder der Kommunikation zwischen Entwicklungsteam und Kunden in globalen Entwicklungsprojekten [13]. In der vornehmlich serviceorientierten Marketing-Literatur haben z. B. Foss et al. herausgefunden, dass Interaktionen mit den Kunden einen positiven Effekt auf die Innovationen bei den Softwareanbietern haben, wenn die organisationalen und prozessualen Strukturen der Softwareanbieter auf die Aufnahme externen Wissens ausgerichtet sind [10]. Weiterhin haben Ordinani und Parasuraman festgestellt, dass sich eine starke Kundenorientierung positiv auf die Radikalität von Service-Innovationen auswirkt, während die Zusammenarbeit mit dem Kunden einen positiven Effekt auf die Anzahl von Service-Innovationen hat [22].

In beiden Strömungen der Literatur wird jedoch nur unzureichend auf die reziproke Natur des Wissensaustausches zwischen dem Softwareanbieter und dem Kunden eingegangen. Zumeist wird die Interaktion als ein singulärer Austausch in nur eine Richtung verstanden. Jedoch ist gerade das Customizing von Standardsoftware durch einen rekursiv zirkulären Wissensaustausch geprägt, welcher zumeist vom Kunden angestoßen wird.

2.1 Studie 1: Software-Customizing aus Softwareanbieter- und Kundensicht

2.1.1 Aufbau der Studie

Insgesamt wurden 30 Interviews zu den Aspekten des Customizing von Standardsoftware geführt. Es wurden 17 Softwareanbieter und 13 B2B-Kunden der Softwareanbieter befragt. Bei der Auswahl der Stichprobe wurde sich dem Verfahren der bewussten Auswahl bedient, um zu gewährleisten, dass innerhalb der Branche unterschiedliche Unternehmen bzw. Geschäftskunden (z. B. regional, nach Umsatz oder nach Dauer der Geschäftsbeziehung) befragt wurden, um so ein breites Spektrum an Informationen und ein Mindestmaß an Repräsentativität zu erlangen.

Im Rahmen der Interviews wurden Schlüsselinformanten befragt. Das bedeutet, dass ausschließlich Mitglieder der Organisation, die aufgrund ihres spezifischen Wissens oder herausgehobener Position, als Interviewpartner ausgewählt und ihre Meinung zum Forschungsgegenstand im Interview erhoben wurde. Die Interviews wurden persönlich und leitfadengestützt geführt, jedoch wurden keine konkreten Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Es wurde mit einer vordefinierten Liste von Fragen und Themen (dem Leitfaden) gearbeitet [3], zu welchen die Interviewpartner frei und ohne Vorgaben ihre Meinung äußerten. Den explorativen Charakter der Studie berücksichtigend und mit dem Ziel möglichst tiefgehendes Expertenwissen zu erheben, wurden die konkreten Formulierungen und die Reihenfolge der Fragen abhängig vom Antwortverhalten des jeweiligen Gegenübers variiert. Die Gespräche wurden mit Einverständnis der Interviewpartner auditiv digital aufgenommen, transkribiert und per Inhaltsanalyse ausgewertet [18]. Als Hilfsmittel bei der inhaltlichen Auswertung kam die Software MaxQDA zum Einsatz. Die Software ermöglicht die systematische Vergabe von Codes für einzelne Textpassagen. Dadurch lassen sich Textbausteine gleichen oder ähnlichen Inhalts in verschiedenen Interviews identifizieren, sich wiederholende Muster erkennen und zentrale Aussagen aus den Interviews extrahieren.

2.1.2 Ergebnisse der Studie

Die Analyse brachte insgesamt sieben Faktoren kundengetriebener Interaktionen im Rahmen des Software-Customizing hervor, die im Folgenden beschrieben werden. Einen Faktor stellt der „Grad der Kundenanpassung“ dar. Beim Software-Customizing wird hierbei zwischen Konfiguration und Parametrisierung sowie ergänzend Quellcode-Anpassung unterschieden. Die Interviews zeigten, dass grundsätzlich alle Grade der Anpassung zum Einsatz kamen, wobei Quellcode-Anpassungen nicht zuletzt aufgrund der dahinterliegenden Komplexität eher seltener angewendet wurden.

„Wir haben auch Softwareerweiterungen, die man vornehmen kann, wir haben diverse SDKs eingebaut aber das ist deutlich seltener […].“ Softwareanbieter zu „Grad der Kundenanpassung“

Ein weiterer Faktor ist die „Kontrolle über den Anpassungsprozess“. Obwohl der Kunde der Initiator der Dienstleistung ist, zeigte sich in den Interviews, dass die Kontrolle über den Anpassungsprozess oft beim Softwareanbieter liegt und der Kunde dies zum Teil auch erwartet.

„Missverständnisse ja, aber die Kompetenz von Kunden ist nicht so entscheidend, dafür sind wir ja da.“ Softwareanbieter zu „Klarheit der Anforderungen“

Ebenfalls mehrfach erwähnt wurde „Klarheit der Anforderungen“. Es sind sich sowohl Kunde als auch Softwareanbieter bewusst, dass eine klare, interpretationsfreie Formulierung der Anforderungen wichtig für den Erfolg des Software-Customizing ist.

„Aber das ist meiner Meinung nach ein Verständnisproblem, das man bei Software immer hat. […] Dann kommt ein Anbieter der nicht meine Auffassung hat und hat das einfach nicht mit drin.“ Kunde zu „Klarheit der Anforderungen“

„[Unsere] Firmenmitarbeiter sind angehalten alle Wünsche ausschließlich schriftlich anzunehmen. […] Der Kunde erkennt schon, dass es keine Schikane ist.“ Softwareanbieter zu „Klarheit der Anforderungen“

Einige der interviewten Softwareanbieter lassen daher Anforderungswünsche oder -änderungen nur noch in schriftlicher Form zu. Allgemein zeigten die Interviews, dass die bisher genannten Faktoren durch eine „wechselhafte Kundenumwelt“ als auch durch die technischen Voraussetzungen, insbesondere der „Modularität der verwendeten Bausteine“, der Standardsoftware beeinflusst werden:

„[Als Dienstleister gibt es für uns] Kundenwünsche oder Normen, die wir erfüllen [müssen], selbstverständlich, da sagen wir überhaupt nicht, das geht nicht.“ Softwareanbieter zu „Modularität der verwendeten Bausteine“

„[Anmerkung: Vergleich der Softwareentwicklung mit dem Brückenbau] Bei Software ist das anders. Weil ich nicht mal weiß, was das Ding können soll – morgen oder in einem Jahr – kann ich diese Bausteine, nicht so zusammenfügen, wie ich das bei einer Brücke tue.“ Softwareanbieter zu „Modularität der verwendeten Bausteine“

Aus der Perspektive der Softwareanbieter sind neben einem erfolgreichen Projektabschluss auch die gewonnenen Innovationen eine wesentliche Zielgröße von Software-Customizing-Projekten [2]. Inwiefern diese beiden Ziele erreicht werden können, hängt von zwei Faktoren ab. In den Interviews wurden hierzu besonders das vorhandene „Kundenwissen“ um die eigenen organisationalen Strukturen und Prozesse sowie die „Qualität der Kommunikation“ zwischen Softwareanbieter und Kunde genannt.

„In unserem speziellen Fall ist es auch tatsächlich so, […] schon während der Entwicklung werden unsere Entwickler selber eingebunden. Was für uns als relativ effizient herausgestellt hat.“ Kunde zu „Kundenwissen“

„Manchmal muss man schon sehr, sehr genau mit dem Kunden, mit jedem einzelnen, kommunizieren.“ Softwareanbieter zu „Qualität der Kommunikation“

Die Qualität hängt dabei nicht zwingend von der Frequenz oder Dauer der Kommunikation ab.

„Das kann man nicht so pauschalisieren. Ein langes Gespräch muss auch nicht ein unproduktives Gespräch sein.“ Kunde zu „Qualität der Kommunikation“

Die dargestellten Interviewzitate sind lediglich Beispiele wiederkehrender Themen. Insgesamt wurden sieben Faktoren identifiziert, die sowohl die Innovationen auf Seiten der Softwareanbieter als auch den Erfolg des Software-Customizing-Projektes beeinflussen. Wie bereits beschrieben sind dies der „Grad der Produktanpassung“, die „Kontrolle über Anpassungsprozess“, die „Klarheit der Anforderungen“, eine „Wechselhafte Kundenumwelt“, die „Technische Modularität“, das „Kundenwissen“ und die „Qualität der Kommunikation“.

Die in den Interviews identifizierten Faktoren wurden zusammen mit Erkenntnissen aus der aktuellen akademischen Literatur aus den Themenkomplexen Customizing, Service- und Produktinnovationen [10-12, 21] zu einem konzeptionellen Modell kundengetriebener Interaktionen in Software-Customizing-Projekten zusammengefasst. „Grad der Produktanpassung“, „Kontrolle über Anpassungsprozess“ sowie „Klarheit der Anforderungen“ beeinflussen demnach die Häufigkeit

kundengetriebener Interaktionen, welche wiederum Einfluss auf die „Innovation“ der Standardsoftware und den „Erfolg des Customizing-Projektes“ haben. Bild 1 illustriert dieses konzeptionelle Modell.

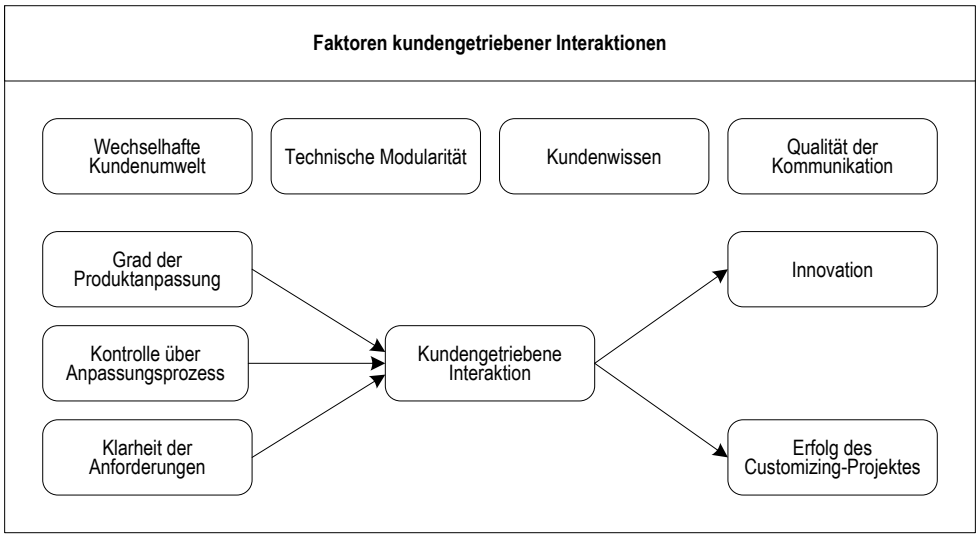


Bild 1: Faktoren kundengetriebener Interaktionen

2.2 Studie 2: Software-Customizing-Prozesse aus Softwareanbietersicht

2.2.1 Aufbau der Studie

Die nachfolgenden Analysen basieren auf Dokumentationen und Prozessmodellen von vier Software-Customizing-Projekten eines Softwareanbieters, der eine modulbasierte Standardsoftware zum Ideenmanagement für seine Kunden anbietet. Die Einführung der Standardsoftware, vom ersten Kundenkontakt bis hin zur Inbetriebnahme der angepassten Standardsoftware, bildete jeweils den Bezugsrahmen der einzelnen Analysen. Die betrachteten Software-Customizing-Projekte entsprachen in monetärem und personellem Aufwand etwa dem Durchschnitt weiterer Projekte. Die betrachteten Software-Customizing-Projekte fanden in einem engen Zeitfenster statt. Dementsprechend sollten diese keinen großen Schwankungen der Kundenumwelt unterworfen gewesen sein.

Für die Erhebung wurde die Methode des geleiteten Interviews gewählt. Anhand eines grob strukturierten Leitfadens wurde in den freien Gesprächen der jeweilige Projektverlauf nachvollzogen. Die Gespräche wurden mit vier Projektleitern geführt, die jeweils ein Projekt verantworteten. Von den Interviews wurden ebenfalls Audiomittschnitte gemacht und papierbasierte Protokolle angelegt. Auf Basis der Mitschnitte und der Protokolle wurden vier Prozessmodelle als Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) modelliert. Dabei wurde auf eine einheitliche Granularität der Prozessmodelle geachtet. Ziel der Erhebungsinterviews war es, eine Analyse der Prozessmodelle durchzuführen, um daraus Handlungsempfehlungen für das Software-Customizing des Softwareanbieters ableiten zu können [5, 17].

2.2.2 Ergebnisse der Studie

Im Rahmen der Studie wurden die Prozessmodelle der Software-Customizing-Projekte rückblickend analysiert und ein Referenzmodell daraus induktiv abgeleitet. Da eine Darstellung der Prozessmodelle den Rahmen des Beitrags überschreiten würde, werden die Unterschiede der erhobenen Software-Customizing-Projekte in der nachfolgenden Tabelle in Merkmalsausprägungen dargestellt. Die

unterschiedlichen Standardkonfigurationen, die in den einzelnen Projekten verwendet wurden, sind mit Grün oder Gelb bezeichnet. Nach Angaben des Softwareanbieters ist die Standardkonfiguration Grün nur mittelmäßig komplex, wohingegen die Standardkonfiguration Gelb eine hohe Komplexität innehat. In Projekt IV wurde auf keine Standardkonfiguration zurückgegriffen, vielmehr wurde hier eine kundenindividuelle Lösung auf Basis der einzelnen Module konfiguriert.

		Projekt I	Projekt II	Projekt III	Projekt IV
Eigenschaften nach Aussage des Anbieters	Standardkonfiguration	Grün	Grün	Gelb	Keine
	Komplexität der Standardkonfiguration	Mittel	Mittel	Hoch	Keine
	Kundenspezifische Änderungen	Kaum Änderungen	Viele Änderungen	Kaum Änderungen	Sehr viele Änderungen
Prozesseigenschaften	Aktivitäten, ausgeführt durch	37	42	22	21
	- Anbieter	22	23	13	15
	- Kunde	9	14	5	4
	- Gemeinsam	6	5	4	2

Tabelle 1: Merkmale der erhobenen Projekte

3 Kundengetriebene Interaktionen in Software-Customizing-Prozessen

3.1 Aufbau des multi-methodischen Vergleichs

Um die Ergebnisse der zwei Studien zusammenführen und diskutieren zu können, wurden zunächst die vier erhobenen Prozessmodelle aus der zweiten Studie jeweils auf die im Fokus der ersten Studie liegenden Faktoren kundengetriebener Interaktionen hin untersucht. Hierzu wurde jede Aktivität innerhalb der einzelnen Prozessmodelle separat betrachtet, bewertet und gegebenenfalls als kundengetriebene Interaktion markiert. Voraussetzung für die Auswahl einer Aktivität als kundengetriebene Interaktion war zum einen die eigenständige Ausübung oder zumindest anteilige Mitwirkung des Kunden an der Aktivität und zum anderen eine gewichtige Anpassung des Software-Customizing-Projektes.

Zur weiteren Zusammenführung der beiden Studien wurden die identifizierten Faktoren aus der ersten Studie herangezogen. Hierzu wurde wiederum jede Aktivität innerhalb der einzelnen Prozessmodelle separat betrachtet und bewertet. Bei einer inhaltlichen Übereinstimmung mit einem oder mehreren der Faktoren wurde ein entsprechender Vermerk an die Aktivität annotiert (Bild 2). Die Intensität der einzelnen Faktoren auf eine Aktivität wurde nicht berücksichtigt, da eine objektive Einordnung, z. B. anhand eines frei gewählten Maßstabs, nachträglich nicht mehr möglich war.

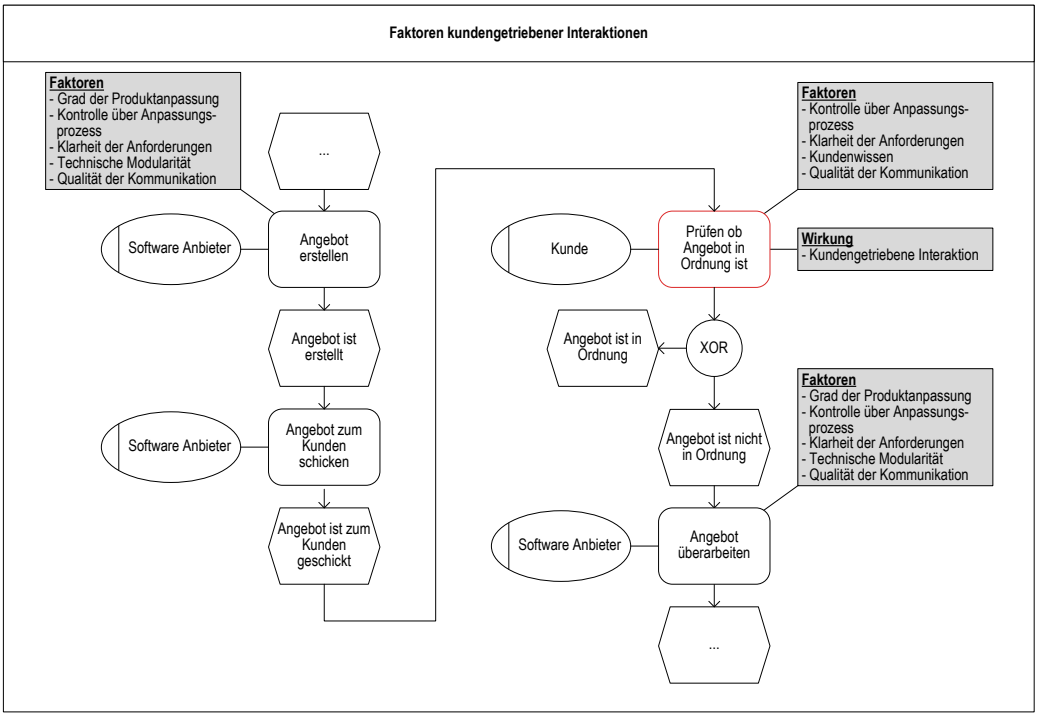


Bild 2: Separate Auswertung der Faktoren je Aktivität

3.2 Ergebnisse des multi-methodischen Vergleichs

Zunächst lässt sich aus der Analyse der Prozessmodelle die grundsätzliche Erkenntnis ziehen, dass sich die aus der ersten Studie gewonnenen Faktoren mit einer Ausnahme in allen Prozessmodellen wiederfinden lassen. Die Ausnahme stellt das „wechselhafte Kundenumfeld“ dar, welches aufgrund der recht kurzen Projektlaufzeiten in den Interviews nicht abgefragt wurde. Die nachfolgende Tabelle stellt die Anzahl der gefundenen Faktoren über die vier Projekte dar.

	Projekt I	Projekt II	Projekt III	Projekt IV	Mittel	Gesamt
Grad der Produktanpassung	4	5	8	2	4,75	19
Kontrolle über Anpassungsprozess	7	5	7	6	6,25	25
Klarheit der Anforderung	8	11	8	12	9,75	39
Technische Modularität	3	4	4	4	3,75	15
Kundenwissen	8	9	8	5	7,50	30
Qualität der Kommunikation	7	14	9	10	10,00	40
Gesamt	37	48	44	39	42	168

Tabelle 2: Auswertung der Faktoren kundengetriebener Interaktionen in den Prozessmodellen

Wie Tabelle 2 zeigt, ist die Gesamtanzahl der Faktoren recht ausgeglichen über die vier untersuchten Prozessmodelle verteilt (letzte Zeile). Dies bestätigt im Nachhinein, dass es sich bei den ausgewählten Software-Customizing-Projekten um recht ähnlich gelagerte Projekte handelte. Die Gesamtanzahl der

einzelnen Faktoren über alle Projekte hinweg zeigt weiterhin, dass die „Qualität der Kommunikation“ sowie die „Klarheit der Anforderungen“ in den untersuchen Prozessen den höchsten Stellenwert hatten, gefolgt von „Kundenwissen“ und „Kontrolle über Anpassungsprozess“. Seltener wurden die Faktoren „Grad der Produktanpassung“ und „Technische Modularität“ in den Modellen ausgemacht.

Beim projektbezogenen Vergleich der einzelnen Faktoren mit dem jeweils errechneten Mittelwert zeigt sich, dass die Anzahl der Faktoren grundsätzlich ausgeglichen um diesen streut. Verschiedene Faktoren fallen jedoch heraus und werden daher genauer betrachtet. Der „Grad der Produktanpassung“ ist beispielsweise für Projekt III deutlich über dem errechneten Mittelwert, während der Wert von Projekt IV deutlich darunter liegt. Diese Ergebnisse sind bei Projekt III auf die Komplexität der Standardkonfiguration zurückzuführen. Die Auswertung zeigt weiterhin, dass die Faktoren „Kontrolle über Anpassungsprozess“, „Klarheit der Anforderungen“, „Technische Modularität“ und „Kundenwissen“ alle sehr ausgeglichen um den Mittelwert gestreut sind. Bei der „Qualität der Kommunikation“ zeigt sich sehr deutlich, dass diese in Projekt I weit unter dem Mittelwert liegt, dafür aber in Projekt II deutlich darüber. Dieses Ergebnis ist dadurch zu erklären, dass es ist Projekt II, gegenüber Projekt I, deutlich öfters zu Gesprächen zwischen dem Softwareanbieter und dem Kunden kam, in denen die „Qualität der Kommunikation“ eine wichtige Rolle spielte.

Die Analyse zeigt weiterhin, dass die „Technische Modularität“ in allen Software-Customizing-Projekten in etwa die gleiche Berücksichtigung findet. Im Vergleich zu den anderen Faktoren ist diese allerdings eher gering ausgeprägt. Eine Erklärung hierfür kann sein, dass bei dem Softwareanbieter strikt zwischen Produktentwicklung (im Sinne von Programmierung) und Customizing (im Sinne von Konfiguration) unterschieden wird und die befragten Projektleiter weiterstgehend mit der Konfiguration der Standardsoftware befasst sind. Durch diese Kapselung sind die Projektleiter weitestgehend von den technischen Details der zugrundeliegenden Standardsoftware abgeschottet. Die gleichartige Berücksichtigung der „Technischen Modularität“ zeigt weiterhin, dass diese von den Befragten Projektleitern in etwa gleich wahrgenommen wird.

Aus den Prozessanalysen ist bekannt, dass die Projekte I und II jeweils auf der gleichen Standardkonfiguration (Grün) basierten. Gemäß den Angaben des Softwareanbieters unterscheiden sich die beiden Projekte dadurch, dass in Projekt I nur wenige Kundenanpassungen aufgetreten sind, während in Projekt II viele Anpassungen für den Kunden vorgenommen wurden. Bei der Betrachtung der Analyseergebnisse fällt weiter auf, dass die Faktoren „Kontrolle über Anpassungsprozess“ und „Klarheit der Anforderungen“ sowie „Qualität der Kommunikation“ genau gegenläufig auftreten. Daraus lässt sich vermuten, dass zwischen diesen drei Faktoren folgende Beziehung besteht: Mehr Aufwand für „Kontrolle über Anpassungsprozess“ (auf Softwareanbieterseite) bedeutet weniger Aufwand für die „Klarheit der Anforderungen“ bzw. „Qualität der Kommunikation“ (ebenfalls auf Softwareanbieterseite). Leider lässt sich aufgrund der Datenlage nicht ermitteln, ob der Kunde in Projekt II mehr Kontrolle ausübte oder der Softwareanbieter ihm aus anderen Gründen bewusst oder unbewusst mehr Freiheiten lies. Diese Ergebnisse erinnern stark an die Unterscheidung zwischen Ergebniskontrolle und Verhaltenskontrolle [15], legen aber dar, dass beide Formen der Kontrolle nicht gleichzeitig ausgeübt werden, sondern eher als Alternativen zu sehen sind.

Projekt III basiert auf der Standardkonfiguration Gelb und beinhaltete gemäß dem Softwareanbieter nur wenige Kundenanpassungen. Damit ist Projekt III bis auf die höhere Komplexität mit Projekt I vergleichbar. Die Analyse zeigt weiterhin, dass in beiden Projekten die „Kontrolle über Anpassungsprozess“ über dem Mittelwert liegt während „Klarheit der Anforderungen“ und „Qualität der Kommunikation“ darunter liegen. Darüber hinaus bestätigt die im Vergleich zu Projekt I höhere

Bedeutung des „Grad der Produktanpassung“ und der „Qualität der Kommunikation“, dass die höhere Komplexität der verwendeten Standardkonfiguration berücksichtigt wurde.

Das Besondere am Projekt IV ist, dass keine Standardkonfiguration für den Kunden verwendet wurde, sondern vielmehr eine Art Individualkonfiguration auf Basis der Module vorgenommen wurde. Wie die Analyse zeigt, spielte der „Grad der Produktanpassung“ hier nur eine untergeordnete Rolle. „Klarheit der Anforderungen“ und „Kontrolle über Anpassungsprozess“ haben in diesem Software-Customizing-Projekt einen ähnlichen Stellenwert wie in Projekt II, was für die höhere Komplexität des Projektes spricht. Interessanterweise spielte das „Kundenwissen“ in Projekt IV im Vergleich zu allen anderen Projekten nur eine sehr geringe Rolle. Eigentlich müsste dem „Kundenwissen“ gerade in einer Individualkonfiguration eine hohe Bedeutung zukommen. Hier ist aber grundsätzlich zwischen Kundenwissen um die Standardsoftware und Kundenwissen um eigene organisationale Gegebenheiten zu unterscheiden. Im ersten Fall könnte das Wissen des Kunden im Rahmen einer Individualkonfiguration durchaus weniger bedeutsam für den Software-Customizing-Prozess auf Seiten der Softwareanbieter sein. Die Datenlage lässt an dieser Stelle keine weitere Interpretation zu.

4 Fazit

Das Customizing von komplexer Standardsoftware ist eine sehr wissensintensive und interaktive Aufgabe, zu deren erfolgreichen Bewältigung eine enge Zusammenarbeit zwischen Softwareanbieter und Kunde unerlässlich ist. Einleitend wurde beschrieben, dass bei der Einführung von Standardsoftware insbesondere die während des Einführungsprozesses durch den Kunden geäußerten Änderungswünsche von besonderem Interesse sind. Es wurde dargelegt, dass diese kundengetriebenen Interaktionen für den Softwareanbieter eine Reihe von Einflüssen haben, die dieser im Einführungsprozess berücksichtigen muss: z. B. wirken sich deren Berücksichtigung auf Ergebnisse bereits abgeschlossener Arbeiten im Software-Customizing-Projekt und damit direkt auf den vom Kunden wahrgenommene Projekterfolg aus. Darüber hinaus wirken sie sich durch etwaigen anbieterseitigen Mehraufwand direkt auf die Produktivität des Softwareanbieters aus. Letzten Endes lässt sich ex ante aber nur sehr schwer abschätzen, ob und in welchem Umfang kundengetriebene Interaktionen auftreten werden. Hieraus wurde die dem Beitrag zugrundeliegende Forschungsfrage abgeleitet, inwiefern sich kundengetriebene Interaktionen in Software-Customizing-Projekten faktoriell darstellen lassen und in welchem Umfang diese Faktoren auftreten.

In diesem Beitrag wurden auf der Basis eines konzeptionellen Modells zu Faktoren kundengetriebener Interaktionen untersucht, wie ein Softwareanbieter in unterschiedlichen Standardkonfigurationen mit kundengetriebenen Interaktionen umgeht und welche Faktoren hierbei eine besondere Rolle spielen. Die Ergebnisse zeigen, dass je nach Standardkonfiguration unterschiedliche Faktoren von Bedeutung sind. Insbesondere wurde festgestellt, dass sich die Faktoren „Kontrolle über Anpassungsprozess“ sowie „Klarheit der Anforderung“ und „Qualität der Kommunikation“ gegenseitig zu beeinflussen scheinen.

Die Zusammenführung der beiden Studien ist durchaus auch kritisch zu betrachten. Beispielsweise entbehrt die Identifikation der Faktoren in den Prozessmodellen nicht einer gewissen Heuristik. Die Ergebnisse zeigen aber, dass die kundengetriebenen Interaktionen eine wertvolle analytische Linse darstellen und vor dem Hintergrund der einzelnen Konfigurationen wichtige Optimierungspotentiale auf Seiten des Softwareanbieters aufgedeckt haben.

Beispielsweise offenbart der Vergleich über die unterschiedlichen Software-Customizing-Projekte hinweg eine ganze Reihe an Optimierungspotentialen für den Softwareanbieter. Durch einen stärkeren

Fokus auf die „Kontrolle über Anpassungsprozess“ wäre zukünftig ein geringerer Aufwand zur Erreichung der „Klarheit der Anforderungen“ bzw. der „Qualität der Kommunikation“ im Prozess notwendig. Hierdurch könnte eine größere Unabhängigkeit von den Entscheidungen auf Kundenseite entstehen.

Aus wissenschaftlicher Sicht steht für das konzeptionelle Modell noch eine quantitative, empirische Validierung aus um sicherzustellen, dass die dargestellten Zusammenhänge auch in größeren Stichproben Bestand haben. Unabhängig davon wäre eine Anwendung des Modells in weiteren Fallstudien ebenfalls eine gute Möglichkeit seine Validität zu bestätigen.

5 Literatur

[1] Aral, S; Weill, P (2007): IT Assets, Organizational Capabilities, and Firm Performance: How Resource Allocations and Organizational Differences Explain Performance Variation. Organization Science 18:763-780.

[2] Amrit, T; McLean, ER (2005): Expertise Integration and Creativity in Information Systems Development. Journal of Management Information Systems 22:13-43.

[3] Atteslander, P (2006): Methoden der empirischen Sozialforschung. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

[4] Berkovich, M; Leimeister, JM; Krcmar, H (2009): An empirical exploration of requirements engineering for hybrid products. In: *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Verona, Italy.

[5] Best, E; Weth, M (2003): Geschäftsprozesse optimieren: Der Praxisleitfaden für erfolgreiche Reorganisation. Gabler, Wiesbaden.

[6] Blazevic, V; Lievens, A (2008): Managing Innovation through Customer Coproduced Knowledge in Electronic Services: An Exploratory Study. Journal of the Academy of Marketing Science 36(1):138-151.

[7] Clark, TH; Stoddard, DB (1996): Interorganizational Business Process Redesign: Merging Technological and Process Innovation. Journal of Management Information Systems 13(2):9-29.

[8] Cristiano, JJ; Liker, JK; White III, CC (2000): Customer-Driven Product Development Through Quality Function Deployment in the U.S. and Japan. Journal of Product Innovation Management 17:286-308.

[9] Dittrich, Y; Vaucouleur, S; Giff, S (2009): ERP Customization as Software Engineering: Knowledge Sharing and Cooperation. IEEE Software 26(6):41-47.

[10] Foss, N; Laursen, K; Pedersen, T (2011): Linking Customer Interaction and Innovation: The Mediating Role of New Organizational Practices. Organization Science 22(4):980-999.

[11] Gacenga, F; Cater-Steel, A; Tan, WG; Toleman, M (2011): IT Service Management: Towards a Contingency Theory of Performance Measurement. In: *Proceedings of the 32nd International Conference on Information Systems (ICIS)*, Shanghai.

[12] Gebauer, H; Worch, H; Truffer, B (2012): Absorptive Capacity, Learning Processes and Combinative Capabilities as Determinants of Strategic Innovation, European Management Journal, 30:57-73.

[13] Hanisch, J; Corbitt, B (2004): Requirements Engineering During Global Software Development: Some Impediments to the Requirements Engineering Process: A Case Study. In: *Proceedings of the 12th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Turku, Finland.

[14] Karlsson, L; Dahlstedt, AG; Natt och Dag, J; Regnell, B; Persson, A (2002): Challenges in Market-Driven Requirements Engineering – An Industrial Interview Study. In: *Proceedings of the 8th International Workshop on Requirements Engineering*, Essen.

[15] Kirsch, L (1997): Portfolios of Control Modes and IS Project Management. Information Systems Research 8(3):215-239.

[16] Ko, DG; Kirsch, LJ; King, WR (2005): Antecedents of Knowledge Transfer from Consultants to Clients in Enterprise System Implementation. MIS Quarterly 29(1):59-85.

[17] Krallmann, H; Schönherr, M; Trier, M (2007): Systemanalyse im Unternehmen: Prozess-orientierte Methoden der Wirtschaftsinformatik. Oldenbourg Verlag, München.

[18] Lamnek, S (2005): Qualitative Sozialforschung. Beltz PVU, Basel.

[19] De Luca, L; Atuahene-Gima, K (2007): Market Knowledge Dimensions and Cross-Functional Collaboration: Examining the Different Routes to Product Innovation Performance. Journal of Marketing 71(1):95-112.

[20] Mukhopadhyay, T; Kekre, S (2002): Strategic and Operational Benefits of Electronic Integration in B2B Procurement Processes. Management Science 48(10):1301-1331.

[21] Narver, JC; Slater, SF; MacLachlan, DL (2004): Responsive and Proactive Market Orientation and New-Product Success. Journal of Product Innovation Management 21:334-347.

[22] Ordanini, A; Parasuraman, A (2011): Service Innovation Viewed Through a Service-Dominant Logic Lens: A Conceptual Framework and Empirical Analysis. Journal of Service Research 14(1):3-23.

[23] Schubert, P; Legner, C (2011): B2B Integration in Global Supply Chains: An Identification of Technical Integration Scenarios. Journal of Strategic Information Systems 20(3):250-267.

[24] Souder, WE; Buisson, D; Garrett, T (1997): Success Through Customer-Driven New Product Development: A Comparison of U.S. and New Zealand Small Entrepreneurial High Technology Firms. Journal of Product Innovation Management 14(6):459-472.

[25] Tu, Q; Vonderembse, MA; Ragu-Nathan, TS; Ragu-Nathan, B (2004): Measuring Modularity-Based Manufacturing Practices and Their Impact on Mass Customization: A Customer-Driven Perspective. Decision Science 35(2):147-168.

[26] Walsh, G; Schubert, P; Jones, C (2010): Enterprise system investments for competitive advantage: An empirical study of Swiss SMEs. European Management Review 7:180-189.

[27] Ye, H; Kankanhalli, A; Goh, KY; Sun, J (2011): Investigating Value Co-Creation in Innovation of IT-Enabled Services: An Empirical Study of Mobile Data Services. In: *Proceedings of the 32nd International Conference on Information Systems (ICIS)*, Shanghai.

Entwicklung eines Modells für die unternehmens-übergreifende IT-Integration in Produktionsverbünden der Druckbranche

Daniela Büttner, Daniel Fischer, Dirk Stelzer

Technische Universität Ilmenau, Institut für Wirtschaftsinformatik, 98693 Ilmenau,
E-Mail: {daniela.buettner,daniel.fischer,dirk.stelzer}@tu-ilmenau.de

Abstract

Die deutsche Druckbranche ist geprägt von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU). Wachsender Wettbewerb, immer individuellere Kundenwünsche bei sinkenden Auflagen und hohe Auftragsmanagementkosten tragen dazu bei, dass KMU sich zu Produktionsverbünden zusammenschließen. Um die gemeinsamen Wertschöpfungsprozesse in diesen Verbünden effizient gestalten zu können, sollten die Informationssysteme sowohl der kooperierenden Druckdienstleister als auch die ihrer Kunden adäquat integriert werden. Zur Ermittlung der unternehmensübergreifenden Integrationsbedarfe in Produktionsverbünden der Druckbranche werden in der vorliegenden Arbeit zwei Modelle entwickelt, welche die an einer IT-Integration beteiligten Akteure und die zu integrierenden Prozesse, Funktionen und Daten beschreiben.

1 Einleitung

Trotz steigender Verwendung audiovisueller und digitaler Medien hat die Druckbranche immer noch eine große gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung. Kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) prägen das Bild in der deutschen Druckbranche [2]. Mehr als 80% der insgesamt ca. 9.500 Unternehmen haben weniger als 20 Mitarbeiter. Zunehmender Wettbewerb erschwert jedoch die Marktsituation für KMU in dieser Branche [6]. Hinzu kommen sinkende Auflagen, steigender Termindruck, enorme Variantenvielfalt und immer individueller werdende Produktwünsche der Kunden. Diese Einflussfaktoren führen dazu, dass sich Unternehmen zu Produktionsverbünden zusammenschließen, um gemeinsam Druckdienstleistungen anzubieten, die einzelne Anbieter nicht in der gleichen Form anbieten können. Die Wirtschaftlichkeit solcher Kooperationen wird häufig durch den geringen Automationsgrad in Frage gestellt [7]. Eine wichtige Voraussetzung für eine stärkere Automatisierung der gemeinsamen Wertschöpfungsprozesse ist eine adäquate Integration der beteiligten Informationssysteme. Für Druckdienstleister stellt sich somit die Frage, welche Elemente ihrer Informationssysteme sie über ihre Unternehmensgrenzen hinaus wie mit ihren Partnern und Kunden integrieren sollen, um die Potentiale ihrer Produktionsverbünde besser ausschöpfen zu können. Leider fehlen bisher geeignete Modelle zur Beschreibung und Gestaltung dieser unternehmensübergreifenden IT-Integration in Produktionsverbünden der Branche. Es existieren ausformulierte Integrationsmodelle für Branchen mit hohem Automatisierungsgrad, beispielsweise für die Automobilzulieferindustrie oder die Logistikbranche [3], jedoch können diese Modelle aufgrund des niedrigen Durchdringungsgrades von IT in den KMU des Drucksektors nicht für die Branche übernommen werden. Bestehende Integrationsmodelle müssen erweitert werden, um die mit Integrationsentscheidungen verbundenen großen Unsicherheiten und hohen Risiken für die kleinen und mittelständischen Unternehmen der Druckbranche zu verringern.

Die Unterstützung des Aufbaus und Betriebs von Produktionsnetzwerken in der Druckbranche steht auch im Mittelpunkt des ZIM-Kooperationsprojekts PRINT-IT[1], welches durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert wird. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Kollaborationsplattform, mit deren Hilfe KMU der Druckbranche unternehmensübergreifende Produktionsnetzwerke bilden und steuern sowie Produkte anbieten können. Ein zentraler Aspekt bei der Entwicklung der Plattform ist die Frage, welche unterschiedlichen Optionen der IT-Integration zwischen den Druckdienstleistern und ihren Kunden existieren und welche im Hinblick auf Effektivität und Effizienz anzustreben sind.

Ziel dieses Beitrags ist die Beschreibung eines ersten Entwurfs für ein Modell der unternehmensübergreifenden IT-Integration in Produktionsverbünden der Druckbranche zur Ermittlung der Integrationsbedarfe. Es werden die beteiligten Akteure bestimmt und die für eine IT-Integration relevanten Elemente beschrieben. Mit Hilfe des Modells können für Produktionsverbünde der Druckbranche unterschiedliche Integrationsoptionen sowie deren Vor- und Nachteile diskutiert werden.

Die Arbeit ist in fünf Kapitel gegliedert. Nach der Einleitung beschreibt Kapitel 2 die Methodik sowie notwendige Grundlagen für die Entwicklung des Integrationsmodells. In Kapitel 3 wird erörtert, welche Akteure an einer Integration in Produktionsverbünde der Druckbranche beteiligt sind. Damit wird der Betrachtungsbereich abgegrenzt. Kapitel 4 dient der Beantwortung der aus der Zielsetzung

[1] Kooperationspartner des Projekts sind cdmm marketing & consulting e.K., TU Ilmenau, HTWK Leipzig, SID Leipzig sowie die druckfinder.de GmbH. Das Projekt (Förderkennzeichen KF2987001ED2) wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

abgeleiteten Forschungsfrage, welche Elemente bzw. Objekte für die IT-Integration zwischen Partnern in Produktionsverbünden der Druckbranche und ihren Kunden relevant sind. Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und einer kritischen Würdigung unterzogen. Zudem wird ein Ausblick auf die weitere Forschung und künftige Ziele im Projekt PRINT-IT im Zusammenhang mit der IT-Integration gegeben.

2 Methodik und Grundlagen

Ausgehend von der Zielsetzung, der Erstellung eines IT-Integrationsmodells für Produktionsverbünde der Druckbranche, wurde eine Literaturanalyse durchgeführt. Identifiziert werden sollte zum einen Literatur, die sich mit Modellen zur Beschreibung und Gestaltung der unternehmensübergreifenden IT-Integration beschäftigt, und zum anderen Literatur, die sich spezifisch der IT-Integration in der Druckbranche bzw. in Produktionsverbünden widmet. Bei der Literaturanalyse wurden Zeitschriften des Senior Scholars` Basket of Journals der Association for Information Systems (Jahrgänge 2010-2013) sowie der Bibliothekskatalog GVK und Google Scholar verwendet. Das Ergebnis der Suche zeigt, dass verhältnismäßig viele und auch sehr detaillierte Modelle zur Beschreibung und Gestaltung der unternehmensübergreifenden IT-Integration existieren. Diese finden sich beispielsweise in den Arbeiten von Winter [11], Schubert und Legner [9], sowie Fischer, Nirsberger und Stelzer [5][4]. Im Gegensatz dazu befassen sich nur sehr wenige Autoren mit der IT-Integration in Produktionsverbünden. Auch die IT-Integration in der Druckbranche wird kaum thematisiert. Die branchenspezifischen Arbeiten beschränken sich oft nur auf Teilaspekte der IT-Integration. Lorscheid-Trostmann [7] z. B. erörtert die Integration von Produktionsdaten in der Druckbranche, geht aber weder auf unterschiedliche Gestaltungsoptionen ein, noch beschreibt sie darauf aufbauende Funktions- oder Prozessintegrationen. Kother und König [6] diskutieren Vorteile der IT-Integration zwischen Kunden und Lieferanten in der Druckbranche und stellen eine Beispielimplementation einer Branchensoftware vor, ohne jedoch verschiedene Integrationsoptionen darzustellen. Trotz der verschiedenen Fokussierungen der branchenspezifischen Arbeiten betonen alle Autoren die Notwendigkeit einer intensiveren IT-Integration, vor allem bei kooperativ durchgeführten Produktionsprozessen und bei den Managementprozessen von Produktionsverbünden. Dies gilt es bei der Entwicklung unseres Integrationsmodells zu berücksichtigen.

Grundlage unserer Modellentwicklung ist das Ilmenauer Integrationsmodell (IIM) [5]. Es erscheint uns als besonders geeignet, da es eine umfassende und differenzierte Beschreibung und Bewertung unterschiedlicher unternehmensübergreifender Integrationsoptionen ermöglicht, dazu bereits etablierte Ansätze in sich vereint und leicht erweitert werden kann. Diese Erweiterbarkeit ist notwendig, um branchenspezifische Aspekte einbringen zu können. Das Ilmenauer Integrationsmodell besteht aus drei Teilmodellen [3][5]: Mit Hilfe des Integrations-Akteurmodells wird dokumentiert, zwischen welchen Akteuren eine Integration stattfindet. Das Integrations-Gegenstandsmodell beschreibt die Elemente bzw. Objekte von Informationssystemen, die integriert werden. Das Integrations-Gradmodell definiert auf der Basis der beiden anderen Teilmodelle eine Grundstruktur, die eine detaillierte Beschreibung und Bewertung verschiedener Gestaltungsoptionen der Integration ermöglicht. Hierfür werden die Kriterien Integrationsintensität und Integrationsflexibilität genutzt. Integrationsintensität definiert die Stärke einer Integration zwischen Informationssystemen und wird mit Hilfe der Sub-Kriterien Integrationsumfang und Integrationsart bestimmt. Integrationsflexibilität drückt aus, in welchem Maße eine Integration auch in anderen Kontexten, z. B. bei einer Integration mit anderen Unternehmen, genutzt werden kann. Integrationsflexibilität wird durch die Sub-Kriterien Umfang der

Standardnutzung, Art der genutzten Standards und Art der Standardverwendung bestimmt. Zur Operationalisierung der Sub-Kriterien sind weitere Kriterien und Messgrößen festgelegt [3].

In den nachfolgenden Kapiteln werden die ersten beiden Teilmodelle des IIM – das Akteur- und das Gegenstandsmodell – für die IT-Integration in der Druckbranche entwickelt.

3 Entwicklung eines Akteurmodells für die IT-Integration in der Druckbranche

Das Integrations-Akteurmodell soll alle Akteure beschreiben, zwischen denen eine IT-Integration stattfindet, und deren mögliche Integrationsbeziehungen aufzeigen. Es muss für jeden Betrachtungsgegenstand angepasst – und falls notwendig – neu entwickelt werden [3]. Es existieren verschiedene ausformulierte Akteurmodelle, wobei jenes von Fischer zur Ermittlung der Akteure auf elektronischen Marktplätzen den höchsten Detaillierungsgrad aufweist und somit als Ausgangsbasis für unser Modell dient. Fischer unterscheidet vier Akteure: Anbieter, Nachfrager, Marktplatzbetreiber und externe Dienstleister. Für elektronische Marktplätze ist diese Differenzierung ausreichend, da auf einer solchen Plattform die Handelstransaktionen zwischen Anbieter und Nachfrager im Mittelpunkt stehen. Betrachtet man die Integration in Produktionsverbünden der Druckbranche, so müssen neben den Handelstransaktionen auch das Management von Produktionsverbünden sowie Produktionsprozesse berücksichtigt werden. Das bestehende Modell für elektronische Marktplätze kann somit nur als Basis dienen. Der Begriff externe Dienstleister ist zu konkretisieren, da es wichtig ist, alle möglichen am Produktionsverbund beteiligten Akteure zu nennen. Auch die Differenzierung von Anbieter und Nachfrager ist nicht ausreichend, da sowohl zwischen Druckereibetrieb und Endkunde, als auch zwischen den Unternehmen des Produktionsverbunds eine Anbieter-Nachfrager-Beziehung bestehen kann. Letzteres trifft z. B. zu, wenn eine Druckerei einen Druckauftrag nicht alleine bearbeiten kann und Teilleistungen bei anderen Unternehmen nachfragen muss.

Zur Bestimmung aller relevanten Akteure dient der Produktionsablauf in der Druckbranche, welcher sich in die Teilprozesse Druckvorstufe, Druck(prozess) und Druckweiterverarbeitung gliedert [8]. In der Druckvorstufe werden für den Druckprozess notwendige Vorarbeiten erledigt, wie beispielsweise die Layouterstellung, Bildbearbeitung oder Herstellung der Druckplatten [1]. Eine wichtige Aufgabe der Druckvorstufe ist die Erstellung von Proofs, die zur Erkennung von Fehlern vor dem eigentlichen Druckprozess angefertigt werden. Proofs ermöglichen dem Endkunden die Überprüfung des Layouts, d. h. er kann sicherstellen, dass alle Inhalte vorhanden und richtig platziert sind. Es ist jedoch nicht immer der Fall, dass in der Druckvorstufe Kontakt zwischen Endkunde und Druckerei besteht. Es können auch Werbe- oder Druckagenturen als Vermittler zwischen Endkunde und Druckerei stehen, die deshalb als Akteure im Akteurmodell erfasst sind. Im Teilprozess Druck wird das Druckprodukt erstellt, wobei Lieferanten (z. B. für Farbe oder Papier) von Bedeutung für den Wertschöpfungsprozess sein können. In der Druckweiterverarbeitung finden Vorgänge wie Falzen, Schneiden, Binden, Veredeln oder Verpacken statt [8]. Beteiligte Unternehmen sind z. B. Buchbinder und Logistikdienstleister. In Arbeitstreffen des PRINT-IT Projektkonsortiums wurden weitere an den Wertschöpfungsprozessen der Druckbranche beteiligte Unternehmen ermittelt. Darunter befinden sich Entsorger und Finanzdienstleister, wobei erstere Druckereiabfälle, z. B. Altfarben, entsorgen und letztere die Liquiditätsprüfung übernehmen. Bild 1 zeigt das Integrations-Akteurmodell für Produktionsverbünde der Druckbranche.

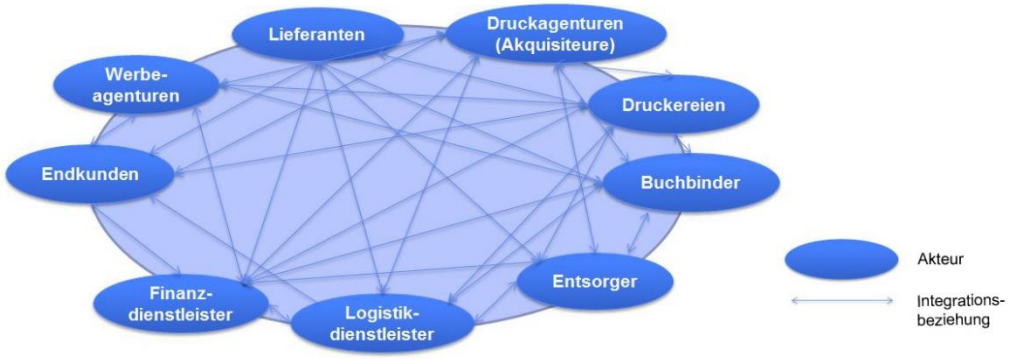


Bild 1: Integrations-Akteurmodell für die IT-Integration in der Druckbranche

4 Entwicklung eines Gegenstandsmodells für die IT-Integration in der Druckbranche

Betrachtet man den Workflow in den meisten kleinen und mittelständischen Druckereibetrieben, so wird deutlich, dass das „Management by Turnschuh“ [6] heute noch gängige Praxis ist. In der Regel wird für jeden Druckauftrag eine sogenannte Auftragstasche angefertigt, die alle Auftragsdaten beinhaltet und von Mitarbeiter zu Mitarbeiter in den Abteilungen Vorstufe, Druck, Weiterverarbeitung weitergegeben wird. In jedem Bereich werden benötigte Informationen der Auftragstasche entnommen und bearbeitet. Da die Informationen nicht digital vorliegen, müssen sie zunächst elektronisch erfasst werden. Oftmals werden auch Kopien der Auftragstasche angefertigt, um den Informationsbedarf aller Mitarbeiter bzw. Abteilungen zu decken. Problematisch ist hierbei die mangelnde Aktualität, da oft nicht alle im Umlauf befindlichen Taschen auf dem aktuellsten Stand sind. Zur Lösung dieses Problems empfehlen Kother und König eine Digitalisierung der Auftragstasche, um eine Verbesserung der Vernetzung zwischen den einzelnen Bereichen in Druckunternehmen zu erreichen [6]. Eine solche unternehmensinterne IT-Integration ist notwendige Voraussetzung, wenn eine unternehmensübergreifende IT-Integration durchgeführt werden soll.

Für beide Reichweiten, die unternehmensinterne und die unternehmensübergreifende IT-Integration, wird nachfolgend das Integrations-Gegenstandsmodell entwickelt. In einem Top-Down-Vorgehen werden dabei – ausgehend von der Prozessebene – die für die IT-Integration relevanten Elemente der Funktions- und Datenebene beschrieben. Zur Bestimmung der relevanten Integrationsgegenstände orientiert sich Fischer bei der Detaillierung des IIM für elektronische Marktplätze [3] an der Handelsprozesskette. Eine Orientierung an dieser Grundlage ist auch für die IT-Integration in Produktionsverbünden der Druckbranche sinnvoll, denn sowohl zwischen den Unternehmen im Produktionsverbund als auch zwischen den Druckdienstleistern und ihren Kunden finden Handelstransaktionen statt. Der Fokus liegt jedoch auch auf der Unterstützung der Bildung von Produktionsnetzwerken und der anschließenden Herstellung von Produkten im Verbund. Das Gegenstandsmodell ist somit um Prozesse des Managements von Produktionsverbünden und um druckspezifische Produktionsprozesse zu erweitern. Berücksichtigt man die drei genannten Aspekte, so erhalten wir ein Hilfsmittel (siehe Bild 2) zur Gliederung und Ermittlung von Integrationsgegenständen für Produktionsverbünde der Druckbranche. Das Hilfsmittel besteht aus drei Ebenen, wobei sich jede Ebene in Phasen gliedert.

Bild 2: Hilfsmittel zur Gliederung und Ermittlung von Integrationsgegenständen für PRINT-IT

Die erste Ebene „Handel“ besteht aus den Phasen Information, Vereinbarung, Abwicklung und Service. Die zweite Ebene „Produktion“ umfasst die Teilprozesse des Produktionsablaufs in der Druckbranche: Druckvorstufe, Druck(prozess) und Druckweiterverarbeitung. Die dritte Ebene „Management von Produktionsverbünden“ gliedert sich in die von Wegehaupt [10] definierten Lebenszyklusphasen von Unternehmenskooperationen: Definition, Planung, Durchführung und Beendigung.

Für jede der in Bild 2 dargestellten Phasen wurden Integrationsgegenstände für die IT-Integration in Produktionsverbünden der Druckbranche in Form von Prozessen, Funktionen und Daten spezifiziert. Die Integrationsgegenstände, die für Handelstransaktionen relevant sind, decken sich weitgehend mit denen für elektronische Marktplätze [3] und wurden nur teilweise ergänzt durch im PRINT-IT-Konsortium ermittelte druckspezifische Prozesse, Funktionen und Daten. Die Integrationsgegenstände der Produktion ermittelten wir in Arbeitstreffen in Zusammenarbeit mit Praxispartnern im PRINT-IT-Projekt. Als Rahmen für die Ermittlung der Integrationsgegenstände des Managements von Produktionsverbünden diente uns die Arbeit von Wegehaupt [10]. Der Autor schlägt eine Orientierungshilfe für den Aufbau und den Betrieb von Produktionsnetzwerken vor, um Probleme des integrierten Managements von Kooperationen und Unternehmensnetzwerken strukturiert durchdenken und Zusammenhänge von Entscheidungen aufzeigen zu können. In seinem mehrdimensional strukturierten Modell unterscheidet Wegehaupt vier Ebenen, auf welchen er die Handlungsfelder des Managements näher spezifiziert. Die erste Ebene thematisiert dabei das Management entlang von Sichten auf das Unternehmensnetzwerk und auf Kooperationen. Ebene 2 befasst sich mit dem Management entlang des Lebenszyklus eines Unternehmensnetzwerks, während Ebene 3 das Management im Lebenszyklus einer Kooperation definiert. Auf der vierten Ebene wird das Management entlang von Wertschöpfungsstufen des Produkts betrachtet. Die von Wegehaupt beschriebenen Ebenen sind die Basis, um Integrationsgegenstände für die IT-Integration zwischen KMU der Druckbranche zu gliedern und zu spezifizieren. Wir haben uns zunächst auf die ersten drei Ebenen, die Unternehmensnetzwerke bzw. Kooperationen beschreiben, beschränkt, da sich mit deren Hilfe das größte Spektrum an Integrationsgegenständen im Zusammenhang mit dem Management von Produktionsverbünden ermitteln lässt. Die beschriebenen Handlungsfelder der drei Ebenen dienten der Spezifizierung integrationsrelevanter Prozesse, Funktionen und Daten. So ist beispielsweise das Handlungsfeld Partnerwahl bzw. Partnersuche als integrationsrelevanter Prozess in der Definitionsphase zu erfassen. Weitere Prozesse, Funktionen und Daten haben wir – unabhängig von den von Wegehaupt definierten Handlungsfeldern – auch für die dritte Ebene des Hilfsmittels im PRINT-IT-Konsortium ermittelt. Tabelle 1 zeigt exemplarisch die integrationsrelevanten Prozesse, Funktionen und Daten in der Durchführungsphase des Managements von Produktionsverbünden.

Phase	Prozesse	Funktionen	Daten
Durchführung	Lagerverwaltung	Lager verwalten	Bestandsdaten
			Reservierungsdaten
			Warenentnahmedaten
		Wareneingang prüfen	Wareneingangsdaten
			Lieferdaten
		Material bestellen	Auftragsdaten
	Logistik	Logistikprozesse verwalten	Logistikdaten
			Transportdaten
			Verpackungsdaten
	Produktionsprozess-überwachung	Produktionsstatus überwachen	Statusdaten
	Änderungsmanagement	Änderungen einpflegen	Auftragsänderungsdaten

Tabelle 1: Ausschnitt aus dem Gegenstandsmodell: Durchführungsphase von Produktionsverbünden

Das gesamte Gegenstandsmodell umfasst für alle drei Ebenen Handel, Produktion und Management von Produktionsverbünden aktuell 43 Prozesse, 74 Funktionen sowie 102 Datenelemente.

5 Schlussbemerkungen

Mit Hilfe des Integrations-Akteurmodells und des -Gegenstandsmodells konnten die Integrationsbedarfe für die IT-Integration in Produktionsverbünden der Druckbranche aufgezeigt werden. Die an einer IT-Integration beteiligten Akteure und die zwischen diesen zu integrierenden Prozesse, Funktionen und Daten wurden detailliert und strukturiert beschrieben.

Im weiteren Verlauf unseres Forschungsprojekts PRINT-IT müssen diese Modelle weiter verfeinert und evaluiert werden. Zudem ist als drittes Teilmodell das Integrations-Gradmodell zu entwickeln. Mit dessen Hilfe wird es möglich sein, verschiedene Gestaltungsoptionen der Integration zu beschreiben, d. h. die Art und Weise, wie die ermittelten integrationsrelevanten Prozesse, Funktionen und Daten zwischen den Akteuren integriert werden können. Ausgehend davon, können wir dann Vor- und Nachteile der verschiedenen Gestaltungsoptionen der Integration analysieren, um für Unternehmen in Produktionsverbünden der Druckbranche Handlungsempfehlungen zu erarbeiten. Diese werden auch in die Entwicklung der PRINT-IT-Kollaborationsplattform einfließen, mit deren Hilfe KMU der Druckbranche Produkte im Verbund herstellen und anbieten können.

6 Literatur

[1] Agfa Gaevert N.V. (1993): Optionen für die Druckvorstufe. Agfa Gaevert N.V., Mortsel.

[2] Bundesverband Druck und Medien (2013): Die deutsche Druckindustrie im Überblick. http://www.bvdm-online.de/zahlen/. Abgerufen am 20.08.2013.

[3] Fischer, D (2008): Unternehmensübergreifende Integration von Informationssystemen. Bestimmung des Integrationsgrades auf elektronischen Marktplätzen. Gabler, Wiesbaden.

[4] Fischer, D; Nirsberger, I; Stelzer, D (2006): Ein Modell zur Bestimmung des Grades der unternehmensübergreifenden Integration von Informationssystemen. In: Schelp, J; Winter, R; Frank, U; Rieger, B; Turowski, K (Hrsg), Integration, Informationslogistik und Architektur. Lecture Notes in Informatics (LNI) – Proceedings DW 2006, 21./22. September 2006, Friedrichshafen. Ges. für Informatik, Bonn.

[5] Fischer, D; Stelzer, D (2007): Ilmenauer Integrationsmodell für Informationssysteme: ein Modell zur Bestimmung des Grades der unternehmensübergreifenden Integration von Informationssystemen. Ilmenauer Beiträge zur Wirtschaftsinformatik Nr. 2007-01. Ilmenau.

[6] Kother, O; König, A (2006): Supply Chain Management in der Druckindustrie. In: Görlitz, G; Wortmann, S (Hrsg), Forschungsassistenz III der Technischen Fachhochschule Berlin. Forschungsbericht. Berlin.

[7] Lorscheid-Trostmann, K (2003): Entwicklung eines informationslogistischen Strukturkonzepts zur globalen Produktionsdatenintegration in der Branche Druck. http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-1099/de0301.pdf. Abgerufen am 26.08.2013.

[8] Sächsisches Institut für die Druckindustrie, Verband Druck und Medien Mitteldeutschland (2011): Der digitale Workflow in der Druckproduktion. http://www.druckportal-sachsen.de/wf_grundlagen.php. Abgerufen am 25.8.2013.

[9] Schubert, P; Legner, C (2011): B2B integration in global supply chains: An identification of technical integration scenarios. Journal of Strategic Information Systems, 20(3): 250–267.

[10] Wegehaupt, P (2004): Führung von Produktionsnetzwerken. http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2004/953/pdf/Wegehaupt_Patrick.pdf. Abgerufen am 26.08.2013.

[11] Winter, R (2006): Ein Modell zur Visualisierung der Anwendungslandschaft als Grundlage der Informationssystem-Architekturplanung. In: Schelp, J; Winter, R (Hrsg), Integrationsmanagement – Planung, Bewertung und Steuerung von Applikationslandschaften. Springer, Berlin.

Teilkonferenz: e-Commerce und e-Business

Die Fachgruppe 5.5 Electronic Commerce (WI-EC) der Gesellschaft für Informatik veranstaltet im Rahmen der MKWI 2014 den Track e-Commerce und e-Business. Die Themen dieses Tracks zielen auf die Unterstützung des elektronischen Geschäftsverkehrs und die Durchführung von Transaktionen über globale Netze über unterschiedliche Endgeräte in einem weltweit wachsenden Markt ab. Beiträge können ökonomische, technische, rechtliche und benutzerorientierte Aspekte des e-Commerce und e-Business beleuchten. Dabei können sie sowohl methodische Grundlagen, technische Lösungen, analytische empirische Evaluierungen als auch konkrete Fallstudien vorstellen.

Die Teilkonferenz e-Commerce und e-Business umfasst neun Beiträge, die aus 17 Einreichungen ausgewählt wurden. Eingereicht und angenommen wurden empirische und gestaltungsorientierte Forschungsbeiträge zu Online Plattformen im e-Commerce und e-Business, IT-Sicherheit, Geschäftsmodellen, Nutzung von QR-Codes, Suchmaschinenoptimierung und Analysen von Wertschöpfungsketten.

Dezember 2013

Katarina Stanoevska-Slabeva, Christian Huemer, Ulrike Lechner, Andreas Reiser, Mareike Schoop

(Teilkonferenzleitung)

Ergebnisse einer experimentellen Studie zur Wirkung von Rabatt-Angeboten auf das Konsumentenverhalten von E-Mail-Newsletter-Empfängern eines Online-Cashback-Anbieters

Roland Fassauer
Andasa GmbH

Andrej Werner
Universität Leipzig

Abstract

Im Rahmen von Online-Feldexperimenten mit über 125.000 Teilnehmern wurde das Verhalten von Newsletter-Empfängern eines Online-Cashback-Systems auf Unterschiede hinsichtlich der Reaktion auf absolute und relative Rabatte untersucht. Dazu wurden verschiedene Varianten des Newsletters mehrfach an die Empfänger versandt und Unterschiede im Nutzerverhalten durch A/B Tests ermittelt. Es kann gezeigt werden, dass Newsletter mit absoluten Rabatten zu signifikant mehr Bestellungen führten als mit wertidentischen relativen Rabattangeboten, sofern eine Klick-Aufforderung enthalten war. Bei Öffnungs- und Klickzahlen konnten keine signifikanten Unterschiede gemessen werden.

1 Einführung

Während in der E-Commerce-Praxis der Umgang mit großen Nutzermengen (z.B. Website-Besuchern, Kunden, E-Mail-Verteilern) nicht ungewöhnlich ist, sind in der entsprechenden Literatur ([23], S. 234f) Feldexperimente mit vergleichbar großen Gruppen an Versuchspersonen selten.

Im Rahmen eines geförderten Forschungsprojekts wurden durch die Universität Leipzig in Zusammenarbeit mit der Andasa GmbH (Betreiberin des gleichnamigen Online-Cashback-Systems unter http://www.andasa.de), welcher die Nutzerbasis zur Verfügung stellte, Feldexperimente zur Untersuchung des Nutzerverhaltens im E-Commerce durchgeführt. Dazu wurde ein Softwaresystem entwickelt (vgl. [20]), das die Erfassung von Daten zum Nutzerverhalten (bis hin zu konkreten Bestellungen in Online-Shops) in Reaktion auf experimentelle Stimuli in Form unterschiedlicher Rabatt-Angebote in Newslettern erlaubt.

In der Literatur wird die Verwendung von Daten zum Shop-übergreifenden Nutzerverhalten als wünschenswert, z.B. für die Erzeugung von besseren Kaufempfehlungen angesehen ([48], S. 165). Dies ist für gewöhnlich aufgrund der Wettbewerbssituation zwischen einzelnen Online-Shops ausgeschlossen. Bei den hier durchgeführten Experimenten ist hingegen die Beobachtung Shop-übergreifenden Nutzerverhaltens einschließlich des Kaufs möglich. Die Basis dafür sind die durch die Andasa GmbH erfassten Transaktionsdaten.

1.1 Kundenverhalten bei Rabatt-Angeboten

Das Kundenverhalten bezüglich (Rabatt-)Angeboten wird in der Literatur mit der Prospect Theorie ([27]) (auch: Neue Erwartungstheorie) erklärt. Danach entscheiden Menschen zwischen zwei Alternativen, indem sie künftige Gewinne oder Verluste gegenüber einem Referenzzustand, und nicht gegenüber dem zu erwartenden Endergebnis, bewerten. In diesem Sinn entscheiden Menschen sich bei Angeboten eher für sichere Gewinne und vermeiden oder reduzieren Verluste [17].

In ([28], S.311ff; [18]; [22], S.458ff; [13], S.158ff; [52]; [37], S. 21f) werden unterschiedliche Wirkungen der Preis- bzw. Rabatt-Präsentation auf das Kundenverhalten beschrieben. Die Studien zeigen z.B., dass für hochpreisige Produkte absolute Werte attraktiver sind, während für Produkte mit niedrigem Preis prozentuale Angaben mehr Reaktionen hervorrufen. Für mittlere Preisniveaus fehlen Angaben. Wenig überraschend erscheinen Rabatte attraktiver, je größer der angebotene Geld- oder Prozentwert ist.

Die diesen Ergebnissen zugrunde liegenden Untersuchungen wurden jedoch überwiegend mit einer geringen Zahl (meist deutlich weniger als 500) Versuchspersonen in Form von Befragungen durchgeführt und beziehen keine realen Nutzertransaktionen ein. Daraus ergeben sich (bei hoher interner Validität) Einschränkungen bei der externen Validität der ermittelten Resultate.

Die vorliegende Untersuchung unterscheidet sich in dieser Hinsicht wesentlich durch die große Grundgesamtheit von 125.000 Versuchspersonen aus der Nutzerbasis der Andasa GmbH und die Form der Durchführung als Feldexperiment unter Erfassung echter Transaktionsdaten.

1.2 Online-Feldexperimente

Feldexperimente sind eine Erkenntnismethode der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik ([39], S.5). Zur weiteren Charakterisierung von Experimenten vgl. z.B. [6]; S.156f, [34], S. 161.

Bei einem Web-, Internet- oder Online-Experiment (oft synonym gebraucht, [24], S. 209) erfolgt die Aufzeichnung der Handlungen von Versuchspersonen über das Internet (vgl. [45], S. 283f; [56], S.172; in [21], S.153). Web-Experimente haben im Vergleich zu anderen Methoden den Vorteil, dass man mit ihnen kausale Beeinflussung und nicht nur korrelativen Zusammenhang prüfen kann ([46], S.74 bei [24], S.209).

Ein Online-Feldexperiment ist ein Online-Experiment, bei dem das natürliche Verhalten von Versuchspersonen in Reaktion auf experimentell variierte Stimuli in ihrer normalen Umgebung beobachtet wird (oft, ohne dass sie sich bewusst sind, an einem Experiment teilzunehmen). Häufig steht bei Web-Experimenten das natürliche Verhalten in Online-Umgebungen im Mittelpunkt, das den zu testenden Hypothesen entsprechend Manipulationen unterworfen wird (vgl. [53]; [57], S.4f). Online-Feldexperimente sind relativ aufwändig und werden daher selten durchgeführt ([23], S. 234f).

Die Durchführung der Experimente auf der aktiven Webseite der Andasa GmbH in der vorliegenden Untersuchung bietet eine Reihe von Vorteilen. Insbesondere ist die externe Validität hoch, da die Stichprobe direkt aus den tatsächlichen Nutzern des Web-Angebotes stammte und diesen die experimentelle Manipulation nicht bekannt war. Die Untersuchungen fanden nicht in kontrollierten Laborumgebungen statt, in denen sich die Versuchspersonen in praktische Situationen hineinversetzen sollten, sondern es wurde das tatsächliche Verhalten in realen Situationen unter willkürlich variierten Bedingungen erfasst ([23], S.245).

Bei vielen in Web-Experimenten erfolgt die Erfassung des Verhaltens von Versuchspersonen durch Befragungsverfahren (Erfassung potenziellen Verhaltens). Dies stellt Prinzip-bedingt eine verzerrte Methode zur Erfassung von tatsächlichem Verhalten dar, da derartige Selbstberichte z.B. durch vielfältige Einflussfaktoren unwillkürlich (z.B. Antworttendenzen) oder willkürlich (z.B. Lügen) verfälscht werden können ([23], S.244f). Problematisch für die Repräsentativität ist auch die (i.d.R. auf freiwilliger Teilnahme basierende) Zusammensetzung der (häufig kleinen) Teilnehmergruppen (z.B. non-response bias) (vgl. [24], S. 211f).

Im Gegensatz dazu wurde in der vorliegenden Untersuchung das natürliche Verhalten sehr vieler Testpersonen mit Maßnahmen des Online-Marketing-Controllings (vgl. z.B. [9], S.3) non-reaktiv erfasst und so die genannten Nachteile vermieden. Dieser Methodik bedient sich z.B. die Usability- und Marktforschung, vgl. z.B. [25], S.226ff, [58] bei [23], S.245.

1.3 Cashback-Programme

Ein Cashback-Programm (oder Cashback-System, Rückvergütungsprogramm) ist ein Bonusprogramm, bei dem angemeldete Nutzer eine Rückvergütung für ihre Einkäufe bei der/den teilnehmenden Anbietern in Form von Bargeld, mit dem Ziel der Bindung an den Anbieter, erhalten. Cashback ist eine Form des Rabatts ([36], S.6; [31], S. 46).

Cashback- (oder Bonus-) Systeme verfügen geschäftsmodellbedingt über Daten zum Konsumentenverhalten ihrer Nutzer: Um ihnen umsatzabhängige Boni oder Barausschüttungen zukommen lassen zu können, müssen ihnen die Nutzer und deren Aktionen/Transaktionen bekannt sein. Es handelt sich um personenbezogene Daten. Ihre Verarbeitung unterliegt den Regelungen des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und des Telemedien-Gesetzes (TMG) (vgl. [33], S.307ff; [14]; [15], S.759).

Die Andasa GmbH betreibt ein solches Cashback-System in Deutschland. Durch über 3000 teilnehmende Online-Shops verfügt er über umfangreiche Daten zum Konsumentenverhalten seiner

Nutzer in diesen, z.B. gewählter Shop, Klick-Zeitpunkt, Kaufzeitpunkt und Umsatz. Damit befinden sich Shop-übergreifende Nutzerverhaltensdaten einschließlich Bestellungen an einem zentralen Punkt.

1.4 Newsletter als Form des E-Mail-Marketings

Bei Newslettern handelt es sich um regelmäßig, oft in periodischen Abständen (täglich, wöchentlich, monatlich,…) versandte E-Mails ([30], S.51), deren Empfänger sich selbst explizit dafür angemeldet haben. Der Empfängerkreis wird nur durch An- bzw. Abmeldungen verändert und bleibt im Zeitverlauf relativ konstant (vgl. [7], S.460; [51], S.457). Für weiterführende Informationen zum E-Mail-Marketing vergleiche z.B. [24], S.11ff.

E-Mail-Marketing setzt die Einholung der vorhergehenden, ausdrücklichen Einwilligung zum Empfang von E-Mails durch den Empfänger über sogenannte Opt-In-Verfahren voraus - siehe § 7 II UWG ([29], S.847ff). Für weiterführende Informationen zu den rechtlichen Grundlagen vgl. [50], S.70ff; [40], S.1ff), zum Double-Opt-In (vgl. [55], S.307; [3], S.81; [54], S. 376). ([24], S. 26ff).

Der Erfolg von E-Mail-Marketing-Kampagnen wird durch Marketing-Controlling über eine Reihe von technischen Kennzahlen gemessen, z.B. wird das Versandvolumen durch die Größe des Verteilers bestimmt, die Öffnungsrate beschreibt den Anteil der vom Empfänger tatsächlich geöffneten E-Mails und die Klick-Rate (click-through-rate) erfasst den Anteil der Empfänger, welche bestimmte Links innerhalb einer E-Mail angeklickt haben (vgl. [26], S. 82; [3]; S. 189; [10]; S.264; [8], S.34). Ein Schlüsselfaktor bei der Analyse von E-Mail-Kampagnen ist die Konvertierungsrate (auch Konversionsrate oder conversion rate) ([54], S.378). Diese beschreibt den Anteil der Empfänger, der ein festgelegtes Zielkriterium durch eine bestimmte Aktivität erreicht (z.B. ein Kauf, eine Registrierung, das Ausfüllen eines Formulars oder das Herunterladen einer Datei) (vgl. [26], S.83; [2], S.17; [47], S.95). Weiterführende Informationen z.B. zur Messung der Metriken und zum Aufbau von E-Mails finden sich z.B. bei [24], S.36; [4], S.81; [49], S.81f. ([24], S. 34ff).

2 Experimentaldesign

Die Zielgruppe umfasste immer die gleichen ca. 126.000 Empfänger des von der Andasa GmbH verschickten Newsletters (Lerneffekte können demzufolge auftreten). Änderungen erfolgten nur durch Abmeldungen und Neuanmeldungen. Die Empfänger hatten in der Vergangenheit bereits mehrere relative und absolute Cashback-Angebote erhalten, wobei die konkrete Anzahl vom Anmeldezeitpunkt abhängt. Die zuvor versandten Newsletter variierten in Design und Inhalt, insbesondere auch bezüglich Handlungsaufforderung (vorh./nicht vorh.), Rabatthöhe und Rabattart, sodass diesbezüglich keine Erwartungshaltung bei den Empfängern aufgebaut worden ist. Der Versandtag variierte zuvor über alle Wochentage außer Sonntag, und die Häufigkeit des Versands zwischen ein- und dreimal pro Woche.

Die Online-Feldexperimente wurden in Form von A/B-Tests durchgeführt. Diese Vorgehensweise ist ein Standard-Verfahren in der Online-Marketing-Praxis ([16], S.2ff; [42], S.101; [38], S. 9; [59], S.228f; [11]). A/B-Tests (auch Split-Test oder Split-Run-Test, [5], S.309) beschreiben allgemein eine Methode, mit der die Response zweier unterschiedlicher Stimuli auf statistisch gleiche Gruppen gemessen werden. In der einfachsten Form werden dabei die Mittelwerte zweier Messungen miteinander verglichen. Für den Test werden zwei Varianten des zu testenden Elements (E-Mail, Website, Banner, Landing Page) erzeugt, die sich nur in einer einzigen Variable unterscheiden (z.B. Größe, Farbe, Bild, Text, Preis, Rabatt, Layout, …). Diese werden dann simultan und zufällig an zwei

Gruppen von Empfängern versandt (Randomisierung). Der Erfolg einer Variante wird anhand eines vordefinierten Erfolgsmaßes, z.B. Click-Through-Rate, Öffnungsrate, Konversionsrate, bestimmt ([37], S.26). In der Grundform ist ein A/B Test univariant.

Die statistische Auswertung erfolgt entsprechend der Literatur zu A/B Tests (vgl. z.B. [1], S. 216) mittels t-Test oder Chi-Quadrat-Anpassungstest. Dies setzt eine t-Verteilung (oder Normalverteilung für n>30) und Varianzhomogenität der Stichprobenvariablen voraus. Dann entspricht der A/B-Test einer Varianzanalyse für zwei Stichproben (auch: ANOVA). t-Test und Chi-Quadrat-Anpassungstest sind bei großen Stichproben (wie im vorliegenden Fall) robust gegenüber Verletzungen der Voraussetzungen. ([43], S. 59, [35], S. 350)

3 Experimente

Im Zeitraum vom 4. bis 22. Mai 2012 wurden ein- bis zweimal wöchentlich an variierenden Wochentagen insgesamt sechs Newsletter (siehe Tabelle 1) in ähnlichem Design (siehe Abbildung 1) und mit gleichem Absender („Andasa Breaking News“) an die Andasa Nutzer versandt, welche sich durch einen „double opt-in“ Prozess dafür angemeldet hatten. Es handelte sich um einen HTML-Newsletter. Die unterschiedlichen Betreffzeilen wurden von Andasa vorgegeben, um Unterschiede in der Nutzerreaktion zu ermitteln. Jeder Newsletter wurde gleichzeitig in zwei Varianten A und B an bei jedem Versand erneut zufällig (gleichverteilt) ausgewählte Usergruppen verschickt (siehe Tabelle 2). In der Variante A wurde ein absoluter Cashback-Betrag angeboten und in der Variante B ein prozentualer Betrag, welche jeweils vom Andasa Marketing vorgegeben wurden. Ebenfalls wurde die jeweils beworbene Kategorie von Andasa vorgegeben. Zusätzlich wurde auf Anregung des Marketings von Andasa wurde ab 11.5. ein Klick-Button hinzugefügt mit dem Ziel, die Klickrate zu erhöhen.

Abbildung 1: Newsletter-Varianten Cashback-Wert.

Datum	4.5.2012	9.5.2012	11.5.2012	15.5.2012	18.5.2012	22.5.2012
Betreff	Take5! - Auch beim Kauf von ...	Take5! - Lesen Hören Sehen	Spannung, Spiel und	?**	Manchmal muss man einfach weg	Lieber reich und gesund als arm und krank!
Kategorien	Geschenke und Blumen	Bücher, CDs und DVDs	Spielzeug, Sport und Kindermode	Fernseher, Wasch-maschine, Töpfe, Teppiche	Hotels, Flüge, Urlaubsreisen	Gesundheit und Pflege
Button*	-	-	x	x	x	x
Versand-volumen	125.751	126.089	126.191	126.426	126.568	126.799

Tabelle 1: Eigenschaften der Newsletter.

* Grafisches Element in Form eines roten Knopfes mit der Aufschrift „Hier Klicken >>“

** Es befand sich nur ein Fragezeichen im Betreff

Nach Abschluss des Versands wurden signifikante Unterschiede im Kundenverhalten zwischen beiden Varianten durch Erfassung der genannten Metriken gesucht. Der bei der Auswertung betrachtete Zeitraum umfasste drei Tage, um Überschneidungen mit anderen Marketing-Maßnahmen zu minimieren. Der angegebene Absolutbetrag des Cashbacks orientierte sich dabei am mittleren Warenkorb der beworbenen Shops und Zielvorgaben aus dem Marketing von Andasa. Als Grundlage für die Berechnung der Klick- und Konversionsraten fanden alle Klicks bzw. Transaktionen der Nutzer in allen Andasa-Partnershops Verwendung, nicht nur solche in den konkret beworbenen. Damit wurden Shop-übergreifende Effekte sowie indirekte Effekte des Newsletters auf das Nutzerverhalten mit erfasst.

Datum	4.5.2012		9.5.2012		11.5.2012		15.5.2012		18.5.2012		22.5.2012	
Variante	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Rabatt [€ / %]	55,5€	5%	3,65€	5%	10,75€	5%	12,20€	5%	72,50€	5%	4,40€	5%
Versand-Volumen	62892	62859	62848	63241	62953	63238	63244	63182	63120	63448	63675	63124

Tabelle 2: Eigenschaften der Varianten.

3.1 Öffnungsrate Prozente gegen Euro

Zuerst wurden die Öffnungsraten (siehe Tabelle 3) miteinander verglichen. Mit der Hypothese, dass die Art des Cashbacks keinen Einfluss auf die Öffnung des Newsletters hat, ergeben sich die Erwartungswerte für die einzelnen Daten.

Datum	Newsletter-Variante		Erwartungswert
	A	B	
4. Mai 2012	8,24 %	8,37 %	8,305 %
9. Mai 2012	7,11 %	7,15 %	7,13 %
11. Mai 2012	7,11 %	7,00 %	7,055 %
15. Mai 2012	10,71 %	10,72 %	10,715 %
18. Mai 2012	7,98 %	7,76 %	7,87 %
22. Mai 2012	9,84 %	9,74 %	9,19 %

Tabelle 3: Öffnungsraten und Erwartungswerte der Newsletter-Varianten 4.-22. Mai 2012.

Für die Prüfgröße errechnet sich ein Wert von 0,083957. Da dieser Wert kleiner ist als der entsprechende Wert der Chi-Quadrat-Verteilung von 3,84, kann die Hypothese nicht abgelehnt werden. Das bedeutet, dass die Darstellung des Rabatts als prozentualer oder absoluter Cashback-Wert keinen Einfluss auf das Öffnen der Newsletter hat. Dieses Ergebnis bestätigt die Erwartung, da grundsätzlich die Art des Cashbacks erst nach dem Öffnen der E-Mail zu erkennen war. Die Verwendung des t-Tests führt zum gleichen Ergebnis.

3.2 Klickrate Prozente gegen Euro

In dieser Auswertung des Experiments wird untersucht, ob die Art des Cashbacks einen signifikanten Unterschied in der Klickrate bewirkt hat. Als Grundgesamtheit wird nur die jeweils geöffnete Menge der Newsletter betrachtet (siehe Tabelle 4).

Datum	Öffnungsrate		Gesamt geöffnet		Klicks		Normierte Klicks	
	A	B	A	B	A	B	A	B
4. Mai 2012	8,24 %	8,37 %	5182	5261	351	398	363,50	404,13
9. Mai 2012	7,11 %	7,15 %	4468	4521	281	299	337,51	353,29
11. Mai 2012	7,11 %	7,00 %	4475	4426	328	299	393,34	360,88
15. Mai 2012	10,71 %	10,72 %	6773	6773	488	456	386,66	359,66
18. Mai 2012	7,98 %	7,76 %	5036	4923	314	262	334,61	284,30
22. Mai 2012	9,84 %	9,74 %	6265	6148	352	342	301,52	297,16

Tabelle 4: Öffnungsraten, Öffnungen und Klicks.

Eine Normierung der Klicks ist in diesem Fall notwendig, um den Umstand der unterschiedlichen Größen der Grundgesamtheiten zu berücksichtigen.

Der Mittelwert der Messreihen berechnet sich nach

$$\overline{X} = \sum \frac{\text{Klicks}_i}{n_i} * \sum_j \frac{n_j}{j} \quad (1)$$

Damit ergibt sich für die Variante A des Newsletters ein Mittelwert von $\overline{X} = 352{,}856$ mit einer Standardabweichung von 31,88. Analog berechnet sich der Wert $\overline{Y} =$ 343,24 mit einer Standardabweichung von 40,80 für die Variante B.

Es ergibt sich für die t-Statistik ein Wert von $t = 0{,}415$. Bei 5% Unsicherheit ergibt sich t(0,975; 10) = 2,228. Dem Ergebnis nach kann kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

3.3 Konversionsrate Prozente gegen Euro

In dieser Auswertung des Experiments wird untersucht, ob es die Cashback-Art einen signifikanten Unterschied in der Konversionsrate bewirkt hat. Die folgende Tabelle 5 gibt einen Überblick über Anzahl der Klicks und Anzahl der Bestellungen der verschiedenen Newsletter-Varianten.

Datum	Klicks		Besteller		Normierte Besteller	
	A	B	A	B	A	B
4. Mai 2012	351	398	11	17	11,04178538	14,63651591
9. Mai 2012	281	299	12	24	15,04626335	27,50501672
11. Mai 2012	328	299	23	5	24,70630081	5,73021181
15. Mai 2012	488	456	14	8	10,10792350	6,01169590
18. Mai 2012	314	262	10	4	11,22080679	5,23155216
22. Mai 2012	352	342	16	13	16,01515152	13,02534113

Tabelle 5: Klicks und Besteller.

Wie bereits zuvor muss die Anzahl der Besteller normiert werden. Als Grundgesamtheit wird die Anzahl der Klicks gewählt. Mit den normierten Werten ergibt sich als Mittelwert der Anzahl der Besteller pro Kampagne innerhalb der ersten drei Tage ab Kampagnenstart für Newsletter-Variante A ein Wert von $\overline{X} = 14{,}68$ und für Variante B ein Wert von $\overline{Y} = 12{,}02$. Der Mittelwert $\overline{X}$ ist mit einer Standardabweichung von 4,98 Bestellern behaftet und der Mittelwert $\overline{Y}$ mit 7,85 Bestellern. Für die Prüfgröße der t-Statistik ergibt sich in dem Fall t= 0,7. Für 5 Prozent Unsicherheit ergibt sich in der t-Verteilung

$$t\left(1-\frac{0{,}05}{2}; 6+6-2\right) = t(0{,}975; 10) = 2{,}228 \qquad (2)$$

Im Ergebnis folgt, dass auch in diesem Fall die Nullhypothese nicht abgelehnt werden kann.

Betracht man nur die Newsletter, die einen Klick-Button enthielten (11. Mai bis 22. Mai 2012), ergibt sich ein anderes Bild:

Für Newsletter-Variante A ergibt sich so ein Wert von $\overline{X} = 16{,}31$ und für Variante B ein Wert von $\overline{Y} = 7{,}44$. Der Mittelwert $\overline{X}$ ist mit einer Standardabweichung von 6,05 Bestellern behaftet und der Mittelwert $\overline{Y}$ mit 3,18 Bestellern. Für die Prüfgröße der t-Statistik ergibt sich in dem Fall t= 3. Für 5 Prozent Unsicherheit ergibt sich in der t-Verteilung

$$t\left(1-\frac{0{,}05}{2}; 4+4-2\right) = t(0{,}975; 6) = 2{,}447 \qquad (3)$$

Im Ergebnis wird die Alternativhypothese mit einer Unsicherheit von 5 Prozent als wahr angenommen.

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse des Experiments zeigen einen signifikanten Unterschied bei der Shop-übergreifenden Konversionsrate zwischen relativen und absoluten Rabatt-Angeboten im Newsletter, sofern dieser eine konkrete Klick-Aufforderung enthält. Newsletter mit absolut ausgewiesenen Cashback-Werten zwischen 3,65€ und 72,50€ haben dann bei gleicher tatsächlicher Rabatt-Höhe besser konvertiert als Newsletter mit der relativen Angabe 5%, obwohl es keine signifikanten Unterschiede bei Öffnungs- und Klickraten gab. Diese Erkenntnis belegt die Bedeutung der Transaktionsdaten für die Analyse des Konsumentenverhaltens.

Es konnte eine Störgröße identifiziert und einbezogen werden: Der Unterschied zwischen der relativen und absoluten Darstellungsvariante ist nur dann signifikant, wenn ein klarer „call-to-action“ als Button im Newsletter enthalten war. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass konkrete Handlungsaufforderungen für die Wirksamkeit von Online-Marketing-Maßnahmen relevant sind (vgl. [3], S.160). Eine mögliche Ursache dafür könnte sein, dass absolute Werte bei den Nutzern Erwartungen wie beim Einlösen von Gutscheinen (Coupons) (vgl. [41], S. 29f) auslösen und dadurch ihr Verhalten beeinflusst wird.

Für die Newsletter-Marketing-Praxis lässt sich daraus schlussfolgern, dass, sofern die Möglichkeit dazu besteht, die Verwendung absoluter Rabattangaben vorzuziehen ist, da bei gleicher tatsächlicher Rabatthöhe und damit gleichen Marketing-Kosten voraussichtlich mehr Bestellungen ausgelöst werden. Außerdem sollte stets eine eindeutige Handlungsaufforderung im Newsletter enthalten sein.

Aus wissenschaftlicher Sicht wird ein Beitrag zur externen Validierung bisheriger Studienergebnisse (vgl. z.B. [28], [18], [22]) zu unterschiedlichen Rabattdarstellungen geleistet. Die vorliegende Studie zeigt die beschriebenen Effekte erstmals mit Shop-übergreifenden Verhaltensdaten in einem größeren Feldexperiment in Deutschland. Weiterhin wird gezeigt, dass ein Online-Cashback-Programm eine geeignete Datenquelle für derartige Daten sein kann, und dass die entwickelte Umgebung (vgl. [20]) für Feld-experimente zum Konsumentenverhalten mit non-reaktiver Datenerhebung von zahlreichen Teilnehmern geeignet ist. Die Autoren bieten der wissenschaftlichen Gemeinschaft an, diese Plattform für weitere, eigene Untersuchungen einzusetzen.

Der Shop-übergreifende Charakter des erfassten Konsumentenverhaltens lässt die Untersuchung weiterer Fragestellungen zu: So könnte z.B. ein Vergleich der Wirkung auf konkret beworbene Shops bzw. Shop-Kategorien mit der Wirkung auf nicht beworbene Shops oder Shop-Kategorien Hinweise zu spill-over Effekten im Online-Marketing (vgl. [44]; [12], S.491) liefern.

Ausblickend können weitere Experimente zunächst den Einfluss unterschiedlicher Rabatthöhen auf das gezeigte Verhalten untersuchen, um diesbezüglich weitere Erkenntnisse für konkrete E-Mail-Marketing-Kampagnen in der E-Commerce-Praxis zu liefern. Weitere Fragestellungen ergeben sich aus der festgestellten großen Bedeutung der Handlungsaufforderung. So bietet es sich an, verschiedene grafische/textuelle „call-to-action“- Varianten auf Unterschiede in ihrer Wirkung auf die Konversion-Rate hin zu untersuchen. Darüber hinaus können Fragen wie z.B. „Wie ist das Verhalten wenn der absolute Rabatt nicht dem relativen Rabatt entspricht?“ untersucht werden.

Einschränkend ist festzustellen, dass die erzielten Ergebnisse für die Grundgesamtheit der Andasa E-Mail-Empfänger repräsentativ sind, nicht für alle Internet-Nutzer. Zu den Eigenschaften der Andasa-Nutzergruppe vgl. [19]. Insgesamt wirken erhebliche Störgrößen (z.B. Wetter, Saison, Marketing-Aktionen Dritter,…) auf das Konsumentenverhalten ein. Eine Wiederholung der Tests zur Bestätigung der Ergebnisse, z.B. zu anderen Jahreszeiten, erscheint deshalb sinnvoll.

5 Literatur

[1] Albert, W., Tullis, T. (2013). *Measuring the User Experience. Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics.* Second Ed. Waltham, MA, USA: Morgan Kaufmann.

[2] Aschoff, M. (2005). *Professionelles Direkt- und Dialogmarketing per E-Mail* (2 Ausg.). München, Wien: Carl Hanser Verlag.

[3] Baggott, C. (2007). *Email marketing by the numbers - how to use the worlds greatest marketing tool to take any organization to the next level.* New Jersey: Wiley & Sons.

[4] Beck, K. (2006). *Computervermittelte Kommunikation im Internet.* München: Oldenbourg.

[5] Bell, G. H., Ledolter, J., & Swersey, A. J. (2006). Experimental design on the front lines of marketing: Testing new ideas to increase direct mail sales. *Intern. J. of Research in Marketing, 23*, S. 309-319.

[6] Berekoven, L., Eckert, W., & Ellenrieder. (2006). *Marktforschung: Methodische Grundlagen und praktische Anwendung* (11 Ausg.). Gabler.

[7] Bruhn, M. (2009). *Kommunikationspolitik: Systematischer Einsatz der Kommunikation für Unternehmen* (5 Ausg.). München: Vahlen.

[8] Büttner, K. (2007). *E-Mail- und Newslettermarketing.* Düsseldorf: Data Becker.

[9] Buxel, H. (2002). *Customer Profiling im Internet: den Kunden im Visier.* Abgerufen am 12. 9 2011 von absatzwirtschaft.de: http://www.absatzwirtschaft.de/pdf/sf/Buxel.pdf

[10] Charlesworth, A. (2009). *Internet Marketing: a Practical Approach.* Oxford: Butterworth-Heinemann.

[11] Chopra, P. (24. 6 2010). The Ultimate Guide To A/B Testing. Abgerufen am 8. 4 2013 von Smashing Magazine: http://www.smashingmagazine.com/2010/06/24/the-ultimate-guide-to-a-b-testing/

[12] Dacko, S. (2007). *The Advanced Disctionary of Marketing: Putting Theory to Use.* Oxford: Oxford University Press.

[13] DelVecchio, D., Krishnan, H. S., & Smith, D. C. (2007). Cents or Percent? The Effects of Promotion Framing on Price Expectations and Choice. *American Marketing Association, 71*, S. 158-170.

[14] Der Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (Hrsg.). (11. 06 2010). *Bundesdatenschutzgesetz*. Abgerufen am 16. 09 2011 von bfdi.bund.de: http://www.bfdi.bund.de/SharedDocs/Publikationen/GesetzeVerordnungen/BDSG.html?nn=408916

[15] Eckhardt, J. (2007). Datenschutz. Was ist beim Online-Marketing zu beachten? In T. Schwarz, *Leitfaden Online Marketing* (S. 755-770). Waghäusel: marketing-Börse.

[16] Eisenberg, B., & von Tivadar, J. Q. (2008). *Always Be Testing: The Complete Guide to Google Website Optimizer*. Wliey.

[17] Erlei, M. (2013). *Stichwort: Prospect-Theorie*. (Gabler Verlag (Hrsg.)) Abgerufen am 8. 4 2013 von Gabler Wirtschaftslexikon: http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/5587/prospect-theorie-v6.html

[18] Estelami, H. (2003). The Effect of Price Presentation Tactics on Consumer Evaluation Effort of Multi-Dimensional Prices. *Journsal of Marketing Theory and Practice, 11*(2), S. 1-16.

[19] Fassauer, R., & Luhdo, T. (2012). Analysis of Online Cashback System Data – First Insights. In A. Werner, & B. Franczyk (Hrsg.), *Proceedings of the 2. Workshop on Recommendations for Consumers in multi-entity Environments*, (S. 3-19). Leipzig.

[20] Fassauer, R., & Werner, A. (2014). Architecture, Implementation and Evaluation of a Software System for Field Experiments on the Impact of Relative and Absolute Rebates on Consumer Behavior. *International Conference on Innovation in Economics and Business - ICIEB 2014*. Barcelona. Angenommen, noch nicht erschienen.

[21] Fritz, W. (2006). *Internet-Marketing und Electronic Commerce: Grundlagen - Rahmenbedingungen - Instrumente ; mit Praxisbeispielen.* Gabler.

[22] Gendall, P., Hoek, J., Pope, T., & Young, K. (2006). Message framing effects on price discounting. *Journal of Product & Brand Management, 15*(7), S. 458-465.

[23] Gnambs, T., & Strassnig, B. (2007). Experimentelle Online-Untersuchungen. In M. O. Welker, *Online Forschung 2007 - Grundlagen und Fallstudien* (S. 233-250). Köln: Halem.

[24] Hampel, S. (2011). *Werbewirksames E-Mail Marketing.* Berlin: Logos.

[25] Hofacker, C. F., & Murphy, J. (2005). Using Server Log Files and Online Experiments to Enhance Internet Marketing. In S. Kishnamurthy, *Contemporary Research in e-Marketing* (S. 226-249). Hershey: Idea Group.

[26] Holland, H. (2009). *Direktmarketing, Im Dialog mit dem Kunden* (3 Ausg.). München: Vahlen.

[27] Kahnemann, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica, 47*(2), S. 263-292.

[28] Kim, H., & Kramer, T. (2006). "Pay 80%" Versus "Get 20% off": The Effect of Novel Discount Presentation on Consumers Deal Perceptions. *Marketing Letters, 17*(4), S. 311-321.

[29] Köhler, H., Bornkamm, J., & Hefermehl, W. (2008). *Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb, Kommentar* (26 Ausg.). München: Beck.

[30] Lammenett, E. (2007). *Praxiswissen Online Marketing: Affiliate- und E-Mail-Marketing, Keyword-Advertising, Online-Werbung, Suchmaschinen-Optimierung.* Wiesbaden.

[31] Lauer, T. (2004). *Bonusprogramme: Rabattsysteme für Kunden erfolgreich gestalten.* Heidelberg: Springer.

[32] Lewis, R., Rao, J., & Reiley, D. (2011). Here, There, and Everywhere: Correlated Online Behaviors Can Lead to Overestimates of the Effects of Advertising. *Proceedings of the 20th international conference on World wide web* (S. 157-166). New York: ACM.

[33] Link, J., & Gary, A. (13. 11 2008). Grundlagen und rechtliche Aspekte von Kundendatenbanken. In T. Schwarz, *Leitfaden Dialogmarketing* (S. 307-320). marketing-BÖRSE GmbH. Abgerufen am 12. 5 2011 von http://www.marketing-boerse.de/Fachartikel/details/Grundlagen-und-rechtliche-Aspekte-von-Kundendatenbanken/14366

[34] Meffert, H., Burmann, C., & Kirchgeorg, M. (2008). *Marketing - Grundlagen marketingorientierter Unternehmensführung. Konzepte - Instrumente - Praxisbeispiele.* Wiesbaden: GWV Fachverlage GmbH.

[35] Monahan, John, F. (2011). *Numerical Methods of Statistics*. Second Edition. Cambridge: Cambridge *University* Press

[36] Musiol, G., & Kühling, C. (2009). Bonusprogramme als Kundenbindungsmaβnahme. In *Kundenbindung durch Bonusprogramme* (S. 5-27). Springer.

[37] Nicola, M., & Simona, V. (2012). *The optimization of transactional emails in a marketing perspective. Master thesis.* Abgerufen am 4. 3 2013 von Uppsala Universitet: http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-179794

[38] Ogilvy, D. (1983). *Olgilvy on Advertising.* New York: Crown Publishing.

[39] Österle, H., Winter, R., & Brenner, W. (2010). *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz.* St. Gallen: infowerk ag.

[40] Peters, T. (2006). *Die Entwicklung der EMail-Werbung unter besonderer Berücksichtigung der UWG-Reform.* Berlin: wvb, Wiss. Verlag.

[41] Ploss, D.; Berger, A. (2002). *Intelligentes Couponing. Planung, Umsetzung, Erfolgskontrolle.* Galileo Press.

[42] Rapp, S., & Collins, T. L. (1990). *The great marketing turnaround: The age of the individual, and how to profit from it.* Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall.

[43] Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., Naumann, E. (2010). Q*uantitative Methoden. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialarbeiter.* Band 1, 3. Auflage. Springer.

[44] Reed, L. M. (1997). *Spillover: a brand's average promotional effect on store sales across other product categories.* UCLA.

[45] Reips, U.-D. (1999). Theorie und Techniken des Web-Experimentierens. In B. Batinic, A. Werrner, L. Gräf, & W. Bandila, *Online Research. Methoden, Anwendungen und Ergebnisse.* (S. 277-295). Göttingen u.a.

[46] Reips, U.-D. (2003). Web-Experimente - Eckpfeiler der Online-Forschung. In A. Theobald, M. Dreyer, & T. Starsetzki, *Online Marktforschung* (S. 73-89). Wiesbaden.

[47] Safko, L., & Brake, D. K. (2009). *The Social Media Bible: Tactics, Tools & Strategies for Business Success.* New Jersey: Wiley.

[48] Schafer, B. J., Konstan, J., & Riedl, J. (1999). Recommender Systems in E-Commerce. *EC '99 Proceedings of the 1st ACM conference on Electronic commerce* (S. 158-166). ACM.

[49] Schmitt, H. (2007). *Erfolgreiches Newslettermarketing: Planung, Erstellung und Versand professioneller E-Mail-Newsletter.* Books on Demand.

[50] Schmittmann, J. M. (2003). *Werbung in Internet, Recht und Praxis.* München: Beck Juristischer Verlag.

[51] Schwarz, T. (2008b). Professionelle Newsletter. In T. Schwarz, *Leitfaden Online Marketing* (2 Ausg., S. 455-469). Waghäusel: marketing-Börse.

[52] Shina, I., & Smith, M. F. (2000). Consumers Preferences of Promotional Framing of Price. *Psychology & Marketing, 17*(3), S. 257-275.

[53] Shohat, M., & Musch, J. (2003). Online auctions as a research tool: a field experiment on ethic discrimination. *Swiss Journal of Sicial Psychology, 62*(2), S. 193-145.

[54] Stone, B., & Jacobs, R. (2008). *Successful Direct Marketing Methods* (8 Ausg.). New York: McGraw-Hill.

[55] Strauss, J., & Frost, R. (2009). *E-Marketing* (5 Ausg.). Upper Saddle River: Pearson.

[56] Strauss, J., El-Ansary, A., & Frost, R. (2003). *E-Marketing* (3 Ausg.). Upper Saddle River, NJ.

[57] Wagner, B. (2001). *Online Research in der Psychologischen Forschung. Teil 6: Technische Möglichkeiten und ihre Vor- und Nachteile*. Abgerufen am 3. 4 2013 von http://www.poekl-net.at/psychologie/skriptenservice/evaluation/jirasko/skriptum_teil06.pdf

[58] Weigend, A. (2005). Data Mining & e-Business. *Vortrag auf der General Online Research Conference (gor)*. Bielefeld.

[59] Woodside, A. G. (1996). *Measuring the Effectiveness of Image and Linkage Advertising: The Nitty-Gritty of Maxi-Marketing.* Westport: Quorum Books.

Agile Market Models – Design and Evaluation of efficient Structures for a mass-customizable Market Platform (Abstract Only)

Moritz Christian Weber

Goethe University Frankfurt, Chair of Business Administration esp. e-Finance, 60323 Frankfurt am Main, E-Mail: moweber@wiwi.uni-frankfurt.de

Markus Gsell

60323 Frankfurt am Main

Abstract

Heterogeneous user requirements and individual preferences challenge existing forms of electronic negotiation and market-driven coordination. Market structures will need to become more agile in order to address client needs via increased customization possibilities. Based on the design science research methodology this paper investigates efficient structures for such a mass-customizable market platform. After an appraisal of prior academic market platforms, a holistic market platform is designed along the dimension of quality (agility), speed (efficiency) and low costs (easiness to understand) and implemented as a proof-of-concept prototype. Subsequently it is successfully evaluated based on previously defined kernel theories.

Ergebnisse und Redundanz in der Diskussion um eWOM: Eine kritische Literaturauswertung

Marco Keul

Universität Kassel, SVI Lehrstuhl Internationales Direktmarketing, 34109 Kassel,
E-Mail: keul@medienpark.net

Ralf Wagner

Universität Kassel, SVI Lehrstuhl Internationales Direktmarketing, 34109 Kassel,
E-Mail: rwagner@wirtschaft.uni-kassel.de

Hans Brandt-Pook

Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Wirtschaft und Gesundheit, 33615 Bielefeld,
E-Mail: hans.brandt-pook@fh-bielefeld.de

Abstract

Electronic Word-Of-Mouth (eWOM) und Online Rezensionen (OR) werden als einer der Schlüsselfaktoren für erfolgreichen E-Commerce identifiziert. Jedoch sind die beeinflussenden Motivationsfaktoren für das Verfassen sowie das Lesen von OR bis heute gesamtheitlich nur unzureichend untersucht. Die vorliegende Literaturauswertung sammelt die bisherigen Forschungsergebnisse mit dem Ansatz, ein möglichst breites Bild der Motive für eWOM-Aktivitäten zu geben. Das Ergebnis der extensiven Literaturanalyse zeigt, dass für das Verfassen von OR vier übergeordnete Faktoren entscheidend sind. Diese sind die Persönlichkeitsfaktoren, Produkt- sowie Dienstleistungsfaktoren, Personencharakteristik sowie die Plattform- und Unternehmensfaktoren. Für das Lesen sind Faktoren wie die Minimierung des Kaufrisikos, Einsparung der Entscheidungszeit, das Treffen von besseren Kaufentscheidungen und weitere untergeordnete Faktoren verantwortlich.

1 Einführung und Motivation

In Europa verfügen mehr als 60% der Bürger über einen Zugang zum World Wide Web, in Nordamerika sogar knapp 80% der Bevölkerung[12]. Als Folge dieser fortschreitenden Verbreitung der Nutzung des Internets sind immer mehr Menschen, direkt oder indirekt, in sozialen Netzwerken aktiv. So ergab die im Jahr 2012 durchgeführte Studie von ARD/ZDF, dass 36% der deutschen Onlinenutzer mindestens wöchentlich soziale Onlinecommunitys nutzen[35]. Das Internet bringt damit eine neue Form eines globalisierten Netzwerks für den Austausch von Meinungen und Interessen hervor. Neben den bekannten sozialen Onlinecommunitys wie Facebook, Twitter oder Google Plus werden Erfahrungen und Meinungen zumeist in Form von Online Rezensionen (OR) auf unterschiedlichen Seiten wie Blogs, Foren oder Shopping-Seiten gesammelt und veröffentlicht[34]. OR sind definiert als eine Zusammenfassung von subjektiven Eindrücken, Erfahrungen und Bewertungen von Produkten oder Dienstleistungen. Diese werden meist in Form eines Punktesystems und eines obligatorischen Textes dargestellt[22]. Die Verbreitung der OR-Plattformen sowie die immer noch zunehmende Anzahl an Onlinenutzern haben zu einem substanziellen Anstieg von Mund-zu-Mund Propaganda im World Wide Web geführt, dem sogenannten electronic Word-Of-Mouth (eWOM)[4]. eWOM, auch online WOM genannt, definiert Hennig-Thurau (2004) wie folgt:

> "[…] *any positive or negative statement made by potential, actual, or former customers about a product or company, which is made available to a multitude of people and institutions via the Internet."[8]*

Da Empfehlungen von Freunden und Bekannten schon seit Langem als ein wichtiger und effektiver Kommunikationskanal gelten[13], setzen viele multinationale Konzerne sowie auch immer mehr mittlere bis kleine Unternehmen auf Word-Of-Mouth Marketing(WOMM) bzw. eWOMM, um neue Kunden zu gewinnen[23]. Konsumenten im Internet werden durch eWOM teilweise stark beeinflusst und ein Großteil der Käufer informiert sich vor einem Kauf über Erfahrungen anderer[15]. So vertrauen laut einer Studie von Nielsen (2012) zum weltweiten Verbrauchervertrauen über 70% der Befragten OR[24]. In der letzten Dekade wurde eWOM gerade wegen der Vorteile im E-Commerce steigende Aufmerksamkeit von Marketingmanagern sowie Forschern zuteil ([1], [15], [20]). Laut Lee et al. (2008) haben OR zudem positive Auswirkungen auf den Kauf außerhalb des Internets, da sich immer mehr Kaufinteressenten vor einem Kauf online informieren[17].

In dem vorliegenden Artikel beschreibt eWOM den Oberbegriff für elektronische Empfehlungen im Internet. OR dagegen bezieht sich ausschließlich auf eine spezielle Form von eWOM, dem Verfassen bzw. Lesen von Online Rezensionen auf Blogs, Foren, Shopping-Seiten und speziellen OR-Portalen. Das klassische WOM, zu dt. Mundwerbung oder Mundpropaganda, wird charakterisiert als eine interpersonelle Interaktion und Äußerung von Empfehlungen zu Produkten, Unternehmen oder Sonstigem während eines persönlichen Kontakts beispielsweise unter Freunden und Bekannten. Dabei wird zwischen positivem WOM und negativen WOM, also Lob oder Warnung unterschieden[2]. Als Plattform für eWOM werden soziale Communitys wie Facebook, Twitter sowie Portale für OR, Onlineshops, Foren und Blogs mit der Möglichkeit einer Meinungsabgabe genutzt. eWOM unterscheidet sich des Weiteren vom klassischen WOM in der Form der Äußerung. So steht bei eWOM das geschriebene Wort im Vordergrund, das dank des Internets mit vielen anderen Personen zeit- und ortsunabhängig geteilt werden kann[2]. Meistens ist dem Verfasser (Sender) der Empfehlung der Empfänger (Receiver) einer Nachricht unbekannt, darüber hinaus können beide Seiten teilweise den Vorteil der Anonymität nutzen ([32], [38]). Ausgenommen von der Anonymität sind u.a. persönliche Empfehlungen an Freunde und Bekannte sowie der Verzicht auf Anonymität, die häufig in Blogs genutzt wird[16]. Weiter kennzeichnet eWOM, dass Informationen langfristig gespeichert

werden und eine weitaus größere Reichweite durch das Medium Internet erzielt wird[32]. Ferner ist die Quantität bei eWOM mitunter wesentlich höher als bei klassischen WOM[32]. Tabelle 1 verdeutlicht die wichtigsten Unterschiede beider Konzepte.

Eigenschaft	**WOM**	**eWOM und OR**
Abgabe	Gesprochenes Wort	Geschriebenes Wort
Kommunikationsplattform	Privat (i.d.R.)	Öffentlich (i.d.R.)
Übermittlung	Direkte One-to-One Übermittlung mit Push oder Pull-Charakter	Zeitversetzte One-to-Many oder Many-to-Many Übermittlung mit Pull-Charakter
Reichweite	Soziales Netzwerk	Weltweit möglich
Möglichkeit auf Anonymität	Nein	Ja
Beziehung von Sender und Empfänger	Bekannt mit unterschiedlicher Ausprägung	Unbekannt bis bekannt mit schwacher Ausprägung (i.d.R.)
Verfügbarkeit	Transient	Persistent
Quantität der Bewertungen	Wenige	Viele bis sehr viele

Tabelle 1: Vergleich des WOM sowie eWOM-Konzepts in Anlehnung an [37]

Sowohl aus dem wissenschaftlichen Erklärungsanspruch als auch der Gestaltungsnotwendigkeit in der Praxis heraus sind die Motive zur Abgabe von OR zu klären. Sie sind Gegenstand der vorliegenden Literaturanalyse. In der hier ausgewerteten Literatur sind Unterschiede der Motivation sowie Motivationsdivergenzen entsprechend evaluiert. Zudem werden die Motive zum Lesen von OR und Optionen zum Anstoßen von eWOM-Aktivitäten diskutiert.

Dazu wird im Folgenden im Kapitel 2 die verwendete Methode zur Literaturanalyse vorgestellt. In Kapitel 3 werden die Ergebnisse der Literaturrecherche strukturiert präsentiert. Das letzte Kapitel befasst sich mit einer kurzen Zusammenfassung der Ergebnisse und einer Diskussion offener Forschungsfragen.

2 Methode

Um einen umfassenden Blick auf den derzeitigen Forschungsstand in Bezug auf eWOM sowie OR geben zu können, wird im Folgenden eine systematische Literaturanalyse entsprechend der Prozeduren von [3] und [29] vorgestellt.

2.1 Untersuchungsbereich

Den Fokus der Betrachtung bilden Untersuchungen zur Motivation für das Verfassen von OR im Internet. Daneben soll die Motivation für das Lesen von OR vor einem Kauf analysiert und zusammengefasst werden.

2.2 Konzeptualisierung des Themas

Im weiteren Schritt der Literaturanalyse werden das Themengebiet eWOM sowie OR strukturiert und relevante Suchtermini festgelegt. Kern der Analyse ist die Bewertung der Motive für das Verfassen bzw. das Rezipieren von OR. Ungeachtet der heterogenen theoretischen Einbettungen und der empirischen Analysemethoden in der Psychologie wird der Motivationsbegriff genauso wie in der Konsumentenverhaltensforschung als Prozess aufgefasst, der Menschen zu bestimmten Handlungen veranlasst ([30], [31]). Im Untersuchungskontext der OR ist die identitätsbasierte Motivation von besonderer Bedeutung, da das Verfassen von OR Facetten des Selbstkonzepts (Fachwissen, soziale Anerkennung, etc.) einer Person ausdrückt[25]. Das Lesen von OR kann ebenfalls auf das Selbstkonzept der Personen zurückgeführt werden, da diese sich in der jeweiligen Domäne für fachkompetent halten, „mitreden" können und gegebenenfalls sogar um Rat gebeten werden. Entsprechend wird in diesem Beitrag die Motivation zum Verfassen oder Lesen von OR als Bereitschaft zu einer identitätskongruenten Handlung definiert. Daher wird in der Suche nach relevanten Beiträgen einerseits entsprechend der Suchbegriffe *(ewom, viral marketing, motivation, motives, reason for, online reviews, online product reviews, user-generated reviews, user-generated content, recommendation, advice seeking* und *wom* in allen Kombinationen in jeweils deutscher und englischer Sprache) sowie den erklärenden Faktoren selektiert. Es werden nur Beiträge aufgenommen, in denen die exogenen (determinierenden) Faktoren in einen Bezug zu identitätskongruenten Handlungen gesetzt werden können. Somit werden sowohl personenbeschreibende als auch die soziale Identität erfassende Faktoren berücksichtigt.

2.3 Literatursuche

Die systematische Auswahl der Artikel beruht auf formalen Auswahlkriterien. Während der Literaturrecherche im August, September und November 2013 werden ausschließlich Beiträge herangezogen, die im Titel oder Abstract die in der Konzeptualisierung genannten Begrifflichkeiten und Synonyme enthalten. Es werden folgende Fachdatenbanken nach Treffern in Journal- oder Buchbeiträgen genutzt: Emerald (www.emeraldinsight.com), Springer (http://link.springer.com/), Wiley Online Library (www.wiley.com), Elsevier (www.elsevier.com & www.sciencedirect.com) und Google Scholar (www.google.com/scholar). Daneben wird nach passenden Konferenzbeiträgen die Datenbanken der AIS Electronic Library (http://aisel.aisnet.org/) sowie die IEEE Xplore Digital Library (http://ieeexplore.ieee.org/) untersucht. Zusätzlich werden ausschließlich von Experten begutachtete (peer-reviewed) Artikel der Erscheinungsjahre 2003-2013 berücksichtigt. Artikel werden als relevant befunden, wenn die geschilderten Voraussetzungen zutreffen sowie eine hohe Relevanz mit dem Untersuchungsbereich besteht. Zudem werden Schlüsselautoren mit mehreren Beiträgen zu diesem Thema, anhand des DBLP der Uni Trier (http://dblp.uni-trier.de/) sowie Google Scholar, auf weitere passende Veröffentlichungen hin untersucht. Insgesamt können 76 Artikel zum gewählten Untersuchungsbereich gefunden werden, die anschließend ausgebreitet analysiert wurden. Von den Artikeln konnten schließlich acht Artikel als relevant erachtet werden, die an einer Forward- sowie Backward-Analyse teilnehmen, indem die Artikel auf Zitierungen in weiteren Quellen überprüft sowie die jeweiligen Literaturquellen der Artikel auf weitere themenrelevante Artikel untersucht werden[19].

Es konnten so sieben weitere Artikel erfasst werden, die sich zusammen mit den bereits als relevant erachteten Artikeln ausschließlich oder größtenteils mit der Motivation für das Verfassen oder dem Lesen von OR befassen. Insgesamt werden folglich 15 Artikel detailliert ausgewertet. Artikel werden nicht weiter untersucht, die sich nur unzureichend mit dem Thema Motivation beschäftigen oder aber nicht auf die Motivation des Verfassens und Lesens von OR beziehen.

2.4 Kategorisierung der Ergebnisse und Materialauswertung

Um die Analyse der recherchierten Artikel transparent, übersichtlich und nachvollziehbar zu gestalten, wird die Kategorisierungsmethode von Mayring (2008) verwendet[21]. Dazu werden, wie in Tabelle 2 ersichtlich, die folgenden Kategorien analysiert: Ziel der Forschung, Datenerhebungsmethode und Stichprobengröße sowie der untersuchte Kulturraum der Teilnehmer und die gefundenen Motivationsthesen.

Kategorie:	**Definition**
Ziel der Forschung	Übergeordnetes Ziel, theoretischer Bezugsrahmen (z.B. geplantes Verhalten, Statussuche, soziale Einbindung)
Datenerhebungsmethode & Stichprobengröße	Methode zur Erhebung der zugrunde liegenden Daten sowie Stichprobengröße
Kulturraum	Kulturraum der Teilnehmer
Motivationsthesen	Erkenntnisse der signifikanten Einflüsse auf OR

Tabelle 2: Kategorien der Untersuchung

Die ausgewählten Artikel werden im Folgenden der in Tabelle 2 erläuterten Kategorien analysiert und die Resultate systematisiert. Ziel ist es, eine Übersicht über den aktuellen Forschungsstand zu geben.

3 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die primären Kernhypothesen der Literaturanalyse extrahiert, zusammengefasst und logisch geordnet. Der Ergebnisteil befasst sich mit der Literaturkategorisierung, den Motiven der Empfehlungsgeber und den Motiven der Empfehlungsnehmer, um in Kapitel 4 in einer Zusammenfassung zu enden.

3.1 Literaturkategorisierung

Die Mehrheit der analysierten Literatur beschäftigt sich mit den Motivationsfaktoren für das Verfassen von OR. Weitaus seltener wird in den recherchierten Artikeln auf die Faktoren für das Lesen von OR eingegangen. Zwei Artikel befassen sich mit beiden Aspekten, dem Verfassen sowie dem Lesen von OR ([26], [27]). Ebenfalls ersichtlich ist, dass ein Hauptteil der Artikel die quantitative Befragungsmethode als Grundlage für ihre Untersuchungen verwendet. So nutzt der überwiegende Teil der Forscher und Forscherinnen eine quantitative Befragung, wohingegen eine qualitative Befragung oder ein Experiment nur selten genutzt wird. Die zugrundeliegenden Stichprobengrößen der Autoren unterscheiden sich stark voneinander. Es verfügen nur vier der quantitativen Studien über eine Größe von mehr als eintausend Studienteilnehmern. Bei dem jeweiligen Kulturraum der

Befragten, zeichnet sich eine Fokussierung auf den nordamerikanischen sowie asiatischen Kulturkreis ab. Andere Kulturkreise werden wesentlich seltener untersucht. Tabelle 3 fasst die Einzelheiten der Kategorisierung zusammen. Dabei ist die Tabelle wie folgt zu lesen: In der oberen Zeile werden die Kategorisierungen (vgl. 2.4) aufgeführt, in den folgenden Zeilen entsprechend unterteilt und mit den Querverweisen zu den Literaturquellen verlinkt. So wird bspw. unter der Kategorisierung „Datenerhebungsmethode und Stichprobenumfang“ deutlich, dass sich nur drei Artikel mit der Form der qualitativen Befragung beschäftigen, die 31, 9 sowie 95 Studienteilnehmer aufweisen ([18]31; [26]9; [36]95).

Ziel der Forschung		
Motivation für das Schreiben von OR	Motivation für das Lesen von OR	
[5][6][8][9][18][26][27][33][36][40][41]	[7][10][11][14][26][27]	
Datenerhebungsmethode und Stichprobenumfang		
Quantitative Befragung	Qualitative Befragung	Laborexperiment
[5]203; [6]239; [7]2.903; [8]2.063; [9]582; [10]309; [11]45; [14]781; [18]260; [27]2.065; [40]257; [41]1.197	[18]31; [26]9; [36]95	[33]168 (Vignetten Experiment)
Untersuchter Kulturraum		
Nordamerika	Asien	Westeuropa
[9][14][26][27][41]	[5][6][10][11][18][33][40]	[7][8][36]

Tabelle 3: Kategorisierung der Literatur

3.2 Motive der Empfehlungsgeber

Da mehrere Autoren unterschiedliche Motivationsfaktoren für die Abgabe von OR analysieren, werden im Folgenden die Ergebnisse dargelegt und anhand von vier übergeordneten Hauptkategorien (Persönlichkeitsfaktoren, Produkt- und Dienstleistungsfaktoren, Personencharakteristik sowie Plattform- und Unternehmensfaktoren) in entsprechenden Abschnitten vorgestellt (vgl. Tabelle 4). Der Abschnitt schließt mit einer Gruppierung von Nutzern anhand der vorgestellten Faktoren[8]. Tabelle 4 ist wie folgt zu lesen: Die fettgedruckten Zeilen geben Auskunft über die übergeordneten Faktoren, die in den folgenden Zeilen unterteilt und mit den entsprechenden Literaturquellen verlinkt werden. In den Unterkapiteln 3.2.1 bis 3.2.4 werden die Faktoren entsprechend erläutert. So wird bspw. der Faktor „Personencharakteristik“ in die Charakteristika Einkommen, Ausbildung, Alter und Geschlecht unterteilt, die in der Quelle [27] untersucht sowie unter 3.2.3 diskutiert werden.

<table>
<tr><td colspan="3">Persönlichkeitsfaktoren (3.2.1)</td><td colspan="3">Produkt- & Dienstleistungsfaktoren (3.2.2)</td></tr>
<tr><td>Informations-teilung (Hilfe)</td><td>Selbst-darstellung/ Reputation</td><td>Soziale Interaktion</td><td>Produktart</td><td>Anzahl Käufer</td><td>Erfahrung mit Produkt</td></tr>
<tr><td>[5][8][18][33] [36][40][41]</td><td>[5][8][18] [26][33][40] [41]</td><td>[8][9][40]</td><td>[6]</td><td>[6]</td><td>[6][18][36] [41]</td></tr>
<tr><td colspan="3">Personencharakteristik (3.2.3)</td><td colspan="3">Plattform- & Unternehmensfaktoren (3.2.4)</td></tr>
<tr><td>Einkommen</td><td>Aus-bildung</td><td>Alter</td><td>Geschlecht</td><td>Loyalität zum Unternehmen/ Plattform</td><td>Zugehörigkeits-gefühl</td><td>Monetäre Anreize</td></tr>
<tr><td colspan="4">[27]</td><td>[5][18][33] [41]</td><td>[5][9][36][40]</td><td>[8][18] [40]</td></tr>
</table>

Tabelle 4: Kategorisierung der Motivationsgründe für das Verfassen von OR

3.2.1 Persönlichkeitsfaktoren

Bei der analysierten Literatur fällt eine Redundanz der Forschungsergebnisse bei den Persönlichkeitsfaktoren, die das Verfassen von OR stimulieren, auf. Lee et al. (2013) können in ihrem Artikel feststellen, dass der Wunsch nach Informationsteilung (sharing information) mit anderen Personen einen positiven Effekt auf das Verfassen von OR aufweist[18]. Dieses aktuelle Ergebnis steht im Einklang mit den Ergebnissen einer frühen Untersuchung aus dem Jahr 2004[8]. Auch Yoo und Gretzel (2008) sehen in dem Bedürfnis anderen Nutzern zu helfen und Informationen zu teilen ein starkes Motiv für die Abgabe von OR[41]. Dieses bestätigen auch Tong et al. (2013) in einem Experiment an 168 Studenten. Das Experiment zeigt, dass die Motivation im hohen Maße durch das Bedürfnis anderen Nutzern zu helfen abhängt. Weitere Untersuchungen bestätigen dieses ([5], [8], [36], [40], [41]). Lee et al. sowie weitere Autoren können zudem einen positiven Effekt auf die eWOM-Aktivität durch den Wunsch einer positiven Selbstdarstellung (self-presentation desire) nachweisen ([8], [26], [33], [40], [41]). Die Selbstdarstellung wird durch die Mitteilung eines gekauften Produkts oder einer in Anspruch genommenen Dienstleistung in Form von OR ausgedrückt. Andere Autoren setzen eine positive Selbstdarstellung auch mit einer gewissen Reputation gleich[5]. Die Autoren Hennig-Thurau et al. (2004) gingen zudem auf einen weiteren wichtigen Faktor, die soziale Interaktion ein[8]. Entsprechend dieser Studie führt der Wunsch sich mitteilen zu wollen besonders stark zu einer höheren eWOM-Aktivität. Diese Erkenntnis bestätigen Ho & Dempsey (2010), die die soziale Interaktion auch als Zugehörigkeit zu einer Gruppe (vgl. 3.2.4) definieren[9]. Yoo et al. (2013) kommen zu dem Erkenntnis, dass Persönlichkeitsfaktoren eWOM-Aktivitäten stärker beeinflussen als andere Faktoren[40].

3.2.2 Produkt- und Dienstleistungsfaktoren

Ebenfalls wird die OR-Aktivität (Verfassen) von Produkt- bzw. Dienstleistungsfaktoren beeinflusst. Ein beobachtetes Phänomen der Studie von Lee et al. (2013) ist, dass Teilnehmer der Untersuchung

besonders zu eWOM-Aktivitäten tendieren, wenn es sich um den Kauf von besonders teuren und limitierten Produkten handelt[18]. Auch Fan (2011) untersucht externe Faktoren, die die Abgabe von eWOM stimulieren können[6]. Die Studie ergibt, dass insbesondere die Produktart, die Erfahrung mit den Produkten und die Anzahl an Käufern einen hohen Einfluss auf die eWOM-Aktivität ausüben. Eine hohe Redundanz der Forschungsergebnisse weisen insbesondere gesammelte Erfahrungen mit Produkten auf. Hier bestätigen die Studien [6], [18], [36] sowie [41], dass Produkt-Erfahrungen die Aktivität zur OR-Abgabe entscheidend beeinflussen. Emotionen wie Ärger, Wut und Enttäuschung sehen [35] als Hauptgrund für die Abgabe von negativen OR. Hierzu befragten die Autoren 95 Personen, die zuvor eine negative OR abgaben, nach ihren Beweggründen. Ein Großteil der Befragungsteilnehmer nutzt OR für einen Ausgleich des Missmuts der durch ein schlechtes Produkt verursacht wurde. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Verhagen et al. (2013) können Yoo und Gretzel (2008) eine erhöhte eWOM-Aktivität bei negativen Erfahrungen nicht als einen wichtigen Faktor für die Äußerung von eWOM bestätigen[41].

3.2.3 Personencharakteristik

Punj (2013) analysiert in einer Umfrage mit über zweitausend Teilnehmern wie das Lesen und Verfassen von OR miteinander korreliert[27]. Als Ergebnis stellt Punj fest, dass die persönliche Charakteristik der Studienteilnehmer je nach Fragestellung sehr unterschiedlich ausfällt. Nutzer, die häufig OR lesen, jedoch wenige OR selbst verfassen, unterscheiden sich in der Untersuchung deutlich in der Charakteristik (Geschlecht, Alter, Ausbildung und Einkommen) zu den Nutzern, die häufig OR verfassen jedoch selten OR lesen. Laut der Studie können ältere weibliche Konsumentinnen mit einem Hochschulabschluss als Gruppe mit den meisten verfassten OR identifiziert werden. In der Gruppe, die die niedrigste Rate an verfassten OR vorweisen, befanden sich junge männliche Konsumenten mit einem Hochschulabschluss. Auch wird eine positive Korrelation zwischen höheren Einkommen und dem Lesen von OR nachgewiesen. Von Konsumenten im höheren Einkommensbereich werden tendenziell weniger OR verfasst. Nach Punj kann dies vor allem an dem Aufwand zur Abgabe von OR liegen, was auch die Autoren Tong et al. (2013) in ihrem Experiment bestätigen[33].

3.2.4 Plattform-und Unternehmensfaktoren

Weitere wichtige Faktoren die bei der Motivation von Nutzern für das Verfassen von OR mit in Betracht gezogen werden, sind unterschiedliche Plattform- und Unternehmensfaktoren. Hier ist eine hohe Redundanz der Forschungsergebnisse der unterschiedlichen Autoren zu erkennen. Verschiedene Autoren sehen einen der wichtigsten Faktoren in der Bereitstellung von monetären Anreizen durch das Unternehmen oder die OR-Plattform. So können Belohnungsprogramme (z.B. in Form von Punktesystemen) zu einer wesentlich höheren eWOM-Aktivität beitragen ([8], [18], [40]). Daneben hat die Kundenloyalität zu einem Unternehmen (Hersteller, Verkäufer oder Marktplatz) einen positiven Einfluss auf die Abgabe von OR[18]. Dieses bestätigt auch die Untersuchung von Yoo und Gretzel (2008), in der nach den Beweggründen für die Abgabe von Reise-OR gefragt wird[41]. Hier gibt die Mehrheit der Befragten an (n=1.197), dass sie dem Reiseunternehmen/Hotel mit der Rezension helfen wolle. In einer Untersuchung von Cheung & Lee (2012) wird ein weiterer wesentlicher Grund für die Abgabe von OR benannt[5]. Laut der Studie, an der über 200 Teilnehmer einer online Restaurant-Community partizipierten, trägt ein Zugehörigkeitsgefühl (sense of belonging) mit der Gemeinschaft der OR-Plattform zu einer gesteigerten OR-Aktivität bei. Das ein Zugehörigkeitsgefühl die eWOM-Aktivität beeinflusst, können auch Ho & Dempsey (2010), Verhagen et al. (2013) sowie Yoo et al. (2013) bestätigen ([9], [36], [40]).

3.2.5 Gruppierungen von Nutzern anhand von Motiven

Hennig-Thurau et al. (2004) stellen in ihrer Untersuchung fest, dass sich anhand der Motivationen der unterschiedlichen Verfasser von eWOM verschiedene Gruppierungen identifizieren lassen[8]. Die Autoren segmentieren die Verfasser von OR in vier unterschiedliche Gruppen. Die größte Gruppe (34%) bilden die „selbst-interessierten Helfer“ (self-interested helpers), die neben dem Wunsch der Hilfe anderer, durch monetäre Anreize zur Abgabe von eWOM motiviert werden. In der zweitgrößten Gruppe (27%) befinden sich die „wahren Altruisten“ (true altruists). Diese werden durch den Wunsch motiviert, anderen Nutzern und dem Unternehmen zu helfen. Andere Faktoren spielen eine untergeordnete Rolle. Eine kleinere Gruppe (21%) stellen die „multiplen-motivierten Konsumenten“ (multiple-motive consumers) dar. Diese werden durch eine hohe Anzahl von Faktoren motiviert. Die kleinste Gruppe der Untersuchung (17%) bilden die sogenannten „Verbraucher-Anwälte“ (consumer advocates). Die Motivation dieser Gruppe liegt hauptsächlich darin, anderen Nutzern zu helfen[8].

3.3 Motive der Empfehlungsnehmer

Hennig-Thurau & Walsh (2003) untersuchen die Motivationsgründe, die für das Lesen von OR ausschlaggebend sind[7]. Laut den Autoren nutzt ein Hauptteil der Leser von OR diese um die Entscheidungszeit für einen Kauf zu verkürzen. Daneben ergibt ihre Studie, an der knapp dreitausend Nutzer teilnahmen, dass OR auch genutzt wird um bessere Kaufentscheidungen zu treffen und das Kaufrisiko durch den Erwerb eines schlechten Produkts so weit wie möglich zu reduzieren. Dieses bestätigen auch die Autoren Huang & Yang (2008), Kim et al. (2011) sowie O‘Reilly & Marx (2011) in ihren Untersuchungen ([11], [14], [26]). Zusätzlich evaluieren Huang & Yang (2008) in ihrer Untersuchung, dass OR häufig als Entscheidungshilfe bei mehreren möglichen Produkten fungiert. Kim et al. (2011) die knapp achthundert Hotel-Gäste befragten, kommen zu der Erkenntnis, dass OR auch deshalb gelesen werden, weil sie durch das Internet leicht abrufbar, immer verfügbar sowie zeitsparend sind (convenience and quality)[14]. O‘Reilly & Marx (2011) stellen zusätzlich das Informationsbedürfnis für das Lesen von OR in den Vordergrund[26]. So werden Rezensionen gelesen, um die gesammelten Informationen mit Dritten (Freunden, Kollegen) teilen zu können (Informationsbedürfnis). Nach O‘Reilly & Marx spiegelt dies den Wunsch wider, den Selbstwert zu steigern (enhancing self-worth). Weitere Motivationsfaktoren untersuchte Huang et al. (2012)[10]. Die Ergebnisse der Studie [10] mit 309 Teilnehmern eines asiatischen Kosmetik-Portals zeigen, dass ein Gefühl der Zugehörigkeit zu einer Gemeinschaft (hier Online-Portal) sowie ein Vertrauensgefühl als wesentliche Faktoren für das Lesen von OR genannt werden können. Die Faktoren der Zugehörigkeit und des Vertrauens haben auch einen Einfluss auf das Verfassen von OR (vgl. 3.2.4).

4 Zusammenfassung und Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden extensiven Literaturrecherche zur Motivation von Verfassern und Lesern von OR konnten unterschiedliche Beeinflussungsfaktoren identifiziert werden. Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung sind nachfolgend zusammengefasst. Wie die Literaturauswertung zeigt sind Persönlichkeitsfaktoren in hohem Maß für das Verfassen von OR relevant. Dieses Ergebnis ist Bemerkenswert, da aktuelle Untersuchungen zeigen, dass die Präferenzen in der Mediennutzung nur gering entsprechend der Persönlichkeitsfaktoren variieren[28]. Darüber hinaus zeigt diese Auswertung, dass Produkt-und Dienstleistungsfaktoren eine eWOM-Aktivität beeinflussen. Die Untersuchung verdeutlicht zudem, dass die individuelle Personencharakteristik über das Schreiben von OR mitbestimmt. Entsprechend des Geschlechts, Alters, Einkommens und der Ausbildung sind wesentliche Unterschiede in der eWOM-Aktivität zu erkennen. Dazu kommen ebenfalls Plattform-

und Unternehmensfaktoren, die eine eWOM-Aktivität stimulieren können. Die vorliegende Literaturauswertung weist auf, dass weitaus weniger Forscher auf die Motivationsfaktoren für das Lesen von OR eingehen. Hier sehen die Forscher die Motivation hauptsächlich in Vorteilen der Einsparung der Entscheidungszeit, dem Streben bessere Kaufentscheidungen zu treffen, Minimierung des Kaufrisikos und in dem Vorteil, die Informationen über Produkte schnell und einfach abrufen zu können. Auch sind hier, wie beim Verfassen von OR, Plattform- und Unternehmensfaktoren wichtig.

Die Felder für weitere Forschungsansätze sind vielfältig. Zum einen zeigt die Untersuchung, dass bisher kein Autor auf alle Aspekte der zugrundeliegenden Faktoren für die Abgabe von OR eingegangen ist bzw. die Wechselwirkung zwischen den unterschiedlichen Faktoren untersucht hat. Zum anderen zeigt die Untersuchung auch, dass die Beweggründe für das Lesen von OR bisher nur unzureichend erforscht wurden. Die untersuchten Forschungsergebnisse weisen zudem einen Schwerpunkt des Untersuchungsfeldes im asiatischen sowie angloamerikanischen-Raum auf. Europa wurde nur selten als Untersuchungsfeld gewählt und Afrika gänzlich unberücksichtigt gelassen. Auch könnten Vergleiche zwischen den unterschiedlichen Kulturen weitere Forschungserkenntnisse herausstellen. Eine weitere Lücke der derzeitigen Forschung sehen die Autoren in der geringen Anzahl an Untersuchungen von eWOM im Kontext von Dienstleistungen. So wurden Unterschiede der beiden Gattungen (Produkte und Dienstleistungen) nicht ausreichend untersucht bzw. in der Literatur deutlich gemacht. Auch fehlt gänzlich die Betrachtung der Unterschiede von Business-to-Business im Vergleich zu Business-to-Consumer Produkten bzw. Dienstleistungen.

5 Literatur

[1] Bambauer-Sachse, S; Mangold, S (2013): Do consumers still believe what is said in online product reviews? A persuasion knowledge approach. Journal of Retailing and Consumer Services 20(4):373-381.

[2] Bickart, B; Schindler, RM (2001): Internet forum as influential sources of consumer information. Journal of Interactive Marketing 1(3):31-40.

[3] Brocke, JV; Simons, A; Niehaves, B; Riemer, K; Plattfaut, R; Cleven, A (2009): Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process. *ECIS 2009*: 2206-2217.

[4] Chan, YY; Ngai, EWT (2011): Conceptualising electronic word of mouth activity: An input-process-output perspective. Marketing Intelligence & Planning 29(5):488-516.

[5] Cheung, C; Lee, M (2012): What drives consumers to spread electronic word of mouth in online consumer-opinion platforms. Decision Support Systems 53(2012):218–225.

[6] Fan, J (2011): Research on the external factors of consumers releasing online comments. *Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT). International Conference on*. 7(2011):3819-3823.

[7] Hennig-Thurau, T; Walsh, G (2003): Electronic word-of-mouth: motives for and consequences of reading customer articulations on the internet. International Journal of Electronic Commerce 8(2):51–74.

[8] Hennig-Thurau, T; Gwinner, KP; Walsh, G; Gremler, DD (2004): Electronic word-of-mouth via consumer-opinion platforms: What motivates consumers to articulate themselves on the Internet?. Journal of Interactive Marketing 18(1):38-52.

[9] Ho, JY; Dempsey, M (2010): Viral marketing: Motivations to forward online content. Journal of Business Research 63(9):1000-1006.

[10] Huang, LT; Farn, CK; Jeng, HT (2012): Motivations for Using Information for Decision making in Virtual Communities The Moderating Effects of Usage Behavior. Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems 4(1)2.

[11] Huang, YK; Yang, WI (2008): Motives for and consequences of reading internet book reviews. The Electronic Library 26(1):97-110.

[12] Internet World Stats (2012): Distribution by World Regions. http://www.internetworldstats.com/stats.htm. Abgerufen am 27.08.2013.

[13] Keller, E (2007): Unleashing the Power of Word of Mouth: Creating Brand Advocacy to Drive Growth. Journal of Advertising Research 47(4):448–452.

[14] Kim, EEK; Mattila, AS; Baloglu, S (2011): Effects of gender and expertise on consumers' motivation to read online hotel reviews. Cornell Hospitality Quarterly 52(4):399-406.

[15] Kim, S; Park, J; Lee, Y (2013): The E-Word-of-Mouth effect on consumers' Internet shopping behaviour: focus on apparel products. International Journal of Fashion Design, Technology and Education 1-13.

[16] Klaus, M; Wagner, R (2010): Gaining 'Consumer Insights' from Influential Actors in Weblog Network. In: Locarek-Junge, H. & Weihs, C. (Hrsg.): *Classification as a Tool for Research.* Springer, Berlin. 553-560.

[17] Lee, J; Park, DH; Han, I (2008): The effect of negative online consumer reviews on product attitude: An information processing view. Electronic Commerce Research and Applications 7(3): 341-352.

[18] Lee, SH; Noh, SE; Kim, HW (2013): A mixed methods approach to electronic word-of-mouth in the open-market context. International Journal of Information Management 33(4):687-696.

[19] Levy, Y; Ellis, TJ (2006): A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. Informing Science Journal 2006(9):181-212.

[20] Mauri, AG; Minazzi, R (2013): Web reviews influence on expectations and purchasing intentions of hotel potential customers. International Journal of Hospitality Management 34: 99–107.

[21] Mayring, P (2008): Qualitative Inhaltanalyse – Grundlagen und Techniken (Qualitative Content Analysis). Beltz Verlag, Weinheim.

[22] Mudambi, SM; Schuff, D (2010): What markes a helpful online review? A study of customer reviews on Amazon.com. MIS Quarterly 34(1):185–200.

[23] Nielsen (2009): Trust, Value and Engagement in Advertising. Nielsen Global Online Consumer Survey. http://blog.nielsen.com/nielsenwire/wp-content/uploads/2009/07/trustinadvertising0709.pdf. Abgerufen am 27.08.2013.

[24] Nielsen (2012): Trust, Value and Engagement in Advertising. Nielsen Global Online Consumer Survey. http://www.nielsen.com/us/en/press-room/2012/nielsen-global-consumers-trust-in-earned-advertising-grows.html. Abgerufen am 28.08.2013.

[25] Oysermann, D (2009): Identity-based motivation: Implications for action-readiness, procedural-readiness, and consumer behavior. Journal of Consumer Psychology 19(3):250–260.

[26] O'Reilly, K; Marx, S (2011): How young, technical consumers assess online WOM credibility. Qualitative Market Research: An International Journal 14(4):330–359.

[27] Punj, G (2013): Do consumers who conduct online research also post online reviews? A model of the relationship between online research and review posting behavior. Marketing Letters 24(1):97-108.

[28] Sandy, CJ; Gosling, SD; Durant, J (2013): Predicting Consumer Behavior and Media Preferences: The Comparative Validity of Personality Traits and Demographic Variables. Psychology & Marketing 30(11):937-949.

[29] Seuring, S; Gold, S (2012): Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. Supply Chain Management: An International Journal 17(5):544–555.

[30] Solomon, M; Bamossy, G; Askegaard, S; Hogg, M (2013): Consumer Behaviour: A European Perspective. 5. Auflage. Financial Times / Prentice Hall.

[31] Steel, P; König, C (2006): Integrating Theories of Motivation. Academy of Management Review 31(4):889-913.

[32] Steffes, EM; Burgee, LE (2009): Social ties and online word of mouth. Internet Research 19(1): 42–59.

[33] Tong,Y; Wang, X; Tan, CH; Teo, HH(2013): An empirical study of information contribution to online feedback systems: A motivation perspective. Information & Management 50(7):562-570.

[34] Trusov, M; Bucklin, RE; Pauwels, K (2009): Effects of word-of-mouth versus traditional marketing: Findings from an internet social networking site. Journal of Marketing 73 (9):90–102.

[35] Van Eimeren, B; Frees, B (2012): Ergebnisse der ARD/ZDF-Onlinestudie 2012. http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/fileadmin/Onlinestudie_2012/0708-2012_Eimeren_Frees.pdf. Abgerufen am 27.08.2013.

[36] Verhagen, T; Nauta, A; Felberg, F (2013): Negative online word-of-mouth: Behavioral indicator or emotional release?. Computers in Human Behavior 29(4):1430-1440.

[37] Wagner, U; Wiedmann, KP; Oelsnitz, D (2011): Das Internet der Zukunft. Gabler Verlag, Wiesbaden.

[38] Xia, L; Bechwati, NN (2008): Word of mouse: the role of cognitive personalization in online consumer reviews. Journal of Interactive Advertising 9(1)

[39] Yap, KB; Soetarto, B; Sweeney, JC (2013): The relationship between electronic word-of-mouth motivations and message characteristics: The sender's perspective. Australasian Marketing Journal 21(1): 66-74.

[40] Yoo, CW; Sanders, L; Moon, J (2013): Exploring the effect of e-WOM participation on e-Loyalty in e-commerce. Decision Support Systems 55(3):669-678.

[41] Yoo, KH; Gretzel, U (2008): What Motivates Consumers to Write Online Travel Reviews?. Information Technology & Tourism 10(4):283-295.

Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Bestimmung möglicher Kooperationspartner in der Suchmaschinenoptimierung

Maximilian Bank

Patagona GmbH, Saalburgstr. 42, 60385 Frankfurt
E-Mail: m.bank@patagona.de

Irina Heimbach

TU Darmstadt, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik III/ Electronic Markets, 64289 Darmstadt,
E-Mail: heimbach@emarkets.tu-darmstadt.de

Oliver Hinz

TU Darmstadt, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik III/ Electronic Markets, 64289 Darmstadt,
E-Mail: hinz@emarkets.tu-darmstadt.de

Abstract

Viele Unternehmen betreiben aktiv eine Suchmaschinenoptimierung (sogenannte Search Engine Optimization, kurz: SEO) und versuchen unter anderem, ihre Popularität durch externe Links zu erhöhen, um somit bessere Rangpositionen in den Ergebnislisten von Suchmaschinen zu erhalten. Das Auffinden der Kooperationspartner, welche bereit sind, Links auf ihrer Website gegen eine Gegenleistung zu platzieren, erfolgt zurzeit manuell. Dieser Beitrag befasst sich daher mit der Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems (EUS) zur automatisierten Identifikation möglicher Kooperationspartner in der SEO. Die Ergebnisse der Evaluationsstudie zeigen, dass unser EUS bis zur 98% der potentiellen Link-Partner erkennt sowie ermöglicht, Personal- und Zeitkosten zu sparen.

1 Einleitung

Viele Online-Unternehmen, insbesondere Start-ups, sind bemüht, die Bekanntheit und die Besucherzahlen ihres Webauftritts zu erhöhen. Neben der Offline- und klassischen Online-Werbung bietet Suchmaschinen-Marketing, vielversprechende Möglichkeiten die Besucherströme des Webauftritts zu erhöhen [9][13]. Da viele Suchmaschinen für die Bestimmung der Qualität der Website ihre Verlinkungsstruktur nutzen [1][3] , bedeutet dies für Unternehmen, unumgänglich für eine hohe qualitative externe Verlinkung zu sorgen.

Eine Erhöhung der Anzahl der Hyperlinks, die von anderen Webseiten auf die Zielseite verweisen, führt zur Steigung der Anzahl der Besucher pro Zeiteinheit. Auch für Suchmaschinen ist die Anzahl der eingehenden Links ein wichtiges Kriterium für die Relevanz der Website. Je höher die Suchmaschine die Relevanz einer Webseite einstuft, desto mehr wird sie diese bei Suchanfragen ihren Benutzern empfehlen [2][4][9]. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Besucherzahlen der Website aus.

Aus diesen Gründen werden die Webmaster bei der Generierung von externen Links, beim sogenannten *Linkbuilding* oder *Off-Page-SEO*, selbst aktiv: Andere Website-Betreiber werden kontaktiert und um eine Verlinkung gebeten [4][13]. Hierfür wird nicht selten eine Gegenleistung verlangt, die in einem *Link-Tausch* oder einem *Link-Kauf* bestehen kann. Diese Tätigkeit des Linkbuilding ist legitim und könnte als eine Art bezahlte Werbung aufgefasst werden [9]. Bisher erfolgt diese Tätigkeit in der Praxis manuell, was allerdings für Linkbuilder, d.h. die Mitarbeiter, die für Off-Page-SEO zuständig sind, sehr zeitaufwendig ist: Durch eine intensive Keyword-Suche wird zu einem bestimmten Themenbereich eine Grundmenge an Websites ermittelt, welche anschließend durch manuelle Sichtung in *kooperationsbereite* und *nicht kooperationsbereite* Websites eingeteilt werden. Abschließend werden die potenziellen Kooperationspartner per Mail kontaktiert, um die Kooperationsbereitschaft hinsichtlich eines Link-Tauschs oder Link-Kaufs zu ermitteln und die Konditionen für die mögliche Kooperation auszuhandeln [1]. Da die Identifikation von kooperationsbereiten Websites mit sehr viel manueller Arbeit verbunden ist, untersucht diese Arbeit, ob der Prozess der Identifikation möglicher Kooperationspartner automatisiert werden kann, um Zeit- und Personalkosten zu reduzieren.

Zu diesem Zweck entwickeln wir vorwiegend basierend auf den Erkenntnissen der allgemeinen Netzwerkanalyse Kennzahlen, die auf die Bereitschaft des Website-Betreibers zur möglichen Kooperation hindeuten können. Anschließend analysieren wir anhand zweier Datensätze den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Kennzahlen und der Wahrscheinlichkeit, dass eine Website am Link-Tausch bzw. Link-Kauf partizipiert, und leiten Entscheidungsregeln her, die in einem EUS implementiert und kombiniert werden. Die Performance des EUS-Artefakts evaluieren wir dann anhand weiterer acht Datensätze.

Die Arbeit gliedert sich wie folgt: Zuerst geben wir einen kurzen Überblick über das Linkbuilding als Tätigkeitsbereich der Suchmaschinenoptimierung. Danach erläutern wir den Aufbau unseres EUS. Anschließend präsentieren wir die Ergebnisse der Evaluationsstudie. Der letzte Abschnitt fasst den Beitrag zusammen und gibt einen Ausblick.

2 Linkbuilding als Off-Page-SEO

Eine Suchmaschine besteht im Wesentlichen aus einer Katalogisierung von Websites, einer Methode zur Auffindung und Indexierung von Websites sowie einem Suchalgorithmus zur Suche in der

Website-Datenbank [13]. Die meisten Suchmaschinen nutzen zum Auffinden und zur Katalogisierung von Websites „Crawler“, Computerprogrammen, welche sich entlang der Hyperlinks bewegen [13]. Die Suchmaschinen werden von Nutzern verwendet, um zu einem in die Suchmaske eingegebenen Keyword eine Liste relevanter Websites zu zeigen. Die Zufriedenheit mit den Suchergebnissen hängen von der Relevanz und der Qualität der angezeigten Websites ab. Deshalb kommen Algorithmen zum Einsatz, um die relevantesten Anzeigen zu den eingegebenen Keywords zu finden. Ein Beispiel hierfür ist der PageRank-Algorithmus von Google [2]. Die Untersuchungen zeigen, dass etwa 60-70% der Suchmaschinen-Nutzer nur auf die Ergebnisse auf der ersten Ergebnisseite klicken [8][13]. Die Website-Betreiber sind daher sehr bemüht, soweit vorne wie möglich in der Suchergebnisliste von Suchmaschinen angezeigt zu werden und betreiben aktiv SEO. Malaga (2008) unterteilt die SEO-Aktivitäten in vier Kategorien: 1) Suche und Selektion von Keywords, 2) Indexierung der Website, 3) On-Page- sowie 4) Off-Page-Optimierung. Der ersten Kategorie werden alle Bemühungen zugeordnet, geeignete Keywords zu bestimmen. Die Aktivitäten der zweiten Kategorie beschäftigen sich mit der Optimierung der Indexierung der Website durch die Suchmaschinen. Die On-Page-Optimierung verbessert die Meta-Tags und den Inhalt der Website damit die Ranking-Algorithmen die Seite höher einstufen. Die Off-Page-Optimierung befasst sich mit der Anzahl und der Qualität der externen Links (Back-Links).

Empirische Studien belegen die Relevanz solcher SEO-Maßnahmen hinsichtlich der Erhöhung der Besucherzahlen [12][17][18]. Obwohl der Ruf des Linkbuilding durch „schwarze Schafe“ wie Gästebücher-Spammen, Link-Farming sowie HTML-Injection geschädigt wird [13], stellt die Verlinkung durch andere Websites einen der wichtigsten Faktoren für eine gute Positionierung in den Suchergebnislisten dar und ist daher ein praxisrelevantes Problem [1][4][7][9].

Beim Linkbuilding kann zwischen zwei Varianten unterschieden werden. Im ersten Fall erlauben die Website-Betreiber die Links selbst zu erstellen, indem man sich auf der Website registriert, z. B. in Foren oder über die Kommentarfunktion einer Seite. Im anderen Fall müssen die potenziellen Link-Tausch-Partner per Mail kontaktiert werden, eine Tätigkeit, die recht zeitintensiv sein kann. In beiden Fällen müssen die potenziellen Kooperationspartner erst gefunden werden, sowie Informationen über die Zielseite, der Link-Text und die Ziel-URL gesammelt werden. Wie im obigen Abschnitt erwähnt, werden diese Tätigkeiten manuell durchgeführt. Die Effizienz dieses Prozesses hängt stark von der Erfahrung und Intuition des jeweiligen Linkbuilders ab. Nach unserem besten Wissen wurden bisher keine teil- oder vollautomatisierten Programme vorgestellt, die den Linkbuilder in seiner Tätigkeit unterstützen würden. Dieser Beitrag möchte daher diese Lücke schließen und schlägt ein EUS zur Identifikation möglicher Kooperationspartner vor und evaluiert dieses in einer Evaluationsstudie auf Basis von acht Datensätzen mit insgesamt 3045 Websites.

3 Entscheidungsunterstützungssystem für Off-Page-SEO

3.1 Systemanforderung und Vorgehensweise

Im Idealfall sollte ein Computerprogramm Linkbuilder bei ihrer Suche nach Kooperationspartnern unterstützen und der Prozess wie folgt aussehen: 1) Der Linkbuilder gibt einen Themenbereich an, in dem er Kooperationspartner sucht; 2) anschließend kommt der Algorithmus zur Anwendung; 3) als Ergebnis wird dem Linkbuilder eine Liste mit kooperationsbereiten Websites präsentiert. Der Aufwand eines Linkbuilders reduziert sich somit auf die Kontaktierung der potentiellen Partner. Für die automatische Identifizierung von Kooperationspartner sollen ausschließlich Website-topologische Merkmale hinzugezogen werden. Es soll nicht auf Seiteninhalte oder andere On-Page-Eigenschaften

wie Meta-Angaben, Überschriften oder Texte eingegangen werden. Da es aus Linkbuilder-Sicht besser ist, eine Absage bezüglich eines Link-Tauschs/-Kaufs zu bekommen, als einen Websitebetreiber gar nicht erst zu kontaktieren, sollte der Algorithmus daher die Link-Bereitschaft lieber systematisch über- als unterschätzen.

Beim Entwurf unseres EUS haben wir uns an die Design Science-Richtlinien gehalten [10]. Zuerst geben die Interviews mit den professionellen Linkbuildern wertvolle Anhaltspunkte für die Entwicklung eines EUS. Basierend auf den Erfahrungen der Experten bestimmen wir in einem kreativen Suchprozess die Kennzahlen, die Aufschluss über potentielle SEO-Kooperationspartner geben könnten. Hierbei werden im Explorationsprozess allgemeinere Regeln spezifiziert, um potentielle Kooperationspartner zu identifizieren. Anschließend werden die Regeln in ein lauffähiges Computerprogramm integriert. Das prototypische IT-Artefakt wird experimentell evaluiert. Schließlich zeigt eine Wirtschaftlichkeitsanalyse die Effektivität des EUS bei der Lösung des praxisrelevanten Problems.

3.2 Entscheidungsregeln

Da in der bisherigen Forschung keine Ansätze vorgeschlagen worden sind, um potentielle Link-Tausch-Partner zu ermitteln, versuchen wir zuerst explorativ auf Basis zweier Datensätze Entscheidungsregeln zu ermitteln. Um das Problem des Over-Fittings auf eine Domäne zu vermeiden, nutzen wir hierfür zwei unterschiedliche Datensätze. Der erste Datensatz MOBILE besteht aus 100 Websites im Bereich Mobilfunk. Der zweite Datensatz WEDDING umfasst 185 Websites zum Thema Hochzeit. Diese Grundmenge an Webseiten wurde von professionellen Linkbuildern hinsichtlich ihrer Kooperationsbereitschaft klassifiziert. Die Experten identifizierten manuell 57 bzw. 40 Websites als potenzielle Kooperationspartner.

Im nächsten Schritt versuchen wir diese Websites nach bestimmten Kriterien zu klassifizieren und leiten mittels maschinellen Lernens Entscheidungsregeln her. Die Dimensionen lassen sich insgesamt in drei Gruppen unterteilen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Entscheidungsregeln und ihrer Eignung zur Identifikation von potentiellen Kooperationspartnern. Die Einteilung in die drei Gruppen hat sich aus dem Entwicklungsprozess ergeben: Die allgemeineren Regeln werden im Explorationsverlauf spezifiziert. Wir leiten die Regeln mit Hilfe der Data Mining Software WEKA [16] her.

Im ersten Schritt bedienten wir uns bestehender Kennzahlen aus der Netzwerkanalyse [15]. Daher wird für jede Website der *PageRank* [2] ermittelt sowie die Anzahl der ein- und ausgehenden Links und Anzahl der Unterseiten. Die Erfahrung zeigt, dass Websites, die hohe Werte in diesen Metriken aufweisen, nicht bereit sind, im Linkhandel zu partizipieren, da es sich dabei in den meisten Fällen um gut etablierte Unternehmen und Organisationen handelt. Die Algorithmen REPTree und M5Rules stellen einen negativen Zusammenhang zwischen PageRank einer Website und deren Kooperationsbereitschaft fest. Die Websites, die einen PageRank unter 5 haben, haben eine 89%ige Wahrscheinlichkeit am Link-Tausch zu partizipieren. Die anderen drei Kriterien – Anzahl der ein- und ausgehenden Links sowie Anzahl der Unterseiten – liefern keine verlässliche Regel. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Websites in verschiedenen Domänen nicht miteinander vergleichbar sind. Zum Beispiel ergeben sich für unsere zwei Trainingsdatensätze verschiedene Verteilungen an eingehenden und ausgehenden Links, Anzahl der Unterseiten, was für eine Erstellung einer verlässlichen allgemeingültigen Regel hinderlich ist. So hat z. B. die Hälfte der Websites aus WEDDING im Schnitt 862 eingehender Links, eine Website aus MOBILE dagegen 3201. Die Verteilungsmuster sind jedoch ähnlich. Es wäre daher denkbar, die Regeln abzuleiten, die auf domänenunabhängigen Kennzahlen

beruhen, z. B. Mittel- oder Medianwerte für eine bestimmte Domäne. Solche Werte sind jedoch aus technischen Gründen auf einem globalen Niveau sehr mühsam zu berechnen. Aus diesem Grund fassen wir die Websites aus einem Themenbereich zu Teilnetzwerken oder Clustern zusammen. Auf den ersten Blick mag eine thematische Einschränkung der Suche nach den potentiellen Kooperationspartnern wenig sinnvoll sein, da es unter Umständen unter den Websites auch die Wettbewerber sein könnten. Zwei Gründe sprechen jedoch für die Betrachtung der Cluster. Erstens, nehmen die Websitebesucher thematisch verwandte externe Links als natürlich wahr. Zweitens, der Ranking Algorithmus von Google bewertet auch die Relevanz des Links und gegebenenfalls bestraft die Websites, die nicht relevante externe Links enthalten. Thematisch verwandte Links werden daher eher als relevant eingestuft.

Tabelle 1: Beschreibung der gefundenen Kennzahlen und Entscheidungsregeln

Ansatz	Kennzahl	Beschreibung	Eignung	Konkrete Regel: eine Website ist ein potenzieller Ko.-Partner, wenn…
Global	PageRank	Von Google entwickelte Kennzahl zur Beurteilung der Qualität der Website	Gut	PageRank < 5
	Incoming-Links	Die Anzahl aller eingehenden Links	Nicht geeignet, da domänenspezifisch	
	Outgoing-Links	Die Anzahl aller ausgehenden Links	Nicht geeignet, da domänenspezifisch	
	N Unterseiten	Die Anzahl der Unterseiten einer Webpräsenz	Nicht geeignet, da domänenspezifisch	
Cluster-basiert	N Unterseiten-Cluster	Anzahl der Unterseiten einer Webpräsenz	Gut	N der Unterseiten <70%- Quantil
	Cluster-Indegree-Centrality	N der eingehenden Links im Cluster	Bedingt geeignet	Cluster-Indegree !=0
	Cluster-Outdegree-Centrality	N der ausgehenden Links im Cluster	Bedingt geeignet	Cluster-Outdegree !=0
	Incoming-Links-Cluster	N aller eingehenden Links	Gut	< 80%-Quantil
	Outgoing-Links-Cluster	N aller ausgehenden Links	Gut	< 90%-Quantil
	PageRank rel.	Google PageRank, Verteilung	Gut	<70%-Quantil
	Authority (Kleinberg)	Websites von hoher Qualität	Gut	<85%-Quantil
	Hub (Kleinberg)	Websites, die viele Authorities verlinken	Nicht geeignet	
Blogs	Indiz auf eine Blogroll	N sich wdh. ext. Links auf fast allen Unterseiten	Gut	Mind.3 auf mind. 80% der Unterseiten
	Indiz auf Einsatz einer CMS	N Unterseiten	Gut	Mind. 10 Unterseiten
		N der „Server-redirects“	Gut	Mehr als 5% der Seiten
		N der „canonical“ Links	Gut	<=5%
		N der einzigartigen externen Links	Gut	Mind. ein Link
		Durchschnitt. N der internen Links auf Unterseite	Gut	Mind. drei Links

Die Regeln aus der Cluster-basierten Gruppe ermöglichen nun nicht nur die Berechnung der relativen Kennzahlen, sondern schränken die Suche auf ein relevantes Themengebiet ein. Zuerst wird unter Einsatz eines Crawlers und verschiedener Link-Quellen (bing, seokicks.de) die Verlinkung innerhalb

eines Themenbereichs z. B. Mobilfunk ermittelt und in einem Netzwerk zusammengefasst. Dann werden mit Hilfe der Netzwerkanalyse-Software Pajek [5] zwei Zentralitätsmaße berechnet. *Cluster-Indegree-Centrality* entspricht der Anzahl eingehender Links einer Website innerhalb des Clusters. Die *Cluster-Outdegree-Centrality* misst die Anzahl ausgehender Cluster-interner Links. Des Weiteren werden jetzt für die Websites, die zum Cluster gehören, die Verteilungen der Anzahl aller ein- und ausgehenden Links sowie der Unterseiten berechnet. Ferner, untersuchen wir den relativen PageRank (welches Quantil in der Verteilung) und berechnen *Authority*- und *Hub-Werte* mit dem von J. Kleinberg entwickelten HITS-Algorithmus [11]. *Authority* sind Websites von besonders hoher Qualität [11] . *Hubs* sind Websites, die auf Authorities verweisen. Ein und dieselbe Website kann sowohl als Authority, als auch als Hub im Netzwerk fungieren [11]. Für die Cluster-basierten Regeln ist die Annahme weiterhin gültig, dass Websites, die durch hohe Werte in diesen Kennzahlen gekennzeichnet sind, weniger bereit sind, am Link-Tausch zu partizipieren.

Nun liefern die Cluster-basierten ein- und ausgehenden Links sowie die Anzahl der Unterseiten gute Regeln zur Identifikation der potentiellen Kooperationspartner. Liegt die Website unter dem 70%-, 80%- und 90%-Quantil bezüglich der ein-, ausgehenden Links und der Anzahl der Unterseiten, dann kann sie in den Pool der potentiellen Kooperationspartner aufgenommen werden. Die Cluster-Outdegree- und die Cluster-Indegree Centrality-Regel sortieren verhältnismäßig viele potentielle Partner aus. Sie erlauben allerdings einen verlässlichen Ausschluss nicht kooperationsbereiter Websites, wenn beide Kennzahlen gleich Null sind. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass Websites, die am Linkhandel partizipieren, auf thematisch verwandte Websites verlinken oder von diesen verlinkt werden.

Die Cluster-basierten Regeln funktionieren prinzipiell recht gut, aber sind für eine bestimmte Art von Websites unzuverlässig, sie sind schlecht anwendbar auf Blogs. Die meisten gesuchten Kooperationspartner betreiben Blogs, also Online-Tagebücher (der Begriff setzt sich aus Web+Log zusammen), die bestimmte strukturelle Eigenschaften aufweisen. Der dritte Ansatz versucht daher, unter den Websites Blogs zu erkennen, die eine höhere Wahrscheinlichkeit aufweisen, an einer Kooperation interessiert zu sein. Wir identifizieren drei solcher Merkmale, anhand derer man eine Website als Blog erkennen kann.

Erstens, sind die Blogs in einzelne Artikel gegliedert. Inhaltlich bewegen sich die Artikel meist in einem eng abgrenzbaren Themenbereich (z. B. Reisen oder Motorsport). Die Startseite besteht meistens aus einer Vorschau der jüngsten Artikel. Blogs sind eine beliebte Wahl für Online-Marketer, da der gekaufte bzw. getauschte Link in einem Text platziert werden kann, dessen Inhalt sich an die verlinkte Website anpassen lässt. Dies lässt den platzierten Link sowohl für die menschlichen Besucher, als auch für die Analyse-Programme der Suchmaschinen natürlich erscheinen. Zweitens, nutzen die Blogbetreiber häufig kostenlose Content Management Systemen (kurz CMS), wie Wordpress, Joomla! oder Typo3. In CMS werden dynamische oder statische Seiten auf Basis der eigegebenen Inhalte generiert. Häufig werden neben der eigentlichen Inhalts-Seite weitere Seiten wie z. B. Kommentar-, Kategorie- oder Trackback-Seiten (diese ermöglichen den anderen Blog-Betreibern auf den fokalen Blog zu verweisen) angelegt. Die interne Verlinkung der Blogs wird größtenteils vom CMS generiert und ist daher im Vergleich zu manuell erstellten Websites in der Regel wesentlich stärker ausgeprägt, z. B. gibt es deutlich mehr interne Links zu Kategorie-, Kommentar- und Trackback-Seiten. Drittens setzen viele Blogbetreiber eine sogenannte Blogroll ein. Diese kurze Liste soll den Besucher auf weitere Blogs – meist desselben Themengebiets – hinweisen. Neben „befreundeten“ Blogs wird häufig auch auf weitere Websites desselben Blogbetreibers aufmerksam gemacht.

Der dritte Ansatz versucht daher, Websites der oben charakterisierten Art anhand ihrer Verlinkungsstruktur zu erkennen. Zuerst erfasst das Programm alle Unterseiten der Website, um die dort enthaltenen Links zu extrahieren. In einem weiteren Schritt werden eventuell vorhandene Content-Links (Text-Links, die in einen Fließtext integriert sind) bestimmt. Hierfür werden die ausgehenden Links dahin gehend untersucht, ob Sie auf externe Websites verweisen und ob sie auf lediglich einer Unterseite vorkommen. Enthält die Website eine signifikante Anzahl dieser Content-Links und weist sie außerdem einige der oben beschriebenen Charakteristika auf, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit geschlussfolgert werde, dass es sich um ein Blog handelt. Hierbei werden die Content-Links nicht mittels einer Textanalyse ermittelt, sondern anhand der strukturellen Eigenschaften der Unterseiten. Auf Existenz einer Blogroll weist das Vorhandensein externer Links, die auf allen Unterseiten vorkommen, hin. Der Einsatz von CMS wird durch eine große Anzahl von server-seitigen Redirects und der Links mit dem Zusatz „canonical“ verraten. Je mehr dieser Indikatoren vorliegen, desto wahrscheinlicher ist es, dass es sich um ein Blog handelt.

Ferner haben wir festgestellt, dass die Mengen der Websites, die von den Entscheidungsregeln einzeln identifiziert werden, teilweise sehr stark unterscheiden, z. B. Cluster-basierte Regeln erkennen schlecht Blogs und Blogs-basierte Regeln verkennen oft kooperationsunwillige Websites. Daher sollen diese Regeln integriert werden, um möglichst keinen der potentiellen Kooperationspartner auszulassen.

3.3 Beschreibung von EUS

Zunächst beschreibt Bild 1 die Architektur unseres EUS. Als Input dient eine Keyword-Menge zu einem bestimmten Themenkomplex, als Output wird eine Liste mit potentiellen Kooperationspartnern ausgegeben. Das vorgeschlagene EUS zur Identifikation der SEO-Kooperationspartner besteht aus drei großen Komponenten: Eigenentwickelte Module, die Suchmaschinen „Google“ und „Bing“ und der Anbieter von Link-Informationen „seokicks.de“.

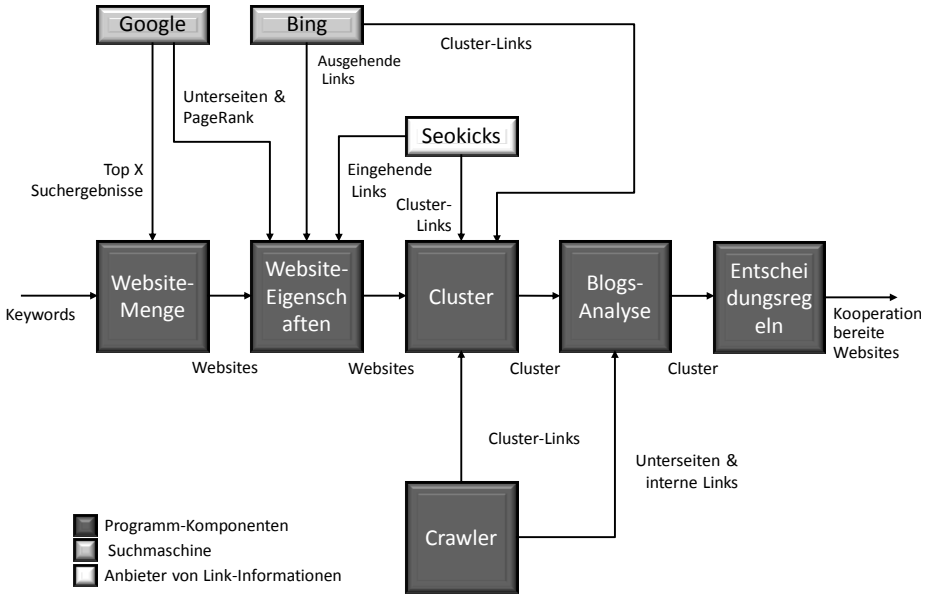


Bild 1: Architektur des Entscheidungsunterstützungssystems

Nach der Eingabe der Keywords zu einem bestimmten Themenkomplex baut das System eine Verbindung zur Suchmaschine Google auf. Als Ergebnis wird eine Grundmenge an Websites geliefert. Im nächsten Schritt werden zu den Websites Daten zu den eingehenden (seokicks.de) und ausgehenden (Bing) Links sowie Anzahl der Unterseiten und PageRank (Google) gesammelt. Mit Hilfe der Suchmaschine Bing, der Link-Datenbank seokicks.de und des internen Crawlers werden die Links ermittelt, welche dann zu einem Netzwerk zusammengefasst werden. Anschließend werden die Websites auf Blog-Eigenschaften untersucht. Schließlich werden auf die Websites die oben vorgestellten Entscheidungsregeln angewendet. Der Nutzer erhält eine Liste der potentiellen Kooperationspartner im Link-Tausch.

Wie oben bereits beschrieben, funktionieren die von uns identifizierten Regeln nicht in allen Bereichen gut. Daher werden die Regeln zusammengeführt. Bild 2 stellt das Zusammenwirken der Regeln dar. Zuerst werden Cluster-basierte Regeln angewendet. Da diese Regeln dazu tendieren, die Blogs auszusortieren, kommen anschließend die Regeln zum Einsatz, die speziell Blogs identifizieren. Die Blogs-Regeln rehabilitieren allerdings auch einige Websites, die grundsätzlich nicht an einem Link-Tausch interessiert sind. Aus diesem Grund werden im dritten Durchlauf diese Websites auf ihren PageRank-Wert und die Anzahl der Unterseiten überprüft. Diese Regeln sortieren endgültig die nicht kooperationsbereiten Websites aus.

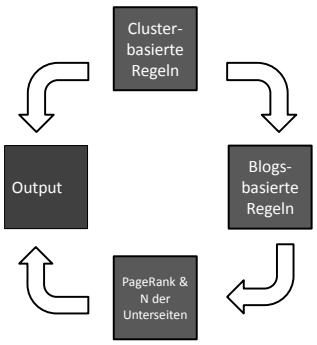


Bild 2: Zusammenspiel der Entscheidungsregeln

4 Evaluation des EUS zur Findung der Kooperationspartner

4.1 Datensätze, Methodik und Ergebnisse

Wir testen das entwickelte EUS an acht Datensätzen aus verschiedenen Domänen, welche in Tabelle 2 zusammengefasst sind.

Tabelle 2: Deskriptive Daten zum Evaluationstest

Datensätze	N Keywords	N der Suchergebnisse pro Keyword	N Websites	N und Anteil pot. Ko-Partner
CARINSURANCE	14	50	175	102 (58,3%)
FITNESS	5	100	433	119 (27,5%)
DIET	5	100	365	129 (35,3%)
FASHION	5	100	425	83 (19,5%)
FINANCE	5	100	393	80 (20,4%)
PREGNANCY	5	100	406	85 (20,9%)
GAMES	5	100	418	138 (33%)
VACATION	5	100	430	102 (23,7%)

Der Datensatz CARINSURANCE basiert auf dem historischen Kundenauftrag. Die restlichen Datensätze werden speziell für unsere Evaluationsstudie folgendermaßen erstellt. Zuerst werden mit Keyword Tool von Google AdWords (https://adwords.google.com/select/KeywordToolExternal) zu einem bestimmten Themenbereich fünf Keywords generiert. Zum Beispiel werden zum Thema Diät folgende Keywords ausgegeben: abnehmen, Idealgewicht, Diätplan usw. Anschließend werden durch die Eingabe der generierten Keywords in die Suchmaske von Google Websites ermittelt. Die Spalte „N Websites" zeigt dann die Anzahl der um die mehrfachen Vorkommnisse bereinigten Websites. Schließlich werden die Suchergebnisse von unabhängigen Experten – Mitarbeiter einer SEO-Agentur – manuell gesichtet und bewertet, ob die Website am Link-Tausch partizipieren würde. Die Spalte „Anteil der potentiellen Kooperationspartner" zeigt, dass die geschätzte Anzahl der potenziellen SEO-Partner nach Meinung der Experten zwischen 19% und 59% liegt.

Tabelle 3: Evaluationsergebnisse Trefferquote, Genauigkeit und χ^2-Unabhängigkeitstest

Datensatz	Kreuztabellen Klassifikation		EUS		Randhäuf. Experten	Treffer quote	Genauigkeit	Ergebnisse χ^2-Test für $\chi^2_{krit.}(0,99; 1)=6,635$
			koop	n.-koop.				
CAR INSURANCE	Experten	koop.	96	6	102	96/102* 100% = 94,18%	96/118* 100% = 81,36%	79,30 > $\chi^2_{krit.}$ signifikant
		n.-koop.	22	51	73			
	Randhäufigkeiten EUS		118	57	Σ=175			
FITNESS	Experten	koop.	94	25	119	78,99%	33,10%	13,06 > $\chi^2_{krit.}$ signifikant
		n.-koop.	190	124	314			
	Randhäufigkeiten EUS		284	149	433			
DIET	Experten	koop.	123	6	129	95,35%	36,07%	1,18 < $\chi^2_{krit.}$ nicht signifikant
		n.-koop.	218	18	236			
	Randhäufigkeiten EUS		341	24	Σ=365			
FASHION	Experten	koop.	82	1	83	98,80%	27,42%	40,00 > $\chi^2_{krit.}$ signifikant
		n.-koop.	217	125	342			
	Randhäufigkeiten EUS		299	126	Σ=425			
FINANCE	Experten	koop.	77	3	80	96,25%	28,95%	37,47 > $\chi^2_{krit.}$ signifikant
		n.-koop.	189	124	313			
	Randhäufigkeiten EUS		266	127	Σ=393			
PREGNANCY	Experten	koop.	81	4	85	95,29%	35,22%	65,37 > $\chi^2_{krit.}$ signifikant
		n.-koop.	149	172	321			
	Randhäufigkeiten EUS		230	176	Σ=406			
GAMES	Experten	koop.	108	30	138	78,26%	49,77%	57,29 > $\chi^2_{krit.}$ signifikant
		n.-koop.	109	171	280			
	Randhäufigkeiten EUS		217	201	Σ=418			
VACATION	Experten	koop.	96	6	102	94,12%	33,93%	47,61 > $\chi^2_{krit.}$ signifikant
		n.-koop.	187	141	328			
	Randhäufigkeiten EUS		283	147	Σ=430			
Durchschnitt						91,40%	40,73%	

Zunächst wird unser EUS anhand zweier Metriken aus dem Bereich „Information Retrieval": *Trefferquote* und *Genauigkeit* [14] charakterisiert (Tabelle 3). Die *Trefferquote (Recall)* bestimmt, wie viele der kooperationsbereiten Websites als solche identifiziert werden (z.B. 100% Trefferquote, wenn alle 102 Kooperationspartner aus dem Datensatz CARINSURANCE vom System gefunden werden). Die *Genauigkeit (Precision)* gibt an, wie viele von den als relevant identifizierten Websites tatsächlich relevant sind [14]. Die Trefferquote liegt im Durchschnitt bei 91,4% und weist eine geringe Variation zwischen den Domänen (mit Ausnahme von FITNESS) auf. Die Genauigkeit liegt dagegen bei 40,73% und variiert stärker zwischen den Domänen. Der niedrige Wert bei der Genauigkeit muss in

Kauf genommen werden, da es für die Linkbuilder wichtig ist, keinen der potentiellen Partner auszulassen. Die Ergebnisse hinsichtlich der Trefferquote und der Genauigkeit zeigen, dass unser EUS robust in Bezug auf die Anwendungsdomäne ist und somit ohne weitere Anpassung in verschiedenen Domänen eingesetzt werden kann.

Die Ergebnisse des χ^2-Unabhängigkeitstests mit 1 Freiheitsgrad zeigen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit weniger als 1%, dass unser EUS die Websites bis auf den Datensatz DIET genauso gut klassifiziert wie die Experten. Die insignifikanten Ergebnisse für den Datensatz DIET sind auf eine hohe Anzahl der Websites, die vom EUS als kooperationsbereit eingestuft worden sind (341 von 365), zurückzuführen.

4.2 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Der Algorithmus bzw. dessen Implementierung in Form eines Computerprogramms kann als Werkzeug verstanden werden, das die Produktivität von Mitarbeitern in Linkbuilding erhöht. Zuerst werden zu einem bestimmten Themenbereich Websites recherchiert. Die Vorgehensweise ist hierbei teilweise sehr unstrukturiert und sehr zeitaufwendig. Nach einer erfolgreichen Bewertung hinsichtlich der Kooperationsbereitschaft im Link-Tausch bzw. Link-Kauf werden die als kooperationsbereit identifizierten Websites kontaktiert. Falls die kontaktierte Website Interesse bekundet, werden die Konditionen verhandelt. Unser EUS übernimmt vollständig die Recherche nach den potentiellen Kooperationspartnern und liefert dem Linkbuilder eine Vorauswahl an Websites, welche dann manuell überprüft und kontaktiert werden. Unser EUS bietet einige Vorteile. Erstens, im Gegensatz zur manuellen Recherche geht das EUS bei der Suche nach den potentiellen Kooperationspartnern sehr systematisch vor: Keywordsuche, Speichern der ersten N Suchergebnisse durch die Eingabe der Keywords, Bereinigung der doppelten Vorkommnisse. Zweitens, durch die Übernahme der sehr zeitintensiven Recherche entsteht eine Möglichkeit die Arbeitszeit bis zu zwei Arbeitstagen zu sparen. Drittens, das EUS reduziert die Anzahl der zu bewertenden Websites im Schnitt um 40% (Output EUS/ Anzahl der Websites). Letztendlich, besteht die Möglichkeit die Aufträge zu parallelisieren: Während der Linkbuilder die Websites manuell sichtet und Kontakt zu den potentiellen Partner aufnimmt, kann das EUS schon den nächsten Auftrag bearbeiten.

Tabell 4: Wirtschaftlichkeitsanalyse

Datensatz	N_m	N_{EUS}	O_{EUS}	K_m in EUR	K_{EUS} in EUR	Δ Kosten	Δ Kosten in %
CARINSURANCE	102	96	118	442,00	274,88	167,12	37,81%
FITNESS	119	94	284	515,67	296,11	219,56	42,58%
DIET	129	123	341	559,00	382,56	176,44	31,56%
FASHION	83	82	299	359,67	266,51	93,16	25,90%
FINANCE	80	77	266	346,67	247,89	98,77	28,49%
PREGNANCY	85	81	230	368,33	252,80	115,53	31,37%
GAMES	138	108	217	598,00	322,72	275,28	46,03%
VACATION	102	96	283	442,00	301,28	140,72	31,84%
Durchschnitt	104,75	94,63	254,75	453,92	293,09	160,82	34,45%

Die folgende Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt, welches Potenzial hinsichtlich eingesparter Personal- und Zeitkosten gehoben werden kann. Aus der Erfahrung unseres Praxispartners benötigt man für die Recherche und Bewertung eines potentiellen Kooperationspartners ca. t_m = 10 Minuten, das Anschreiben und gegebenenfalls die Verhandlungen umfassen weitere a = 10 Minuten und v = 30

Minuten. Die Konversionsrate c liegt etwa bei 20%. Der Stundenlohn betrage S = 10 €/Std. (Werkstudentengehalt). Da der Output unseres EUS O_{EUS} ebenfalls nicht kooperationsbereite Websites enthält, müssen diese noch mal manuell überprüft werden. Dieser Vorgang kann bis zu ca. t_{EUS} = 1 Minute pro Website in Anspruch nehmen. N ist die Anzahl der potentiellen Kooperationspartner. Die Kostenersparnis sieht folgendermaßen aus:

$$\Delta K = K_{EUS} - K_m = S(O_{EUS}\, t_{EUS} + N_{EUS}\, [a + c\, v]) - S\, N_m (t_m + a + c\, v)$$

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse in 4zeigen, dass unser EUS hilft, bis zu 160,82€ bzw. 34,45% Kosten pro Suchvorgang zu sparen. Der Einsatz von EUS zur Bestimmung der potentiellen Kooperationspartner ermöglicht somit einer SEO-Agentur höhere Margen pro Auftrag zu erzielen. Durch Anwendung des Algorithmus kommen zwar weniger Linkkäufe zustande (durchschnitt. Trefferquote), der Kostenvorteil überwiegt jedoch den entgangenen Gewinn. Beispielsweise steht beim Datensatz mit der niedrigsten Trefferquote (GAMES) dem entgangenen Gewinn von 240€ (bei einer Durchschnittsmarge von 40€ und einer Konversionsrate von 20%) die Kostenersparnis von etwa 275€ gegenüber.

Es wäre denkbar, den Gesamtprozess bis hin zum Anschreiben der potentiellen Kooperationspartner zu automatisieren, jedoch empfehlen unsere Praxispartner diesen Schritt nicht vorzunehmen. Es besteht eine Gefahr, dass standardisierte Mails als Spam eingestuft werden und damit die Konversionsrate negativ beeinflussen können.

5 Fazit und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit ist es, ein Programm zur automatisierten Identifikation möglicher SEO-Kooperationspartner zu entwickeln. Hierzu wurden anhand zweier Datensätze explorativ drei Arten von Entscheidungsregeln abgeleitet: globale, Cluster- und Blogs-basierte. Das EUS, das diese Ansätze vereint, erlaubt es, relativ präzise Vorhersagen über die Kooperationsbereitschaft einzelner Websites zu machen. Die Evaluationsstudie mit acht Datensätzen zeigt, dass das Programm robust ist und ohne zusätzliche Kalibrierung gute Ergebnisse in anderen Domänen liefert. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt, dass unser EUS ein gutes Kosteneinsparpotenzial bietet.

Die Arbeit weist jedoch einige Limitationen auf. Erstens, wäre es besser, wenn man in die Evaluationsstudie anstatt der potentiellen Kooperationsbereitschaft die tatsächlichen Kooperationen hinzuziehen würde. Dies war uns nur beschränkt möglich, da das Anschreiben aller als potentiell ermittelten Kooperationspartner den zeitlichen und Budgetrahmen sprengen würde. Zweitens, lange Antwortzeiten konnten wir nicht in Kauf nehmen. Zweite Einschränkung der Arbeit besteht darin, dass das Output des Systems nicht in eine Rangordnung gebracht wird. Es wäre daher denkbar, in der Weiterentwicklung des Systems, dass die Websites nach ihrer Wahrscheinlichkeit im Link-Tausch zu partizipieren zu ranken.

Es wäre ferner möglich, den vorgestellten Algorithmus mit anderen Technologien und Verfahren zu kombinieren und somit weiter zu verbessern. So wären z. B. die Inhaltsanalyse einer Website oder die Suche nach bestimmten Schlüsselwörtern in der URL vielversprechende Ergänzungen. Insbesondere der Blogs-Analyse-Teil könnte davon profitieren. Weitere Verbesserungen der Suchergebnisse könnten dadurch erreicht werden, dass die Klassifikationen der Websites Domäne-übergreifend Verwendung fänden. Wäre eine Website bereits in mehreren Analysen als kooperationsbereit bzw. nicht kooperationsbereit klassifiziert worden, könnte diese Information in späteren Analysen helfen,

diese richtig einzuordnen. Dies ließe sich noch dadurch ausbauen, dass die Wertung des (menschlichen) Benutzers gespeichert und für weitere Analysen verwendet würde.

6 Literatur

[1] Alpar, A; Wojcik, D (2010): Das Große Online Marketing Praxisbuch. Alle wichtigen Aspekte (6).

[2] Brin, S; Page, L (1998): The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer Networks and ISDN Systems* 30(1):107-117.

[3] Curran, K (2004): Tips for Achieving High Positioning in the Results Pages of the Major Search Engines. *Information Technology Journal* 3(2):202-205.

[4] Davis, H (2006): Search Engine Optimization. O'Reilly.

[5] de Nooy, W; Mrvar, A; Batagelj, V (2005): Exploratory Social Network Analysis with Pajek. Cambridge University Press.

[6] Evans, MP (2007): Analysing Google Rankings through Search Engine Optimization Data. *Internet research* 17(1):21-37.

[7] Fishkin, R (2011): SEOmoz: Search Ranking Factors. http://www.seomoz.org/article/search-ranking-factors. Abgerufen am 15. 02 2012.

[8] Jansen, BJ; Spink, A (2006): How Are We Searching the World Wide Web? A Comparison of Nine Search Engine Transaction Logs. *Information Processing & Management* 42(1):248-263.

[9] Hanson, WA; Kalyanam, K (2007): Internet Marketing & E-Commerce. Thomson/South-Western.

[10] Hevner, AR; March, ST; Park, J, Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105.

[11] Kleinberg, JM (1999): Authoritative Sources in a Hyperlinked Environment. *Journal of the ACM (JACM)* 46(5):604-632.

[12] Malaga, RA (2007): The Value of Search Engine Optimization: An Action Research Project at a New E-Commerce Site. *Journal of Electronic Commerce in Organizations (JECO)* 5(3):68-82.

[13] Malaga, RA (2008): Worst Practices in Search Engine Optimization. *Communications of the ACM* 51(12):147-150.

[14] Salton, G (1989): Automatic Text Processing: The Transformation, Analysis, and Retrieval of Information by Computer. Addison-Wesley.

[15] Wasserman, S; Faust, K (1994): Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge University Press.

[16] Witten, IH; Frank, E; Mark, AH (2006): Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. 3. Edition, Morgan Kaufmann, Amsterdam.

[17] Zhang, J; Dimitroff, A (2005): The Impact of Webpage Content Characteristics on Webpage Visibility in Search Engine Results (Part I). *Information Processing & Management* 41(3):665-690.

[18] Zhang, J; Dimitroff, A (2005): The Impact of Metadata Implementation on Webpage Visibility in Search Engine Results (Part II). *Information Processing & Management* 41(3):691-715.

Classification Framework for Analyzing Business Models of E-Marketplaces

Christopher Hahn

Technische Universität Berlin, Berlin, Germany, E-Mail: christopher.hahn@tu-berlin.de

Stine Labes

Technische Universität Berlin, Berlin, Germany, E-Mail: stine.labes@tu-berlin.de

Rüdiger Zarnekow

Technische Universität Berlin, Berlin, Germany, E-Mail: ruediger.zarnekow@tu-berlin.de

Abstract

Motivated by the developing trend of electronic marketplaces focusing on Cloud business applications, this paper proposes a three level classification framework for business models of electronic marketplaces (EM) by synthesizing the literature on both topics. We use a four dimensional structure (value proposition, value architecture, value network and value finance) to cluster relevant characteristics of EMs in order to capture a holistic view of the business model. We use a case study of an EM that offers (Public Cloud) business applications to proof our conceptual framework.

1 Introduction

The standardization of IT services and delivery models (e.g. Cloud Computing) has disposed several companies to offer and sell business applications via electronic marketplaces as successfully seen in several other industries. Prominent examples of such marketplaces for Cloud services were developed and operated by companies like Telekom, Fujitsu, HP or Salesforce. EMs have been a frequently featured topic in information systems research domain reflecting their importance as well as their practical development (hype and later consolidation) [1]. This development is continuing nowadays and spanning into new areas and industries (such as Cloud Computing). The benefits of such developments are promising and only recently researcher asked in which directions e-marketplaces will evolve and what kind of services they will focus on [1]–[3]. The hypotheses include a greater range of services and a stronger focus on aggregation and knowledge. Hence, the specifics of the overall business model 'electronic marketplace' may vary substantially or capture value of the accumulated value chain. Therefore, a framework is required to thoroughly analyze all aspects of the business model. To date, researchers have proposed different taxonomies [4] or structural characteristics (e.g. [5])that describe parts of the business model. A holistic overview of characteristics determining and constituting the business model is to the best of our knowledge missing.

With our research, we aim to set a basis for analyzing the competitive ability of electronic Cloud marketplaces. For this field of interest we formulate the following research questions:

- What is the current state of research on business models of electronic marketplaces?
- How can we classify business models of e-marketplaces?

As basis to conduct the analysis, we develop a marketplace business model framework. We derive this framework from a comprehensive literature study of electronic marketplaces and business models. With the help of the framework, different marketplace business models can be generalized to a common structure. We do not claim to analyze the complete business model construct in all its details. This will give advantage for the comparison of the different business models. Finally, the framework will be evaluated with the Telekom Cloud Business Marketplace.

2 Background

2.1 Business Models

The term „business model" is a much debated topic within academic research and practice. In a generic view, a business model is an abstract pattern of a business, but the details are interpreted in many different approaches [6]. Summarizing, a business model describes how to create, deliver and capture value [7], [8]. The various opinions about the business model discussion were collected and classified by many researchers [7], [9], [10]. Some authors consider differences and conspicuities for business models in e-businesses [11], [12]. A popular approach to analyze business models is the component-based business model canvas of Osterwalder [7] see e.g. [9]. Recent literature has also focussed the procedure of business model design and respective tools that can support this process [13].

2.2 B2B Electronic Marketplaces and Related Work

Electronic marketplaces (e-marketplaces or EM) can be defined as an inter-organizational information system which enables buyers and sellers in a certain market to exchange information about prices and product offerings, also supporting the identification of potential trading partners and execution of transactions [1]. This topic has been studied extensively within the last decades underlining its importance in research and practice. Among the most prominent aspects examined are the general functions and benefits of an EM such as efficiency, pricing effects, search costs and operational performance [1], [14]. Further, the system of EMs for auction purposes and types [1] as well as trust issues has been in the focus of the research [15], [16]. Another frequently studied theme is adoption and related issues, such as approaches, benefits and barriers [17], [18]. Moreover, strategy [19]–[21] and success measurements [22] have been studied extensively.

Some researchers have already developed classification frameworks or taxonomies for analyzing EMs [2], [12], [23]–[25]. In particular, classifications have been proposed in order to assess business models [3], [26], [27] or assess certain features in specific industries, e.g. collaboration in the product goods industry [28]. Nonetheless, as Wang and Archer [4] note these classifications have been criticized for their lack of parsimony and there are still misunderstandings about EM definitions, classifications and the relationships among them. Furthermore, they often do not explicitly involve aspects of a business model. We will try to address this issue by using the business model concept as a surrounding framework and structure marketplace characteristics appropriately.

3 Research Method

3.1 Research methodology

As the research methodology for the manuscript at hand, we conduct a comprehensive literature survey. The literature was collected from journals and conferences in the area of information systems. To identify relevant and high quality articles, we based our selection on the AIS World MIS Journal Ranking for IS and Management literature, the VHB-Jourqual Ranking for Information Systems Management, and the VHB WK WI Ranking. To exhaust the coverage of the leading journals and conferences [29], scientific databases are applied: AISeL, EBSCO (Business Source Complete), Science Direct (Source: Business, Management and Accounting; Computerscience), and IEEE Xplore (Source: Communication, Networking & Broadcasting; Computing & Processing). The following key words are used as search items (combinations) in the title, keywords and abstracts of the articles: “electronic marketplaces”, “e-marketplaces”, and “business model”. For quality insurance reasons, dissertations, textbooks, and unpublished working papers were excluded from the analysis. Having identified the relevant articles, a detailed analysis of the articles was conducted to fill the above-mentioned four v-dimensions with criteria for marketplaces and to build a marketplace business model framework. This framework is a tool for the analysis of EM business models and needs to be validated. For this reason, we tested the framework with the Telekom Cloud Business Marketplace and record conspicuities and required modifications for the final framework. In Germany, the Telekom Business Marketplace is well-known and aggregates Cloud-based software and tools for financing, accounting, customer management, project management, collaboration, marketing, support, security, and office on a marketplace. The data collection took place in July 2013 and only publicly available material has been used (web site, articles etc.). Two researchers have coded the data in order to reduce subjectivity bias.

3.2 Analytic Framework

In order to analyze the business models of electronic marketplaces for Cloud Computing services we clustered the literature according to the four business model dimensions developed by Al-Debei & Avison: value proposition, value architecture, value finance, and value network [9]. This comprehensive framework is based on and synthesized from a review of the scholarly work of over 20 authors including Osterwalder [7] and Amitt & Zott [11]. In the following we will present the detailed evaluation criteria subtracted from the literature. In addition, the quality of these dimensions should be assured as it is published in a highly ranked journal. Therefore, we use this dimensions as a structural foundation for our research.

Table 1 presents the **value proposition** dimension of our evaluation framework, which is further detailed into sub-dimensions, evaluation criteria and sources respectively. The value proposition dimension describes the value elements inherent in the product offering. Other than that, targeted customer segments including their preferences should be considered as well [9].

Table 1: Value proposition dimension

Sub-dimension	Criterion	Sources
Value creation	Communication	[30]
	Brokerage	[30]
	Integration	[30]
Products offered	Commodity vs. differentiated	[3], [4], [23]
	Manufacturing vs. operating input	[3], [24], [28]
	High vs. low cost products	[3]
Market & customer characteristics	Customer segments	[7], [9]
	Number of participants	[4]
	Industry scope	[4], [24], [28]
	Geographic location (of buyers &	[3]
	Size (of buyers & sellers)	[3]
	Fragmentation	[3][24]

The first sub-dimension *value creation* considers the bundle of products and services that create value and are the reason why customers should choose this EM [7]. The first criterion *communication* reflects that by using ICT either the costs for communication can be substantially decreased or we can communicate more in less time [30]. *Brokerage* in general improves coordination efforts and more specifically in terms of electronic markets it eliminates the necessity of contacting a large number of suppliers or buyers by using a database (or more advanced matching algorithms) [30]. Another advantageous effect of electronic coordination is *integration* by using IT to bridge inter-organizational processes at the interface between value-added stages and thereby enabling a coupling of these processes [30].

Within the next sub-dimension (*products offered*), we distinguish the products offered by the EM. The first criterion captures whether these products are rather *commodity or differentiated goods* [3]. Further, the evaluation framework differentiates between goods that are part of a company´s main business (*manufacturing*) and other e.g. office material (*operating*) (comparable to direct vs. indirect goods concept [28]) [24]. Last, we consider the relative *costs* of the products that are traded via the marketplace.

The following sub-dimension (m*arket & customer characteristics*) captures the characteristics of the target market as well as of the participating customers. *Customer segments* can be defined as those groups of organizations the EM aims to do business with [7]. A very intuitive way to classify EMs by its *number of participants* (e.g. many-to-many, many-to-few, many-to-one etc.) [4]. Furthermore, an EM can be classified on whether he has a specific *industry scope* (vertical), i.e. serving the needs of a particular industry or offers products or services that can be used by all industries (horizontal). Additionally, the participants (buyers & sellers) of a marketplace can be *geographically* dispersed or focused. In the same vein, these participants can be distinguished by their *size* [3]. Buyers and sellers of EMs can also be characterized by their degree of *fragmentation* [3].

The **value architecture** dimension captures the organization as a whole, which is organizational design and infrastructure, technological architecture, and their respective configurations. The dimensions of our evaluation framework derived from the literature are summarized in Table 2.

The first sub-dimension is taken from the evaluation of Dai & Kauffman [26] and considers the *basic market functions*. First, in terms of *aggregation*, EMs compile and integrate product offerings (i.e. product and pricing information) commonly realized as an electronic catalogue. Thereby supply and demand is aggregated and enables one-stop shopping [31]. Second, *matching* supply and demand in EMs is implemented as dynamic trading processes or dynamic pricing markets [26], [31]. Third, *facilitation* of market transaction in terms of settlement, payment and logistics can be considered a basic function as well [26], [31].

The second sub-dimension (*management needs*) considers requirements in terms of information and control flows across the inter-organizational systems and processes [26]. *Procurement expertise and knowledge* offered by EMs to enhance sourcing decision making for firms is often realized through the following mechanisms: Tools and reports, industry-specific knowledge through transaction data or collaborating & joint ventures. Electronic markets can further *support* information flows or workflows across (downstream) business processes depending on the nature of the product [28].

The *Role of technology adapters* considers the fact that B2B EMs have extended their offerings to technology services, which can broadly be categorized accordingly. First, *system integration* increases the number of business partners that can access the network and is itself an indispensable component for efficient inter-organizational information systems [26]. Second, EMs acting as *standards providers* are enhancing connectivity to the network by implementing standards (e.g. protocols or data formats) that enable a smooth and relatively effortless connection [26]. Third, EM operators may help member firms to overcome technology adoption hurdles such as high knowledge barriers by providing *outsourcing services* (for e.g. marketplace portal itself or other connected systems).

Within the *institutional infrastructure* sub-dimension, aspects are considered that protect participants in terms of compliance as well as opportunistic behavior. Within *legal and regulatory* aspects that ensure compliance to regulations and laws are summarized [31]. Moreover, a certain level of *trust* between market and transaction parties is necessary, such as third party checks in terms of credit worthiness and reputation and so forth [15].

Within the **value network** dimension (see Table 3), cross-company or inter-organization perspective is covered describing a way in which transactions are enabled among the several parties through coordination and collaboration mechanisms. This fosters the organization of the whole value system and determines whether the system is open or rather closed and how the actors relate to each other [9].

The first sub-dimension is *channels & customer relationship* and comprises two criteria. First, *a channel type* specifies the communication interfaces to the customer to deliver value. Going one step further, *customer relationships* defines the types of relationships that are established with these customers and range from (dedicated) personal assistance over self-services or automated services to communities and co-creation approaches [7].

The second sub-dimension is *key partnerships* and contains two criteria as well. The description of how the network of suppliers and partners might enable the business model is captured with *key partners and roles*. The *key technology* criterion borrows the idea of technological eco-systems and lock-in effects [11], see e.g. [32].

Table 2: Value architecture dimension

Sub-dimension	Criterion	Sources
Basic market functions	Aggregation	[26]
	Matching	[26]
	Facilitation	[26]
Management needs	Procurement expertise and knowledge	[26]
	Business process support	[26], [28]
Role of technology adapters	System integrators	[26], [28]
	Standards providers	[26], [28]
	Outsourcing vendors	[26]
Institutional infrastructure	Legal and regulatory	[31]
	Trust	[15], [26], [31]

The last sub-dimension covers aspects related to market and *transaction governance* as well as *communication flows* between participants. A *relationship strategy* is formed when participants buy and sell products online, which can be either a market or a hierarchy resulting in different requirements for technological support. The *participant behavior* classification is based on empirical observations and is related to the previous criterion. It specifies whether it is an one-off relationship (spot buying), preferred supplier (repeat buying) or even single supplier (program buying) [4]. The *ownership* criterion differentiates between independent (public or open EM, often established by a third party), consortia-based (established by buyer or seller consortium), or private marketplaces [4]. *Power asymmetries* occur when an EM serves the interests of one set of participants more than the others (biased) and can be further differentiated in buyer- or seller-oriented [4]. Moreover, we can classify according to their *market structure*. That is, buyers and sellers are able to contact each other

directly (decentralized) or only via the EM (centralized) where they typically act as brokers or auction platforms [3]. The *market mechanism* describes how activities are coordinated and differentiates between aggregator, exchange, auction site, or collaboration platform [4]. Aggregators aggregate many buyers or sellers and establish catalogues where prices can be static or negotiated. Instead, real-time bid and ask would occur in an exchange. Auctions are limited in a session-based way where biddings are given on request. In contrast, collaboration platforms do not support transactions but rather enable facilitation and business process support through different mechanisms where terms and prices are agreed outside.

The fourth dimension of **value finance** comprises aspects that relate to costs, revenue streams and respective pricing methods and has a fundamental impact on the other three business model dimensions [9]. Table 4Table 1 presents the resulting dimension of our evaluation framework.

The *costs* sub-dimension considers the most important costs within the business operations where the two classes of cost structures can be distinguished: cost-driven (low cost focus) and value driven [7]. *Revenue models* can further be differentiated into membership fees, usage fees, transaction fees, posting fees, advertising revenue, permission marketing fees, software licensing or a general turnover percentage. These modes can also be combined or mixed. *Pricing methods* distinguish how to set the price structure and can be distinguished in fixed and dynamic pricing in general [7].

Table 3: Value network dimension

Sub-dimension	**Criterion**	**Sources**
Channels & customer relationship	Channel types	[7], [9]
	Customer relationships	[7], [9]
Key partnerships	Key partners & roles	[7], [9]
	Key technology	[11], [32]
Transaction governance & communication flows	Relationship strategy	[4], [33], [34]
	Participant behavior	[4], [24]
	Ownership	[4], [35]
	Power asymmetries	[4], [24], [25], [33]
	Market structure	[3]
	Market mechanism	[4]

Table 4: Value finance dimension

Sub-dimension	Criterion	Sources
Costs	Type of costs	[7], [9]
Revenue	Revenue model	[9], [28]
Pricing	Pricing methods	[9]

4 Classification Framework - Proof of Concept

4.1 Case Analysis and Discussion

The *Telekom Business Marketplace* intention is to give small and medium sized enterprises access to business applications via the SaaS delivery model. Besides maintaining an electronic catalogue and enabling the booking via the platform, it offers several other services and offerings. In the following, we will present the four business model dimensions including its criteria applied to the Telekom case.

Table 5: Value proposition of Telekom Business Marketplace

	Case Study: Telekom Business Marketplace			
	Sub-dimension	**Criterion**	**Buyer**	**Seller**
Value proposition	Value creation	Communication	Relatively high	
		Brokerage	Relatively high	
		Integration	Relatively low	
	Products offered	Commodity vs. differentiated	Rather standardized products (SaaS only)	
		Manufacturing vs. operating	Operating input	
		High vs. low cost products	Rather low cost	
	Market & customer characteristics	Customer segments	German SME with SaaS/ IT needs	Software developers and service providers
		# Participants	Few-to-many , intended many-to-many	
		Geographic location	National	National & International
		Size (of buyers and sellers)	Predominantly SME companies	Medium and large
		Industry scope	Horizontal (no industry focus)	
		Fragmentation	Fragmented (both)	

The results of the **value proposition** dimension are detailed in Table 5. In terms of 'value creation' we had the impression that the Telekom marketplace focuses on providing product information and pre-negotiated prices and conditions (communication) as well as searching and matching mechanisms (brokerage). The products that are offered are business SaaS solutions, which are considered mostly operating input and relatively low cost. Target buyer segments are German SME companies whereas targeted sellers may also be international large corporations. The Telekom marketplace is intended to establish a many-to-many, horizontal market. SME buyers are relatively fragmented as is the market of SaaS applications.

The results of the application of the **value architecture** criteria to the Telekom case are depicted in Table 6. Basically, the marketplace maintains an e-catalogue with business SaaS offerings from sellers with static prices which can be searched and that is also pre-categorized. Moreover, the platform enables transaction settlement and supports their partners in marketing and sales activities. Facilitation takes place when invoices and payments are made via the Telekom landline invoices. They provide reports for both sides and enable business relationships between sellers (providers) via access to their own network. In terms of business processes, the EM supports sub-processes on both sides (see Table 6 for details). Furthermore, they offer integration for application authentication (Single-Sign-On) and follow the OpenStack Cloud Architecture definition. Telekom offers outsourcing capabilities for the SaaS applications allowing them to focus on the development instead of infrastructure management. In addition, they focus on providing both, trust and security. First, they provide secure infrastructure hosting in Telekom owned data center (optional). Second, they evaluate partners and solutions according to certain quality standards before the offer is available in the market place. Third, they use the well-known brand for their expertise to create trust.

Table 6: Value architecture of Telekom Business Marketplace

	Case Study: Telekom Business Marketplace			
	Sub-Dimension	**Criterion**	**Buyer**	**Seller**
Value architecture	Basic market functions	Aggregation	_ Price and product information of SaaS applications _ Loose bundling of applications _ Sorting and categorization & tagging	_ Platform for product information _ Access to customer network and data/ preferences
		Matching	_ Search engine (keywords etc.) _ 30 day trials (free of charge) _ E-Catalogue of SaaS applications _ Transaction settlement	_ E-catalogue for offerings and prices _ Marketing & sales support incl. recommendations _ Transaction settlement
		Facilitation	_ Access to applications via Portal	_ Payment via Telekom landline invoice
	Management needs	Procurement expertise & knowledge	Reporting on Costs and Suppliers as well as consumption	Reporting on customers usage and payments
		Business relationships		_ Access to partner network of Telekom (but not to customers)
		Business processes	_ Basic License Mgmt _ Performance Mgmt (Health Status Monitoring) _ Solution pre-evaluation (pre-testing) (Support)	_ Performance Mgmt (Health Status Monitoring) _ 1st Level Support/ Help Desk _ Business Development
	Role of technology adapters	System integrators	_ Single-Sign-On	
		Standards providers	OpenStack Cloud Architecture (follower)	
		Outsourcing vendors		_ Hosting (IaaS) for SaaS providers
	Institutional infrastructure	Regulatory		
		Trust & security	_ Careful selection of Service Providers _ Pre-evaluation of applications in terms of functionality, usability and interfaces _ Secure datacenters (especially the Telekom DC) & Hosting mostly in Germany _ Customer data in Telekom DC and only provided to Service Providers if necessary _ Telekom Brand & Expertise _ User reviews and ratings of applications	

The results of the application of the **value network** criteria are presented in Table 7. In terms of sales, the Telekom EM has obviously chosen a direct approach via sales force at fairs and web sales via the portal itself. Customer relationships are managed with the help of personal assistance, self-services and co-creation approaches, such as user ratings for booked applications. Besides serving a two-sided-

market and therefore dealing with network effects (i.e. the need for providers), no key partners could be identified. The web-based market platform can be considered as the only key technology, which also creates a relatively small lock-in effect. The Telekom is an independent owner of the platform that aggregates buyers and sellers via static prices (aggregator). Communication occurs via the EM and can therefore be interpreted as decentralized. Buying behavior can be described as 'spot buy' (non-systematically) and no bias in terms of power could be identified.

Table 7: Value network of Telekom Business Marketplace

	Case Study: Telekom Business Marketplace			
	Sub-dimension	**Criterion**	**Buyer**	**Seller**
Value network	Channels & customer relationship	Channel types	Direct (sales force (fairs etc.), web sales (portal))	
		Customer relationships	Personal Assistance (Call Center, E-Mail), Self-Service (FAQ, Documentations), Co-Creation (user reviews)	
	Key partnerships	Key partners & roles	(Software Provider (2 sided market))	
		Key technology	Market Platform (Registration, Administration, Certification and API Implementation)	
	Transaction governance & communication flows	Relationship strategy	Market-oriented	
		Participant behavior	Spot Buy	
		Ownership	Independent	
		Power asymmetries	Neutral	
		Market structure	Decentralized	
		Market mechanism	Aggregator	

In the last dimension, the **value finance**, we didn´t find any cost-related information, probably due to the nature of our data collection. Telekom does not charge buyers directly, but captures a share of the revenue of the application instead. However, the exact size of the share will be negotiated individually with each partner.

Table 8: Value finance of Telekom Business Marketplace

Value finance	**Case Study: Telekom Business Marketplace**			
	Sub-Dimension	**Criterion**	**Buyer**	**Seller**
	Costs	Type of Costs	n/a	
	Revenue	Revenue Model	no fees etc.	Revenue Sharing (Percentage)
	Pricing	Pricing Methods	-	Dynamic Pricing (Negotiating Percentage)

4.2 Evaluation of the Framework

In general, the classification framework allows to systematically capture various aspects that altogether form the business model of a platform. Therefore, it can serve as a starting point for a more detailed analysis on various levels and criteria. For example, a relative comparison of each criterion between peers (Cloud Computing EMs) may discover many interesting similarities and differences. For practice, it provides a good starting point for decision makers, consultants and analysts looking to design, evaluate or alter a business model for EMs. It allows them to think about the most important design choices and delete unimportant aspects for their case. It would be a benefit to derive explanations for the success of (certain) EMs based on (a set of) criteria. Furthermore, the set of criteria in this framework is larger compared to other frameworks and in addition it provides a connection to the respective component of the business model for each criterion.

At the same time, the number of criteria increases complexity and requires a certain amount of effort to familiarize with the framework. Furthermore, due to the complexity it may become difficult to identify the relevant aspects. The framework is intentionally not drafted to judge the specific business models. Moreover, the framework does not consider any relationships between the criteria explicitly. In terms of balance (i.e. equal distribution of sub-dimensions and criteria), we see a drawback for the following reasons. First, the framework has obviously more criteria in the ‘value proposition’ and ‘value architecture’ dimensions. Second, with respect to specificity of the criteria it is obvious that most of them stem from specific literature on electronic marketplaces but due to non-availability of theoretical literature in some areas (e.g. key partners), we had to rely on more general literature. Nonetheless, we think this framework can be a valuable tool for analyzing business models of electronic marketplaces, especially with making a distinction between buying and selling parties.

5 Outlook & Limitations

To summarize, we have presented a framework that consists of three levels (dimensions, sub-dimensions and criteria) that allows researchers and practitioners to classify business models of electronic marketplaces. The framework is extracted from the literature on business models and electronic market places and is therefore reasoned in theory as well as quality assured. It is intended to create a holistic view of the business model of an electronic marketplace. We then showed a proof of concept using the electronic marketplace of a German telecommunications provider offering SaaS business applications. Within critical reflection strengths, drawbacks and options for improvement have been identified.

The main limitation of this study lies in the subjective allocation of criteria to the four business model dimensions according to their respective definitions. Further, data was collected via publicly available material and coding may also be biased by subjective interpretation of the researcher. We will further evaluate the framework by increasing the number of cases in the same domain and validating the public information with internal data by interviews. This data can then be used to create strategic archetypes of business models for electronic markets specializing in Cloud Computing. This is especially interesting as some services offered (e.g. standardization and integration) may have huge impacts on IT architecture on adopting companies. For this archetype approach a classification scheme on how to assess crucial aspects of a business model is required, e.g. which activities are essential to deliver the value proposition.

6 References

[1] S. Standing, C. Standing, and P. E. D. Love, "A review of research on e-marketplaces 1997–2008," *Decis. Support Syst.*, vol. 49, no. 1, pp. 41–51, Apr. 2010.

[2] P. Weill and M. R. Vitale, *Place to space: Migrating to eBusiness Models*. Harvard Business Press, 2001.

[3] C. Soh and M. Markus, "Business-to-Business E-Marketplaces: A Strategic Archetypes Approach," in *ICIS 2002 Proceedings*, 2002, p. Paper 86.

[4] S. Wang and N. P. Archer, "Electronic marketplace definition and classification: literature review and clarifications," *Enterp. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 1, pp. 89–112, Feb. 2007.

[5] C. Standing, P. E. D. Love, R. Stockdale, and D. Gengatharen, "Examining the relationship between electronic marketplace strategy and structure," *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 53, no. 2, pp. 297–311, May 2006.

[6] C. Zott, R. Amit, and L. Massa, "The Business Model: Recent Developments and Future Research," *J. Manage.*, vol. 37, no. 4, pp. 1019–1042, May 2011.

[7] A. Osterwalder, Pigneur Yves, and C. L. Tucci, "CLARIFYING BUSINESS MODELS : ORIGINS , PRESENT , AND FUTURE OF THE CONCEPT," *Commun. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 15, no. May, pp. 1–25, 2005.

[8] B. W. Wirtz, O. Schilke, and S. Ullrich, "Strategic Development of Business Models," *Long Range Plann.*, vol. 43, no. 2–3, pp. 272–290, Apr. 2010.

[9] M. M. Al-Debei and D. Avison, "Developing a unified framework of the business model concept," *Eur. J. Inf. Syst.*, vol. 19, no. 3, pp. 359–376, May 2010.

[10] A. G. Pateli and G. M. Giaglis, "A research framework for analysing eBusiness models," *Eur. J. Inf. Syst.*, vol. 13, no. 4, pp. 302–314, Nov. 2004.

[11] R. Amit and C. Zott, "Value creation in E-business," *Strateg. Manag. J.*, vol. 22, no. 6–7, pp. 493–520, Jun. 2001.

[12] P. Timmers, "Business Models for Electronic Markets," *Electron. Mark.*, vol. 8, no. 2, pp. 37–41, 1998.

[13] D. Daas, T. Hurkmans, S. Overbeek, and H. Bouwman, "Developing a decision support system for business model design," *Electron. Mark.*, vol. 23, no. 3, pp. 251–265, Dec. 2012.

[14] J. Bakos, “Reducing buyer search costs: Implications for electronic marketplaces,” *Manage. Sci.*, vol. 43, no. 12, pp. 1676–1692, Dec. 1997.

[15] S. Ba and P. Pavlou, “EVIDENCE OF THE EFFECT OF TRUST BUILDING TECHNOLOGY IN ELECTRONIC MARKETS: PRICE PREMIUMS AND BUYER Behavior,” *MIS Q.*, vol. 26, no. 3, pp. 1–26, 2006.

[16] P. Pavlou and D. Gefen, “Psychological Contract Violation in Online Marketplaces: Antecedents, Consequences, and Moderating Role,” *Inf. Syst. Res.*, vol. 16, no. 4, pp. 372–399, Dec. 2005.

[17] C. Driedonks and S. Gregor, “Economic and social analysis of the adoption of B2B electronic marketplaces: A case study in the Australian beef industry,” *Int. J. Electron. Commer.*, vol. 9, no. 3, pp. 49–72, 2005.

[18] R. Grewal, J. Comer, and R. Mehta, “An investigation into the antecedents of organizational participation in business-to-business electronic markets,” *J. Mark.*, vol. 65, no. July, pp. 17–33, 2001.

[19] J.-Y. Son and I. Benbasat, “Organizational Buyers’ Adoption and Use of B2B Electronic Marketplaces: Efficiency- and Legitimacy-Oriented Perspectives,” *J. Manag. Inf. Syst.*, vol. 24, no. 1, pp. 55–99, Jul. 2007.

[20] P. Brunn, M. Jensen, and J. Skovgaard, “e-Marketplaces:: Crafting A Winning Strategy,” *Eur. Manag. J.*, vol. 20, no. 3, pp. 286–298, 2002.

[21] C. Soh, M. Markus, and K. Goh, “Electronic marketplaces and price transparency: Strategy, information technology, and success,” *MIS Q.*, vol. 30, no. 3, pp. 705–723, 2006.

[22] A. Ordanini, S. Micelli, and E. Di Maria, “Failure and Success of B-to-B Exchange Business Models: A Contingent Analysis of Their Performance,” *Eur. Manag. J.*, vol. 22, no. 3, pp. 281–289, Jun. 2004.

[23] S. Cho, “A framework for the evaluation of an electronic marketplace design with evolutionary negotiation support,” in *Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2001, vol. 00, no. c, pp. 5027–5037.

[24] S. Kaplan and M. Sawhney, “E-hubs: the new B2B marketplaces,” *Harv. Bus. Rev.*, vol. 78, no. 3, pp. 97–106, 2000.

[25] M. Grieger, “Electronic marketplaces: A literature review and a call for supply chain management research,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 144, no. 2, pp. 280–294, Jan. 2003.

[26] Q. Dai and R. Kauffman, “Business models for Internet-based B2B electronic markets,” *Int. J. Electron. Commer.*, vol. 6, no. 4, pp. 41–72, 2002.

[27] T. T. Le, “Business-to-business electronic marketplaces: evolving business models and competitive landscape,” *Int. J. Serv. Technol. Manag.*, vol. 6, no. 1, p. 40, 2005.

[28] R. Alt, M. Cäsar, and J. Grau, “Collaboration In The Consumer Product Goods Industry-Analysis Of Marketplaces.,” in *Proceedings of the 10th European Conference on Information Systems*, 2002, pp. 582–595.

[29] J. Vom Brocke, A. Simons, and B. Niehaves, “Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process,” in *Proceedings of the 17th …*, 2009, pp. 1–13.

[30] T. Malone, J. Yates, and R. Benjamin, "Electronic markets and electronic hierarchies," *Commun. ACM*, vol. 30, no. 6, pp. 484–497, 1987.

[31] Y. Bakos, "The emerging role of electronic marketplaces on the Internet," *Commun. ACM*, vol. 41, no. 8, pp. 35–42, Aug. 1998.

[32] Y. Yoo, O. Henfridsson, and K. Lyytinen, "Research Commentary--The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research," *Inf. Syst. Res.*, vol. 21, no. 4, pp. 724–735, Nov. 2010.

[33] J. Bakos, "Information links and electronic marketplaces: the role of interorganizational information systems in vertical markets," *J. Manag. Inf. Syst.*, vol. 8, no. 2, pp. 31–52, 1991.

[34] P. A. Pavlou and O. A. El Sawy, "A classification scheme for B2B exchanges and implications for interorganizational eCommerce," *Bus. to Bus. Electron. Commer. Challenges Solut.*, pp. 1–21, 2002.

[35] E. Christiaanse and M. Markus, "Participation in collaboration electronic marketplaces," in *Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'03)*, 2003.

Die Wirkung von QR-Codes auf die Einstellungsbildung und die Verhaltensabsichten von Konsumenten – Eine experimentelle Studie (Abstract Only)

Katharina C.M. Lange

EBS Universität für Wirtschaft und Recht, EBS Business School, Lehrstuhl für Strategisches Marketing, 65375 Oestrich-Winkel, E-Mail: katharina.lange@ebs.edu

Abstract

Es wird prognostiziert, dass in 2013 knapp 70% der Smartphone Besitzer in Deutschland mindestens einmal täglich ihr Smartphone nutzen, um auf das Internet zuzugreifen. Unternehmen testen daher das Potenzial mobiler E-Commerce-Instrumente für die externe Kommunikation. Diese experimentelle Studie untersucht am Beispiel von QR-Codes den Einfluss pull-basierter mobiler Kommunikations-instrumente auf die Einstellungsbildung und die Verhaltensabsichten von Endkonsumenten. Des Weiteren wird untersucht, ob die Effekte zwischen verschiedenen Güterkategorien (Verbrauchsgut vs. Gebrauchsgut) variieren. Die Ergebnisse zeigen, dass QR-Codes signifikant positiven Einfluss auf die Einstellungsbildung und Verhaltensabsichten von Konsumenten haben. Außerdem kann bestätigt werden, dass der Einfluss auf Verbrauchsgüter positiver ist als der auf Gebrauchsgüter sowie dass ein hohes persönliches Interesse die positive Wahrnehmung von QR-Codes beeinflusst.

Auswirkungen des E-Commerce auf die Wertschöpfungsstrukturen im B2C-Einzelhandel: Erkenntnisse aus der Schweiz

Uwe Leimstoll

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Institut für Wirtschaftsinformatik, CH-4002 Basel,
E-Mail: uwe.leimstoll@fhnw.ch

Ralf Wölfle

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Institut für Wirtschaftsinformatik, CH-4002 Basel,
E-Mail: ralf.woelfle@fhnw.ch

Abstract

In vielen europäischen Ländern entwickelt sich der B2C-E-Commerce rasant. Er führt zu einer Verschärfung des Wettbewerbs und bringt Chancen und Risiken für die Marktteilnehmer, insbesondere für den traditionellen Handel. Der vorliegende Beitrag untersucht den daraus resultierenden Strukturwandel und analysiert aktuelle Entwicklungen. Die empirische Analyse basiert auf dem Datenmaterial einer langfristig angelegten qualitativen Studie über den Schweizer B2C-E-Commerce. Für die Studie werden seit 2009 jährlich rund 30 E-Commerce-Verantwortliche marktprägender Unternehmen interviewt. Es zeigt sich, dass im Handel unter Einbezug des E-Commerce neue Funktionsbündel entstehen. Dies erlaubt einerseits eine Spezialisierung über Kernkompetenzen, andererseits eröffnen sich neue Positionierungsmöglichkeiten. Die Schaffung von Zugängen zum Kunden stellt sich als eine Schlüsselfunktion für den Erfolg des Handels heraus.

1 Einleitung

Das Internet führt im Business-to-Consumer(B2C)-Handel in mehrfacher Hinsicht zu intensiviertem Wettbewerb: Konsumenten finden mit wenigen Klicks eine Vielzahl an Händlern, Produkten und Preisen. Neue Wettbewerber treten in den Markt ein. Die erhöhte Transparenz und weitere spezielle Einflussfaktoren, z. B. die Mechanismen von Preissuchmaschinen, führen zu einem erhöhten Preisdruck [7], in vielen Bereichen auch zu einer Preisdynamisierung (z. B. in der Reisebranche). Die Differenzierung über den Preis wird schwieriger, so dass alternative Wege begangen werden. Zum Beispiel werden Produkte individualisiert (Mass Customization), Sortimente ausgeweitet (Long-Tail) oder Services ausgebaut [11] [5]. Damit steigt für viele Anbieter auch der Leistungsdruck.

Die Situation des Einzelhandels verschärft sich zudem durch die Handlungsoptionen, die Internet und E-Commerce anderen Markteilnehmern – teilweise auf vor- oder nachgelagerten Wertschöpfungsstufen – bieten: Allem voran ist hier die Disintermediation mit der Etablierung direkter Verkaufswege vom Hersteller zum Konsumenten zu nennen, in deren Folge Einzelhändler zum Teil umgangen werden. Des Weiteren entstehen entlang der Wertschöpfungskette spezialisierte Anbieter, wie zum Beispiel Service Provider in den Bereichen Logistik, IT-Systeme und Payment [5]. Diese Anbieter nutzen die Chance zur Spezialisierung und konzentrieren sich auf einzelne Tätigkeiten, die bisher zum Teil klassische Funktionen des Einzelhandels darstellten [18]. Ähnliches bewirken virtuelle Vermittler wie elektronische Marktplätze oder Preisvergleichsseiten, die klassische Funktionen des Einzelhandels oder auch Konsumentenaktivitäten übernehmen. Als weitere Treiber von Veränderungen im Handel können ein verändertes Kundenverhalten, neue, internetspezifische Geschäftsformen (z. B. Live Shopping, Club Shopping, Vergleichsplattformen) und verkürzte Produktlebenszyklen genannt werden [7]. In der Folge kam es in den letzten Jahren in vielen Branchen zu deutlichen strukturellen Veränderungen, und die Anforderungen an die Unternehmen sind gestiegen.

In dieser Situation stellen sich für den Einzelhandel unter anderem die folgenden Fragen, die zugleich die Forschungsfragen dieses Beitrags bilden: Wie verändert sich die Wertschöpfungskette von Handelsunternehmen, die am E-Commerce partizipieren? Welche Chancen und Risiken ergeben sich daraus? Welche Wertschöpfungsfunktionen werden erfolgsentscheidend sein?

Das Ziel dieser Untersuchung besteht darin, die maßgeblich durch das starke Wachstum des B2C-E-Commerce ausgelösten strukturellen Veränderungen der letzten Jahre zu erfassen und die Konsequenzen – insbesondere Chancen und Risiken – für die Marktteilnehmer zu analysieren. Im Vordergrund steht dabei die Rolle der Einzelhändler. Über Jahrzehnte hinweg haben diese typische Bündel von Handelsfunktionen übernommen. Der Einfluss des Internets verändert nun die Funktionsbündel und bringt den Handel in Bedrängnis [18] [5]. Umgekehrt eröffnet das Internet neue Möglichkeiten. Vor diesem Hintergrund soll – auch an Beispielen – aufgezeigt werden, wie mit neuen Ausprägungen von Wertschöpfungsfunktionen und neuen Kombinationen neue funktionale Rollenverständnisse entstehen.

Ausgangspunkt der Analyse bilden die Funktionen des Handels und die Auflösung der traditionellen Funktionsbündel, wie sie von Albers/Peters [1] beschrieben und zehn Jahre später von Peters et al. [18] reflektiert werden. Die Analyse umfasst sowohl eine konfirmatorische als auch explorative Herangehensweise. Zum einen wird untersucht, ob die klassischen Funktionen des Einzelhandels heute noch Gültigkeit besitzen und ob sich die in der Literatur beschriebenen Veränderungen bestätigen lassen. Zum anderen soll herausgefunden werden, ob sich neue Funktionen erkennen lassen und wie sich die Funktionsbündel des Einzelhandels entwickelt haben.

Die empirische Grundlage dieses Beitrags stammt aus einer umfassenden, primär qualitativen Studie über den Schweizer B2C-E-Commerce. Auf den Antworten von 34 Handelsexperten basierend, wird die Entwicklung des Schweizer E-Commerce mit einem interpretativen Ansatz analysiert. Die Schweiz stellt im Wesentlichen aus drei Gründen eine interessante Untersuchungsregion dar: (1) Sie ist ein relativ kleines Land, und somit ist auch der Schweizer Markt relativ klein und überschaubar [21]. Neue Entwicklungen sind schnell ausgerollt, was zu einer hohen Marktdynamik führt. Zudem ist der Schweizer Markt wegen der Nicht-Zugehörigkeit zur EU etwas abgeschottet. Der grenzüberschreitende B2C-Handel in die Schweiz ist erschwert durch eine in Struktur und Inhalt von den EU-Direktiven abweichende Gesetzgebung, die eigene Währung sowie die Aufwände infolge von Zoll- und Mehrwertsteuervorschriften. Die Einflüsse des Auslands sind daher geringer als in anderen Ländern. (2) Die Dominanz einer weniger großer Anbieter ist nicht so ausgeprägt wie zum Beispiel in Deutschland. (3) Der Anteil der Erwachsenen, die das Internet für den Kauf von Waren nutzen, liegt mit knapp 50 % im Mittelfeld anderer europäischer Länder, in denen E-Commerce bereits einen relevanten Stellenwert hat [8].

Im folgenden Kapitel werden zunächst der theoretische Bezugsrahmen der Analyse dargestellt und die in der Literatur bereits beschriebenen Veränderungen der Wertschöpfungskette des Handels zusammengefasst. In Kapitel 3 folgt die Beschreibung des Forschungsdesigns. Im Analysekapitel werden die Erkenntnisse zur Entwicklung der Wertschöpfungsfunktionen hergeleitet und erörtert. Am Ende werden die Untersuchungsergebnisse zusammengefasst und Schlussfolgerungen gezogen.

2 Theoretischer Bezugsrahmen und Treiber des Strukturwandels

Den theoretischen Bezugsrahmen dieser Arbeit bilden die Grundfunktionen des Handels nach Sarkar et al. [24] und Albers/Peters [1]. Auf diesen Funktionen beruhen das Selbstverständnis und die Berechtigung des Handels. Die Auswirkungen des Internets und insbesondere des Onlinehandels werden als Treiber des Strukturwandels im Handel gesehen. Sie können Veränderungen der Handelsfunktionen hervorrufen [18] und sind deshalb in die Analyse einzubeziehen.

2.1 Typische Funktionen des Handels

Mehrere Analysen zum Strukturwandel im Einzelhandel bauen auf den Funktionen von Intermediären auf, die von Sarkar et al. [24] und Albers/Peters [1] beschrieben werden (vgl. z. B. [5], [18], [22]). Die zentralen Funktionen des Handels, auch als „Wertschöpfungskette in der Distribution“ bezeichnet [1], werden wie folgt strukturiert (zur Diskussion der Funktionen von Intermediären im Allgemeinen vgl. auch [22], [24]):

- *Distributionsfunktion:* Aufspaltung der großen Lose der Hersteller und Verteilung innerhalb der Zielmärkte, Sicherstellung der Verfügbarkeit
- *Sortimentsgestaltung:* Vorauswahl und Zusammenführung von Produkten aus verschiedenen Quellen analog zu den Erwartungen der anvisierten Zielgruppe
- *Information und Kommunikation:* Vermittlung der Anforderungen des regionalen Marktes an die Hersteller sowie Information und Beratung der Konsumenten über die Eignung der Produkte
- *Finanzielle Transaktion:* Zahlungsabwicklung und ergänzende Services wie Finanzierung und Risikoreduktion
- *Ergänzende Dienstleistungen:* Services wie Installation und Einrichtung, Garantien, Garantie- und Reparaturabwicklung, aber auch Schaffung von Convenience und Einkaufserlebnissen

Neben diesen Funktionen führen Sarkar et al. [24] explizit die Risikoreduktion für die Hersteller und den Ausgleich der Interessen zwischen Herstellern und Konsumenten auf. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Händler als Intermediäre durch Risikoreduktion, Größeneffekte sowie Information und Kommunikation die Kosten des Warenaustausches sowohl auf Seiten der Hersteller als auch auf Seiten der Konsumenten reduzieren [18]. Die Rolle des Handels insgesamt als Binde- und Bündelungsglied zwischen Herstellern und Konsumenten erfährt seine theoretische Begründung dementsprechend aus der Transaktionskosten- und der Koordinationstheorie. Je nach theoretischem Ansatz wird die kostensenkende Wirkung über eine Reduktion der Transaktionskosten [26] oder eine Reduktion der Koordinationskosten erklärt [14].

2.2 Das Internet als Treiber des Strukturwandels im Handel

In der Literatur werden verschiedene Ursachen und Treiber des Strukturwandels identifiziert – in der Regel basierend auf einer mehr oder weniger systematischen Beobachtung der Realität. Die Vielzahl der Veränderungen lässt sich in Anlehnung an Boersma [5] grob in die folgenden Kategorien einteilen. Hier werden hier nur Aspekte berücksichtigt, die vom Onlinehandel maßgeblich getrieben oder beeinflusst sind. Weitere Treiber des Strukturwandels im Handel, darunter gesellschaftliche oder soziodemographische Entwicklungen, werden z. B. von Bruhn/Heinemann [7] beschrieben.

- *Disintermediation:* Dieser in der Literatur schon sehr früh thematisierte Effekt des Onlinehandels (vgl. z. B. [4], [15]) besagt, dass zwischen Herstellern und Konsumenten liegende Wertschöpfungsstufen übersprungen werden. Grundlage dafür ist die Senkung der Informations- und Koordinationskosten durch das Internet. Individualisierbare Produkte (Mass Customization) begünstigen direkte Beziehungen zwischen Herstellern und Konsumenten [18]. Von einzelnen Geschäftsfeldern wie dem Vertrieb von Flugtickets abgesehen, kann bis dato aber noch nicht von einer weitgehenden Verdrängung des Handels durch Disintermediation gesprochen werden.
- *Auftreten spezialisierter Anbieter entlang der Wertschöpfungskette:* Die durch das Internet und den elektronischen Geschäftsverkehr (E-Business) begünstigte Arbeitsteilung ist im Handel generell und in besonderem Maße auch im Onlinehandel zu beobachten. So werden Logistikprozesse und Zahlungsabwicklung in großem Umfang an spezialisierte Anbieter ausgelagert, darüber hinaus auch der Betrieb von IT-Systemen, Vermarktungsdienstleistungen und weitere. Neben den auf der Verkäuferseite tätigen Spezialisten gibt es auch Unternehmen, die Funktionen der Konsumenten übernehmen oder unterstützen. In diese Kategorie fallen zum Beispiel Bewertungs- und Testplattformen oder Preis- und Produktsuchmaschinen [5].
- *Technologische Entwicklungen:* Über das den Onlinehandel begründende Internet hinaus wird der Strukturwandel im Handel durch weitere technologische Entwicklungen vorangerieben. Der Begriff Web 2.0 steht unter anderem für Bewertungs- und Feedbackfunktionen, die eine Alternative zu Informationsleistungen des Handels sein können. Mobile Commerce hat die Ubiquität der Einkaufsmöglichkeiten weiter erhöht [10]. Als qualitative Auswirkung wird derzeit vor allem der Einsatz mobiler Applikationen zur Unterstützung des stationären Handels diskutiert: Es wird die Vermutung geäußert, dass Mobile Commerce durch die Anzeige von lokalen Verfügbarkeiten und Aktionen eine Umkehr zurück in die Offline-Welt begünstigen könnte [7].
- *Internetspezifische Geschäftsmodelle:* Neben Onlineshops hat das Internet weitere spezifische Geschäftsmodelle hervorgebracht. Dazu zählen elektronische Marktplätze, Mass-Customization-Plattformen, Live-Shopping, Shoppingclubs und Social-Shopping-Plattformen [5]. Alle diese Geschäftsmodelle haben vermittelnden Charakter und treten in direkte Konkurrenz zum klassischen

Handel. Elektronische Marktplätze senken die Eintrittsschwellen in den Onlineverkauf erheblich und machen ihn damit auch für Kleinunternehmer leicht zugänglich.

- *Virtuelle Sortimente:* Auch veränderte Sortimente können im weiteren Sinne als innovative internetspezifische Geschäftsmodelle betrachtet werden. Da ein Onlineangebot nicht mehr als die Daten des Produkts erfordert und der Anbieter im Hintergrund nicht mehr als eine geeignete Bezugsquelle vorhalten muss, unterliegt das Sortiment nicht den Restriktionen klassischer Händler. Onlineangebote können sehr breite, sehr tiefe oder sehr spezialisierte (Long Tail [2]) Sortimente umfassen, zudem können auch gebrauchte Artikel wirtschaftlich vermarktet werden.
- *Verändertes Kundenverhalten:* Die beschriebenen Entwicklungen führen zu einem Bedeutungsverlust des Handels. Schon für die Kaufinspiration hat das Internet eine Vielzahl neuer Quellen hervorgebracht. Der Kaufentscheidungsprozess ist seltener anbieterorientiert und häufiger produktorientiert, d.h. die Bezugsquelle wird erst nach dem Produktentscheid ausgewählt [5]. Viele Kunden nutzen für Teilaspekte des Einkaufs unterschiedliche Kommunikationspartner und Kanäle. Für den Handel greift deshalb eine isolierte Betrachtung der verschiedenen Customer Touchpoints in Online- und Offlinekanälen zu kurz [7].

Die Strukturveränderungen haben die Vielfalt der Einkaufsmöglichkeiten für Konsumenten stark erhöht. Die zusätzlichen Geschäftsmodelle ziehen in einem seinem Volumen nach weitgehend konstanten Markt Kaufkraft auf sich. Das bewirkt eine Fragmentierung der Angebotsformen und eine Verschärfung des Wettbewerbs [5]. In der Folge haben sich viele Branchen in den letzten Jahren weiter von Verkäufermärkten zu Käufermärkten gewandelt. Insbesondere der stationäre Handel sieht sich durch diese Entwicklung bedroht. Um Umsatzanteile zurückzugewinnen verstärkt er selbst den Onlinehandel [7]. Über das parallele Betreiben mehrerer Verkaufskanäle hinaus geht dabei der Ansatz des No-Line-Commerce, in dem die verschiedenen Kanäle nicht mehr separat betrachtet, sondern zu einem zusammenhängenden System kombiniert werden [12]. In den neueren Konzepten müssen an einem stationären Verkaufsgeschäft nicht mehr zwingend alle Funktionen gebündelt verfügbar sein. Somit kommt es auch von dieser Seite her zu einer Entbündelung und Neubündelung von Handelsfunktionen. An diese Thematik wird später wieder angeknüpft.

3 Forschungsdesign

Zur Untersuchung der qualitativen Veränderungen der Wertschöpfungskette und der Handelsfunktion bietet sich ein interpretativer Forschungsansatz [9] an, der für die Anwendung in der Business- und Management-Forschung als sehr geeignet eingestuft wird [25]. Qualitative Veränderungen sind in der Regel nicht messbar und häufig nicht direkt beobachtbar. Aufgrund der Komplexität der realen Verhältnisse ist es nur sehr bedingt möglich, allgemeine Gesetzmäßigkeiten zu formulieren. In einer qualitativen vertiefenden Analyse steht die Identifikation von Gesetzmäßigkeiten auch nicht im Vordergrund, und die Komplexität soll nicht zwingend reduziert werden, um die Erkenntnisse nicht einzuschränken [25]. Es erscheint deshalb angebracht, Wissen über die realen Zustände und Entwicklungen auf der Basis von Experteninterviews zu erheben. Experten verfügen in ihrem Betätigungsfeld über Spezialwissen, das auf ihren Erfahrungen, Meinungen und Erwartungen beruht [6]. Dieses Wissen basiert zum einen schon auf der Interpretation des Experten, und zum anderen können die Expertenaussagen aufgrund ihrer Subjektivität und Kontextrelativität nicht direkt miteinander vergleichen werden. Es ist eine interpretierende Analyse nötig, in der die Expertenaussagen unter Berücksichtigung des jeweiligen Kontextes richtig verstanden und eingeordnet werden [17] [25]. Dann können sie zusammengeführt und miteinander verglichen werden,

um Aussagen über die zu analysierenden Veränderungen zu machen. Der Forschungsprozess entspricht damit einer induktiven Vorgehensweise.

Die Auswahl der geeigneten Experten folgte inhaltlichen und operationalen Gesichtspunkten. Es erschien sinnvoll, Personen zu befragen, die aktiv in die Wertschöpfungsprozesse involviert sind und die auch hinsichtlich der Aufgaben des B2C-Handels im Allgemeinen und dem B2C-Onlinehandel im Besonderen eine Expertenrolle einnehmen. Dies trifft auf E-Commerce-Verantwortliche primär von B2C-Handelsunternehmen zu, die sich in den letzten Jahren als marktprägend erwiesen haben. Eine marktprägende Stellung wird hier angenommen, (1) wenn das Unternehmen im E-Commerce in seiner Branche zu den führenden Unternehmen zählt, (2) wenn es in der Branche insgesamt als führend bezeichnet werden kann oder (3) wenn sich das Unternehmen durch besondere Innovationen auszeichnet oder solche von ausländischen Unternehmen erfolgreich adaptiert hat. Seit dem Jahr 2009 wird ein branchenübergreifendes Panel aufgebaut, dem derzeit mehr als 30 solcher Personen angehören. Zur ersten Gruppe gehören Anbieter wie LeShop, Digitec, ricardo.ch oder ebookers.ch, zur zweiten Orell Füssli, Redcats Suisse, Mövenpick Wein oder Swiss International Air Lines, zur dritten Blacksocks, DeinDeal, QoQa Services oder Zattoo International. Als Schweizer Unternehmen werden dabei Unternehmen eingestuft, die in der Schweiz einen Standort haben und einen Teil ihrer Wertschöpfung in der Schweiz selbst erbringen. Eine operationale Einschränkung beim Aufbau des Panels ist natürlich die Tatsache, dass nicht alle angefragten Unternehmen bereit sind, am Panel teilzunehmen [20]. Damit werden die Panelteilnehmer zwar gezielt ausgewählt, aber das Panel entspricht trotz hoher Mitwirkungsbereitschaft nicht vollumfänglich den Wunschvorstellungen der Autoren.

Jedes Jahr werden rund 30 Mitglieder des Panels ausgewählt und von den Autoren persönlich interviewt. Die übrigen Panelmitglieder werden schriftlich befragt. Die hier verwendeten Daten stammen aus der Befragung, die von Mitte Januar bis Mitte März 2012 durchgeführt wurde. 34 Personen nahmen an der Befragung teil. Die Befragung basiert auf einem strukturierten Interviewleitfaden, der offene und geschlossene Fragen enthält. Um die Vergleichbarkeit der Aussagen zu erhöhen, werden jeder Person dieselben Fragen gestellt. Hiervon gibt es nur geringfügige Abweichungen: etwa wenn Unternehmen kategorisiert werden (zum Beispiel reine Onlineanbieter versus Multikanalanbieter) und die Fragestellung an die jeweilige Kategorie angepasst werden muss.

Im Interview erhalten die Befragten den Interviewleitfaden schriftlich ausgehändigt und beantworten die geschlossenen Fragen durch Ankreuzen. Die Antworten auf die offenen Fragen werden nach den Interviews durch das Abhören von Audioaufzeichnungen erfasst. Dabei werden die Aussagen ausführlich zusammengefasst und schriftlich dokumentiert. Die auf diese Weise interpretierten, leicht komprimierten und vereinheitlichten Aussagen erweisen sich für die weitere Auswertung und Analyse als nützlicher als wörtliche Transkripte.

Die Inhaltsanalyse erfolgt mit Hilfe von Tabellen, in denen die Aussagen der Befragten frageweise zusammengeführt sind. Teilweise werden die Aussagen auch paraphrasiert, was eine Kategorisierung und Häufigkeitsauswertung erlaubt [3].

4 Analyse und Ergebnisse

Auf Basis der durchgeführten empirischen Untersuchung können Indikatoren identifiziert werden, die auf einen Strukturwandel auch im Schweizer Einzelhandel hinweisen. Mit den Daten können einige der in der Literatur gemachten Aussagen zur Veränderung der Handelsfunktionen bestätigt werden. In weiteren Schritten wird gezeigt, dass im Modell von Albers/Peters [1] eine zusätzliche Funktion

ergänzt werden sollte, und wie sich die Funktionsbündel verändern. Das gesamte Kapitel basiert primär auf den Aussagen der Studienteilnehmer.

4.1 Indikatoren für den Wandel der Wertschöpfungsstrukturen im Einzelhandel

Der oben beschriebene Strukturwandel im Handel zeigt sich auch in der Schweiz in aller Deutlichkeit. Allerdings betrifft der Strukturwandel nicht mehr nur die klassischen Händler. Auch die Onlinehändler sind in zunehmendem Maße vom steigenden Preis- und Leistungsdruck betroffen, selbst wenn die Onlineumsätze in der Schweiz fast zweistellige Wachstumsraten aufweisen [8]. In den Jahren 2009 bis 2012 konnte im Onlinehandel eine zweite Anbieterwelle beobachtet werden, die zu großen Teilen von etablierten klassischen Händlern verursacht wurde, die nach anfänglichem Zögern ernsthaft in den immer bedeutender werdenden E-Commerce eingestiegen sind [20]. Die wachsende Anzahl von Anbietern führt zu einem verschärften Wettbewerb und zu einer Zunahme des Preiskampfs, obwohl in der Schweiz der Wettbewerb weniger stark preisorientiert geführt wird als in Nachbarländern. In der Folge sinken bei den meisten Anbietern die Margen. Bild 1 zeigt, dass diese drei Parameter im Vergleich zu anderen Parametern der Marktentwicklung mit Abstand die meiste Zustimmung erhalten. Eine Abnahme der Kundenbindung wird demgegenüber nicht generell bestätigt. Einer sinkenden Nachfrage sieht sich kaum ein E-Commerce-Unternehmen gegenüber.

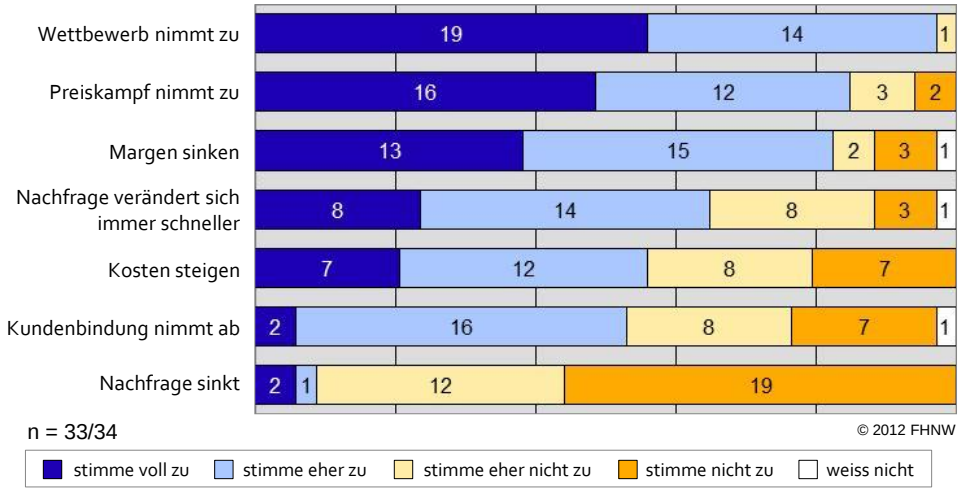


Bild 1: Entwicklung zentraler Marktparameter – Quelle: [20]

Direkt auf einen möglichen Strukturwandel angesprochen, herrscht branchenübergreifend eine sehr weitgehende Einigkeit: Der Aussage „Das Internet hat in unserer Branche einen Strukturwandel ausgelöst, der noch lange nicht zu Ende ist“ stimmen 94 % der 34 Studienteilnehmer zu [20].

Die Einführung von Multikanalstrategien ist eine markante Entwicklung in der Schweiz. Eine deutliche Mehrheit der befragten Unternehmen stimmt der Aussage zu, dass in ihrer Branche immer mehr Kunden von den Anbietern erwarten, auf mehreren Kanälen für sie da zu sein [20]. Dabei bezieht sich die freie Kanalwahl nicht nur auf Informationssuche (Research) und Kauf (Purchase), sondern auf alle Aktivitäten eines Transaktionsprozesses. Der Kunde möchte auch auswählen, auf welchem Kanal er bezahlen möchte, wie die Ware übergeben wird oder wie er seine Garantieansprüche geltend machen möchte.

„Erstaunlicherweise werden viele Onlinebestellungen im Laden abgeholt.“
Reto Ambiel, Steg Electronics AG – Quelle: [20], S. 12

„Retouren werden in der Filiale angenommen, der Kunde erwartet das. Preisunterschiede zwischen den Kanälen akzeptiert er nicht, das haben wir ausprobiert."
Rita Graf, Weltbild Verlag GmbH – Quelle: [20], S. 12

Diese Aussagen stehen beispielhaft für eine Reihe weiterer Aussagen mit vergleichbaren Inhalten. Unternehmen, die derartige kanalübergreifende Services anbieten können, berichten, dass diese von Kunden schnell und in großem Umfang angenommen werden. Die Konsumenten erwarten allerdings eine gewisse Durchlässigkeit und Einheitlichkeit der Kanäle. Auch in Bezug auf die Preise erwarten sie einheitliche Konditionen [20]. Cross-Channel-Services können primär von Handelsunternehmen mit vielen Filialen realisiert werden. Für solche Anbieter ergibt sich die Chance, unter Einbezug von Filiale, Website, Social Media oder Mobile Apps mehrere Touchpoints zu realisieren. Hierin besteht einerseits eine Entwicklungsperspektive für die Anbieter. Andererseits erfordern Multikanalkonzepte hohe Investitionen und spezifisches Know-how, was die Komplexität des Geschäfts erheblich erhöht. Um die Investitionen zu amortisieren, ist in den meisten Fällen eine Umsatzsteigerung erforderlich. In wieweit diese in einem Markt mit immer mehr Anbietern und zunehmendem Wettbewerbsdruck realisierbar ist, bleibt offen.

4.2 Zusätzliche Handelsfunktion: Schaffung von Zugängen zu Kunden

In der Studie wird auch die Entwicklung der einzelnen Handelsfunktionen untersucht [20]. Die Ergebnisse bestätigen die Thesen von Albers/Peters [1] und Peters et al. [18] weitgehend. Eine Beobachtung legt allerdings eine Erweiterung ihres Wertschöpfungsmodells nahe: Viele Studienteilnehmer berichten branchenübergreifend über zunehmende Schwierigkeiten bei der Schaffung geeigneten Traffics auf ihren Onlineshops. „Geeignet" bezieht sich dabei auf die Kaufbereitschaft der Besucher, messbar in der Conversion Rate. Die Schwierigkeiten sind eine erhöhte Konkurrenz um geeignete Werbemittel, steigende Werbekosten im Verhältnis zum Umsatz sowie ein höherer Know-how-Bedarf.

„Wenn der heutige Vertriebskostenvorteil verschwindet, z.B. wegen immer teurerer Adwords, wird E-Commerce die Attraktivität für Unternehmen verlieren."
Erich Mühlemann, TUI Suisse Ltd. – Quelle: [20], S. 36

„Die Marketingkosten entscheiden, ob das Geschäftsmodell funktioniert oder nicht. Wenn sie weiter steigen, ist das Geschäftsmodell bedroht."
Matthias Fröhlicher, Koala SA – Quelle: [20], S. 36

Aus dieser Herausforderung kann die Handelsfunktion „Schaffung von Zugängen zu Kunden" abgeleitet werden. Händler, denen dies nicht gelingt, können die von Albers/Peters [1] angeführte Rolle des Handels, Agent zwischen Herstellern und Konsumenten zu sein, nicht erfüllen. Auch andere Wertkettenmodelle enthalten derartige Funktionen: Das von Porter entwickelte Modell [19] enthält als eine von fünf primären Aktivitäten „Marketing und Vertrieb" – unter anderem mit den Aspekten Werbung und Verkaufsförderung. Im „Neuen St. Galler Management-Modell" [23] gehören die Teilprozesse Kundenakquisition und Kundenbindung zu den marktbezogenen Kernaktivitäten einer Unternehmung.

Das Weglassen dieser Funktion ist aus einer Perspektive der 1990er Jahre insofern nachvollziehbar, als man bei klassischen Handelsformen den Zugang zu Kunden durch die Wahl des Kanals als implizit gegeben ansehen kann: z. B. bei Ladengeschäften durch den mit dem Standort verbundenen Zugang zur jeweiligen regionalen Kundschaft. Allerdings unterscheidet sich hier das Wesen des Onlinehandels: Onlinehandel hat in Bezug auf die Herstellung eines Kontakts zu Kunden einen

passiven Charakter. Ein Onlineshop ist zwar im Internet allgemein zugänglich, das Zustandekommen eines Kontakts erfordert aber zwingend eine initiierende Aktivität des Kunden.

Nach Lombriser/Abplanalp [13] dient das Konzept der Wertkette dazu, die Wettbewerbsvorteile zu erfassen. Wer es versteht, im Vergleich zu Wettbewerbern effektivere und wirtschaftlichere Zugänge zu Kunden zu schaffen, verfügt über einen Wettbewerbsvorteil. Es wird deshalb vorgeschlagen, die von Albers/Peters [1] zugrunde gelegte Wertschöpfungskette des Handels um die Funktion „Schaffung von Zugängen zu Kunden“ zu ergänzen.

Für die Handelsfunktion „Schaffung von Zugängen zu Kunden“ einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen, ist im Onlinehandel eine besonders große Herausforderung. Bild 2 zeigt die Einschätzung der Studienteilnehmer zur Bedeutung der verschiedenen Instrumente zur Herstellung von Kundenkontakten und gibt einen Entwicklungstrend an. Es fällt auf, dass der passive Zugang zu Kunden, nämlich von diesen über die Eingabe der URL des Händlers im Browser aufgesucht zu werden, als einziger Zugangsweg einen rückläufigen Bedeutungstrend aufweist. Die drei anderen Zugangswege mit hoher Bedeutung basieren auf Diensten spezialisierter Anbieter, allen voran Google. Sie liegen damit nicht im Gestaltungsbereich der Händler, bei denen es allerdings nicht ungewöhnlich ist, wenn sie 50 % des Traffics über Google generieren. Als Pull-Marketing-Instrument hat Google faktisch eine monopolartige Stellung. Für die Vermittlung von Traffic kommen wettbewerbsgesteuerte Preisbildungsmechanismen zum Einsatz. Aufgrund des hohen Wettbewerbs muss für den Onlinehandel mit einer ähnlichen Entwicklung gerechnet werden, wie sie für den stationären Einzelhandel bei den Mieten in guten Lagen ebenfalls stattfindet. Anbieter wie Google treten dabei an die Stelle der Vermieter: Im Wettbewerb treiben sich die Konkurrenten die Kosten für den Zugang zu Kunden so hoch, wie es die Marge des Produkts zulässt, und kommen dabei an die Rentabilitätsschwelle. Online bestehen allerdings keine langfristigen Mietverträge – jedes Kontaktpaket muss zu uneingeschränkt dynamischen Preisen immer wieder neu gekauft werden. Gleichzeitig verändern die Dienstanbieter ihre Services laufend. Wettbewerbsstrategien wie der Markteintritt von Zalando in die Schweiz können ebenfalls in kurzer Zeit krasse Marktveränderungen bewirken. Unter diesen Bedingungen ist die Schaffung von Zugängen zu Kunden längerfristig unkalkulierbar und der Erfolg in dieser Wertschöpfungsfunktion ist ein besonders kritischer Erfolgsfaktor. Der Handel generell und insbesondere der Onlinehandel stehen vor der Herausforderung, den Zugang zu Kunden dauerhaft, kontinuierlich und zu tragbaren Kosten herzustellen.

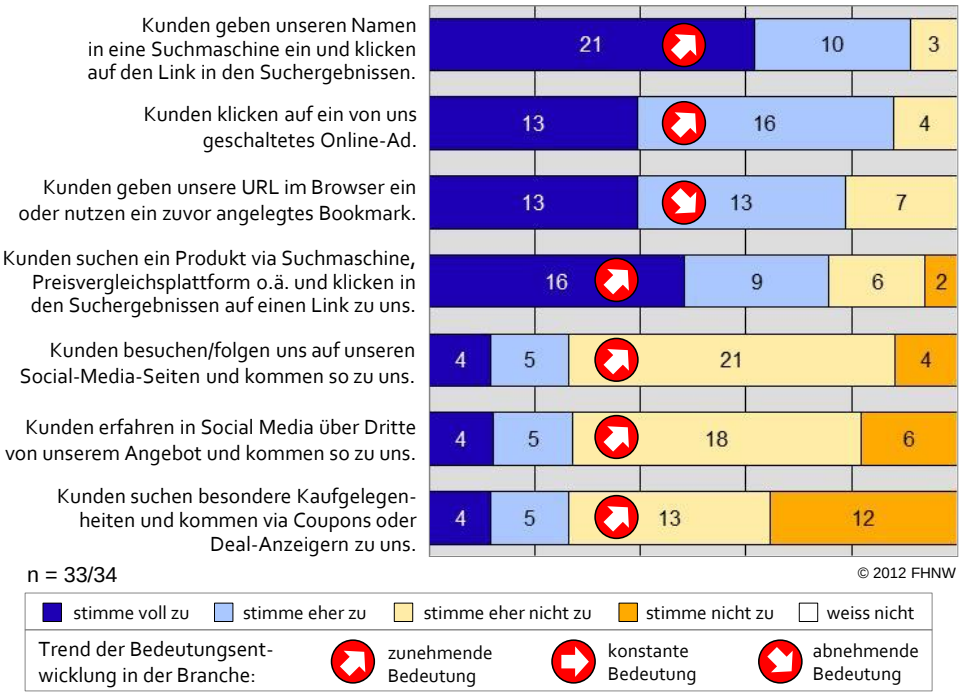


Bild 2: Maßnahmen zur Schaffung von Kundenkontakten – Quelle: [20]

4.3 Entstehung neuer Bündel von Wertschöpfungsfunktionen

Die von Albers/Peters [1] erwartete Entbündelung der Wertschöpfungskette des Handels ist in der Schweiz deutlich zu beobachten. Auf Skaleneffekte gestützte, spezialisierte Dienstleister mit hohem Leistungsniveau bieten auf Basis eines in der Regel vollständig automatisierten Geschäftsverkehrs die Übernahme von Funktionen an: Logistikleistungen, Zahlungsverkehr, Systembetrieb, Schaffung von Traffic, kanalübergreifende Kundenkommunikation vom Callcenter bis Social Media und weitere. In den Interviews zeigt sich, dass viele Händler von solchen Angeboten Gebrauch machen, wenn sie das Leistungsniveau der Dienstleister nicht mit dem gleichem Kosten-Nutzen-Verhältnis erreichen können oder wenn sie ihr Kapital und ihren Managementfokus auf andere Funktionen konzentrieren wollen.

Zugleich entstehen innovative Einzelfunktionen und neue Bündel von Wertschöpfungsfunktionen. Mit den im Handelsunternehmen verbleibenden Funktionen wollen sich die Anbieter im Wettbewerb unterscheiden. Die Funktionen werden Gegenstand von Innovations- und Optimierungsanstrengungen. Denn jede Funktion kann je nach Branche und strategischem Schwerpunkt des Händlers unterschiedliche Ausprägungen annehmen und auf die Bedürfnisse spezifischer Zielgruppen zugeschnitten werden. In einem individuellen Mix aus differenzierenden Einzelfunktionen und selbst oder durch Dritte erbrachten Standardleistungen entstehen neue Funktionsbündel. Diese neuen Funktionsbündel können selbst innerhalb einer Branche sehr unterschiedlich gestaltet sein und schaffen so für Konsumenten ein breiteres Angebotsspektrum. Eine Vielfalt unterschiedlicher Funktionsbündel, wie sie Novak/Schwabe [16] und Rensmann/Klein [22] für die Reisebranche aufzeigen, kann in der Schweiz nun auch in anderen Branchen beobachtet werden, zum Beispiel im Weinhandel, in der IT- und Unterhaltungselektronikbranche sowie im Bereich von Flash-Sales.

Diese Aussagen sollen beispielhaft an den individuellen Funktionsbündeln des IT- und Unterhaltungselektronikhändlers Digitec AG und des Weinhändlers Flaschenpost Services AG veranschaulicht werden: *Digitec* startete 2001 als reiner Onlinehändler, heute kann Digitec als Multikanalanbieter bezeichnet werden. Die Ladengeschäfte unterscheiden sich allerdings stark von

Läden der Wettbewerber, die typischerweise als Selbstbedienungsläden einen großen Warenvorrat haben. Digitec-Läden verstehen sich primär als physische Touchpoints für Kunden. Sie sind eine Mischung aus Abholstation, Anlaufstelle für persönliche Beratung und Showroom für einige wenige Produktgattungen. Digitec-Läden kommen mit wenig Fläche aus. Abgesehen von Touchscreens für den Zugang zum Onlineshop haben sie keine Selbstbedienungsmöglichkeiten und nicht einmal 5 % der angebotenen Artikel sind zur sofortigen Mitnahme vor Ort verfügbar. Alle anderen Artikel können einige Stunden nach Bestellung abgeholt oder auf dem Postweg zugestellt werden. Digitec-Läden bieten im Vergleich zu reinen Onlineanbietern den Vorteil persönlicher Services, verursachen aber im Vergleich zum stationären Handel bei größerem Angebot viel niedrigere Kosten.

Flaschenpost positioniert sich auf einer zusätzlichen Handelsstufe zwischen Wein-Einzelhandel und Konsumenten. Ihr Alleinstellungsmerkmal ist das mit Abstand größte Sortiment, bestehend aus 15‘000 Weinen. Dieses Sortiment entsteht aus der Bündelung der Angebote zahlreicher anderer Schweizer Online-Weinhändler. Für diese tritt Flaschenpost als Wiederverkäufer auf, durch den sie aufgrund seiner höheren Vermarktungskompetenz ein größeres Absatzvolumen erreichen. Flaschenpost selbst trifft keine Sortimentsauswahl, sondern übernimmt jeweils das gesamte Angebot der zuliefernden Weinhändler und verkauft es zu identischen Preisen. Haben mehrere Anbieter den gleichen Wein mit unterschiedlichen Preisen im Angebot, wird nur das Angebot des preiswertesten Händlers angezeigt. Dadurch weiß der Kunde, dass er bei Flaschenpost den jeweiligen Wein immer zum günstigsten Preis erhält – und kann sich eigene Preisvergleiche sparen. Flaschenpost unterhält kein eigenes Lager. Erst nach Bestelleingang werden die Weine von den Händlern an Flaschenpost geliefert, dort umgepackt, zusammen ausgeliefert und verrechnet. Neben der cleveren Geschäftsidee basiert der Erfolg von Flaschenpost auf der Fähigkeit, Zugänge zu Kunden zu finden.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Das Ziel dieses Beitrags besteht darin, die maßgeblich durch den B2C-E-Commerce ausgelösten Veränderungen von Wertschöpfungsstrukturen und –funktionen im Einzelhandel zu beschreiben. Die Datenbasis wurde in der Schweiz erhoben und basiert auf den Aussagen von 34 E-Commerce-Verantwortlichen marktprägender Schweizer Unternehmen.

Zunächst kann festgehalten werden, dass sich durch den vielschichtigen Einfluss des Internets auch in der Schweiz die Wertschöpfungsstrukturen im Handel verändern. Trotz punktuell feststellbarer Disintermediation nimmt der Handel weiterhin eine wichtige Rolle als Vermittler ein. So bestehen heute direkte und indirekte Vertriebswege parallel, weil selbst Hersteller mit starken Marken in der Regel nicht auf die klassischen Vertriebswege über den Handel verzichten. Allerdings hat sich dessen Rolle verändert. Ein einzelnes Handelsunternehmen übernimmt nicht mehr generell das typische Funktionsbündel, wie es von Albers/Peters [1] beschrieben wurde. Durch eine stärkere Arbeitsteilung können sich Anbieter auf einzelne Funktionen konzentrieren, die sie auf differenzierende Weise erbringen, wie die Beispiele von Digitec und Flaschenpost zeigen. Es bilden sich neue Ausprägungen von Einzelfunktionen, neue Funktionsbündel und unterschiedliche Funktionsbündel bestehen nebeneinander. Die Vielfalt im Handel und die Breite des verfügbaren Angebots nehmen dadurch zu.

Als eine neue Wertschöpfungsfunktion des Handels kann die Schaffung von Zugängen zu Kunden identifiziert werden. Vielen Herstellern ist es nicht möglich, diesen Zugang auf Dauer immer wieder herzustellen, weil der eigene Onlineshop und die Marke nicht bedeutend genug sind. Gerade in kleineren Unternehmen fehlen darüber hinaus oft das Know-how und die finanziellen Mittel, um Kunden immer wieder anzusprechen und langfristig zu binden. Händler, die das zur Verfügung

stehende Instrumentarium geschickt nutzen, um Kundenkontakte immer wieder effizient und effektiv herzustellen, bieten Herstellern einen relevanten Nutzen und können sich damit profilieren.

Da sich die Schweiz nicht völlig von anderen hochentwickelten Ländern unterscheidet, ist damit zu rechnen, dass sich diese Ergebnisse auf andere Länder übertragen lassen. Zu beachten sind allenfalls die in der Einleitung beschriebenen Besonderheiten des Schweizer Marktes. Nicht vernachlässigt werden darf die Tatsache, dass die Resultate aus subjektiven Aussagen der Interviewpartner abgeleitet sind und auf der Interpretation der Autoren basieren. Das Ergebnis ist damit als explorativ und nicht als abschließend belegt anzusehen. Aufgrund des explorativen Charakters und auch wegen der Stichprobengröße kann außerdem kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden.

In weiteren Arbeiten könnte es interessant sein, innovative Funktionsbündel zu identifizieren und in Form von Fallstudien zu beschreiben. Daraus könnten sich möglicherweise weitere Gesetzmäßigkeiten ableiten lassen. Spannend bleibt zudem die Entwicklung des Einzelhandels: Ein offene Frage ist, ob die Kosten für Kundenkontakte weiterhin steigen werden und ob dies zu einer Konsolidierung im Handel führen könnte.

6 Literatur

[1] Albers, S; Peters, K (1997): Die Wertschöpfungskette des Handels im Zeitalter des Electronic Commerce. Marketing ZFP 19(2):69-80.

[2] Anderson, C (2006): The long tail: why the future of business is selling less of more. Hyperion Books, New York.

[3] Atteslander, P (2008): Methoden der empirischen Sozialforschung. 12. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

[4] Benjamin, RI; Wigand, RT (1994): The information superhighway and electronic commerce: effects of electronic markets. CISR Working Paper 273, Sloan Working Paper 3725, Center for Information Systems Research, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge (MA).

[5] Boersma, T (2010): Warum Web-Exzellenz Schlüsselthema für erfolgreiche Händler ist: Wie das Internet den Handel revolutioniert. In: Heinemann, Gerrit; Haug, A (Hrsg), *Web-Exzellenz im E-Commerce: Innovation und Transformation im Handel*. Gabler, Wiesbaden, 21-41.

[6] Bogner, A; Menz, W (2002): Das theoriegenerierende Experteninterview: Erkenntnisinteresse, Wissensformen, Interaktion. In: Bogner, A; Littig, B; Menz, W (Hrsg), *Das Experteninterview: Theorie, Methode, Anwendung*. Leske und Budrich, Opladen, 33-70.

[7] Bruhn, M; Heinemann, G (2013): Entwicklungsperspektiven im Handel – Thesen aus der ressourcen- und beziehungsorientierten Perspektive. In: Crockford, G; Ritschel, F; Schmieder, UM (Hrsg.), *Handel in Theorie und Praxis*, Gabler, Wiesbaden, 31-67.

[8] Bundesamt für Statistik (2013): Indikatoren der Informationsgesellschaft: E-Commerce der privaten Haushalte.
http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/16/04/key/approche_globale.indicator.30108.301.html. Abgerufen am 17.09.2013.

[9] Denzin, NK; Lincoln, YS (2008): Introduction: the discipline and practice of qualitative research. In: Denzin, NK; Lincoln, YS. (Hrsg), *Collecting and interpreting qualitative materials*. 3. Auflage, Sage, Los Angeles et al., 1-45.

[10] Heinemann, G (2012): Der neue Mobile-Commerce – Erfolgsfaktoren und Best Practices. Springer Fachmedien, Wiesbaden.

[11] Heinemann, G (2012): Der neue Online-Handel: Erfolgsfaktoren und Best Practices. 4. Auflage, Gabler, Wiesbaden.

[12] Heinemann, G (2013): No-Line-Handel – Höchste Evolutionsstufe im Multi-Channeling. Springer Fachmedien, Wiesbaden.

[13] Lombriser, R; Abplanalp, PA (2010): Strategisches Management: Visionen entwickeln, Erfolgspotenziale aufbauen, Strategien umsetzen. 5. Auflage, Versus-Verlag, Zürich.

[14] Malone, TW; Crowston, K (1994): The interdisciplinary study of coordination. ACM Computing Surveys 26(1):87-119.

[15] Malone, TW; Yates, J; Benjamin, RI (1994): Electronic markets and electronic hierarchies. In: Allen, TJ; Scott Morton, MS (Hrsg), *Information technology and the corporation of the 1990s: research studies*. Oxford University Press, New York, 61-83.

[16] Novak, J; Schwabe, G (2009). Designing for reintermediation in the brick-and-mortar world: towards the travel agency of the future. Electronic Markets 19:15-29.

[17] Oates, BJ (2006): Researching information systems and computing. Sage, London.

[18] Peters, K; Albers, S; Schäfers, B (2008): Die Wertschöpfungskette des Handels im Zeitalter des Electronic Commerce – Was eingetreten ist und was dem Handel noch bevorsteht. Arbeitspapiere des Lehrstuhls für Innovation, Neue Medien und Marketing, ZBW – Deutsche Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften, Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft, Kiel und Hamburg. http://hdl.handle.net/10419/27677. Abgerufen am 09.08.2013.

[19] Porter, ME (1986): Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten. Campus, Frankfurt, New York.

[20] Wölfle, R; Leimstoll, U (2012): E-Commerce-Report 2012: Eine Studie zur Entwicklung des Schweizer E-Commerce. Institut für Wirtschaftsinformatik, Hochschule für Wirtschaft, Fachhochschule Nordwestschweiz, Basel.

[21] Wölfle, R; Leimstoll, U (2013): E-Commerce-Report Schweiz 2013: Der Schweizer Onlinehandel aus Anbietersicht. Institut für Wirtschaftsinformatik, Hochschule für Wirtschaft, Fachhochschule Nordwestschweiz, Basel.

[22] Rensmann, B; Klein, S (2011): Sarkar, Butler & Steinfield (1995) "Intermediaries and cybermediaries" revisited: a review and identification of future research directions for intermediaries in electronic markets. In: *Proceedings of the 24th Bled eConference eFuture: Creating Solutions for the Individual, Organisations and Society*. June 12 - 15, Bled, Slovenia.

[23] Rüegg-Stürm, J (2002): Das neue St. Galler Management-Modell: Grundkategorien einer integrierten Management-Lehre: Der HSG-Ansatz. Haupt, Bern et al.

[24] Sarkar, MB; Butler, B; Steinfield, C (1995): Intermediaries and cybermediaries: a continuing role for mediating players in the electronic marketplace. Journal of Computer-Mediated Communication 1(3).

[25] Saunders, M; Lewis, P; Thornhill, A (2012): Research methods for business students. 6. Auflage, Financial Times, Prentice Hall, Harlow.

[26] Williamson, OE (1985): The economic institutions of capitalism. Free Press, New York.

Towards an Awareness Gap on Cybercrime – an Empirical Analysis of the Perceived Threat Level and Implemented IT Security Measures in Companies

Clemens Harten, Martin Schultz, Juwan Shaicko, Markus Nüttgens

University of Hamburg, Chair for Information Systems, 22765 Hamburg
E-Mail: (clemens.harten | martin.schultz | juwan.shaicko | markus.nuettgens)@wiso.uni-hamburg.de

Abstract

Cybercrime poses a threat to all organizations that engage in electronic business and causes considerable damage. Therefore, taking appropriate countermeasures is an important part of companies' Information Technology (IT) strategy. But companies underestimate their individual threat level. Empirical data on the situation at similar companies can help to understand the individual threat level. In an online-survey with more than 600 participants, companies of all sizes from Northern Germany were asked to give their perception of their current threat level, along with details on their IT security measures. By analysing their responses, we expose an awareness gap concerning ongoing attacks and examine potential sources of risks as well as the effect of IT security measures on the perceived and the actual threat level. IT monitoring is found to be helpful to correctly assess the individual threat from cybercrime.

1 Introduction

Cybercrime poses a persistent threat to all businesses using Information Technology (IT) during almost any part of their operations. The list of potential risks ranges from untargeted mass-attacks through viruses or phishing-mails to dedicated actions by hackers focusing on selected businesses or companies [29]. A successful cybercriminal attack can result in substantial damages: Important client data may get lost, trade secrets are revealed or websites disabled [5]. In addition to these direct damages to the business, the consequences of cybercrime attacks may result in a poignant loss of reputation which impacts the market position of a company and jeopardize the going concern [1].

Accordingly, governments have started to increasingly demand dedicated actions to mitigate the risk cybercrime poses to the economy and businesses [13]. Companies make considerable efforts for the detection, prevention, tracking, and investigation of attacks. Recent estimates for the total cost of cybercrime range from $110 billion to $1 trillion annually [14]. While all measures to address cybercriminal attacks have to be reasonable in comparison to their potential damage, a big risk to a company are those attacks that remain unnoticed, as they might provide the attacking party with continuous information access or allow permanent data modification. Thus, if a company does not employ sufficient measures to uncover attacks, it might fail to realize the potential damage caused by cybercrime.

For these reasons, a company needs extensive information on the current level of cybercrime similar businesses face, in order to assess its individual threat from cybercrime correctly. A recent survey showed that while 80 percent of companies think of cybercrime as a high risk to the economy, less than one third of companies perceived the threat to their company as high [31]. The disparity between the perceived general and individual risk has been described as an optimism bias [22]. Due to this bias, the individual risk is underestimated: A gap exists between the perceived and the actual threat level from cybercrime to an organization.

To close this gap in risk awareness, we conducted an online survey with over 600 companies. The participants were asked for their perception of the risk from cybercrime. To assess the perceived and actual threat level, companies were asked to give details on their perceived exposure to cybercriminal attacks, recent attacks on their systems, and the IT security measures they employ. Using this information, we analyse the risk awareness of the companies, characteristics influencing the actual threat level, and the implemented countermeasures. Aim of this analysis is to gain more insights to the optimism bias regarding cybercrime and give recommendations on how to get to a realistic understanding of the individual threat level and the effects of IT security measures. Moreover, based on our results companies are able to compare their IT security measures to those employed by other companies in order to decide whether they are sufficiently equipped to address their current risk.

The remainder of this paper is structured as follows. The next section outlines the current state of empirical research on cybercrime in Germany. In section three, the research method used for this survey is detailed. Resulting data and the analysis thereof is presented in section four. A conclusion and suggestions for further research are found in section five.

2 Background and Related Research

Although cybercrime is of high importance for almost all companies it still lacks a consistent definition [30]: It might be limited to “criminal or harmful activities that involve the acquisition or manipulation of information for gain” [29] or include all “computer-mediated activities which are

either illegal or considered illicit by certain parties and which can be conducted through global electronic networks" [17] (this broader scope is sometimes referred to as e-crime [31]): Computers and networks can be both tool and target of cybercrimes [26]. For the purpose of this study, we considered all harmful attacks on IT infrastructure as cybercrime, following a narrow definition of the term. Companies can take IT security measures to prevent harm through cybercrimes, but their efforts are limited by both technical and financial boundaries [12]. To decide on the appropriateness of IT security investments, a company is bound to estimate the return on security investment [4].

Since a broad range of criminal activities qualify as cybercrime, its victims include individuals as well as companies or government institutions. Potential victims can take technical and behavioural actions to protect themselves [9]. Lawmakers need to assess the changing malicious usage of technology and respond by creating criminal charges accordingly. Lastly, law enforcement agencies need to develop technical abilities to both prevent and prosecute cybercrimes [9]. Thus, companies and governments equally need a detailed understanding of current trends in cybercrime and their actual threat level. Companies can use these insights to protect themselves effectively from harm through cybercrimes.

In recent time, several surveys among companies have been performed to gather information on cybercriminal activities. In a telephone survey with 700 executives from Germany, Austria and Switzerland performed by KPMG in 2012, found one quarter of companies to be affected by e-crime within the past two years. While 80 percent of respondents identified e-crime as a high risk for the economy, less than one third of respondents thought of e-crime as a high risk for their individual company. Asked for especially risky usages of IT within the company, the most common answer was mobile telecommunication (64%). Private internet usage was seen as a major risk by 39% of the respondents [31].

The IT security at small and medium-sized enterprises (SMEs) in Germany was investigated by a study performed by the German Federal Ministry of Economics and Technology in 2011 and 2012. Both telephone surveys found that risk awareness and the level of IT security rise with the number of employees. Almost all participants saw a need to raise the level of IT security within their company. However, the most often reported risk for IT security was hardware malfunction, a problem not related to cybercrime [8].

In a study performed by BITKOM in 2011 and 2012, 810 executives and IT managers were asked to evaluate the IT security situation of their company. Of the participating companies, 39% have already experienced attacks on their IT systems, and 33% have suffered data loss. Information and communication technology companies are found to be significantly more likely to have emergency plans for data loss and security standards for mobile devices, compared to other companies. Interviews with 245 IT experts performed by ECO, an interest group of the German internet sector, in 2013 highlight the rising threat from internet-based attacks. The threat is perceived as increasing or strongly increasing by 92% of the participants (in 2012: 90%). At the same time, only 47% of the participants plan to increase investment in IT security (in 2011: 51%) [6].

Through these previous studies, we have a good understanding of the perceived threat from cybercrime. Some studies indicate an gap between the perception of threat to the economy and the individual threat [6,31]. However, it is unclear how a company can validate its individual risk perception.

3 Research Method

The survey method is well-established and widely used for data collection not only in information systems research [21]. The approach for preparing the questionnaire for the presented research follows the process which is proposed by Lumsden and Morgan [18]. It specifically addresses online-questionnaires and offers detailed guidelines on how to design a successful online study. These guidelines are based on a wide range of preliminary research work and were published and applied by the Economic Directorate of the USA. It comprises six steps: 1) Define the Research Question; 2) Divide the research question into sub-categories; 3) Determine and profile the target audience; 4) Design and implement the content; 5) Pilot the questionnaire; 6) Administer the questionnaire.

3.1 Questionnaire Content

The survey presented here is of a descriptive nature. The purpose of a descriptive survey is to find out what situations, events, attitudes or opinions occur in a population (for a classification of explorative, descriptive, and explanatory surveys see [23]). The survey aims to answer the research question of whether companies have an appropriate understanding of the threat they face from cybercrime. The research question is divided into four sub-categories, depictured in Figure 1:

- What is the perceived threat level of the companies?
- What is the actual threat level of the companies?
- What are influencing factors for the actual threat level?
- What is the quality level of implemented IT security measures?

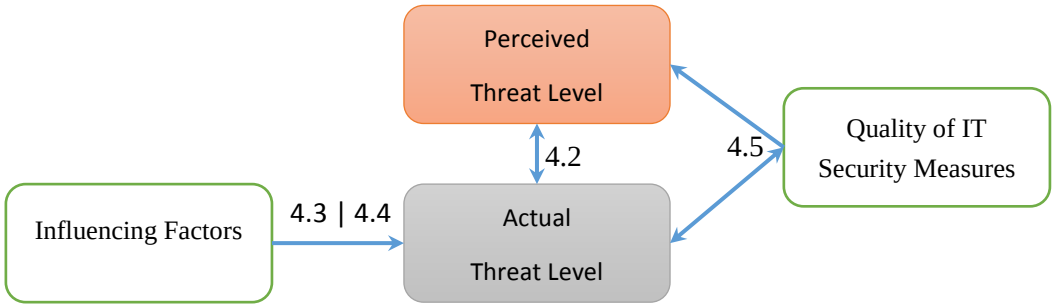


Figure 1: Sub-Categories addressed by the questionnaire and corresponding subsections of this paper

Interdependencies between these four categories are analysed in section 4 with the help of Chi²-Test and Cramer-V.

As the next step, appropriate questions are assigned to each sub-category and the logical structure of the questionnaire is derived based on the relationships between the sub-categories. Following an invitation text, which explains the nature of the survey and demonstrates third-party trustworthiness, the questionnaire starts with personal questions as presenting them at the end of a questionnaire partially results in an increased drop-out rate. [2] [25]. Each subsequent section of the questionnaire deals with a particular sub-category from the list above. Table 1 gives an overview of the questionnaire structure.

Sec.	Topic	Questions
1	**Characteristics of respondents' organisation**	Q1-Q4
	Where is your company located? How many sites do you have?	
	Which sector is your company operating in?	
	How many employees work at your company?	
2	**Influencing Factors**	Q5-Q16
	What kind of IT infrastructure is in use (server, mobile devices, online shop)?	
	What are directives for IT infrastructure usage and management?	
3	**Perceived Threat Level**	Q17
	How would you assess the threat level of your company regarding cybercrime attacks?	
4	**Actual Threat level**	Q18-Q29
	Was your company attacked within the past 12 months?	
	How many attacks were detected within the past 12 months?	
	What kinds of attacks were detected within the past 12 months?	
5	**Implemented IT Security Measures**	Q30-Q31
	What kinds of IT security measures are implemented in your company?	

Table 1: Questionnaire Structure

3.2 Questionnaire Design

In academia a plethora of guidelines are proposed on the design of online questionnaires. These guidelines are based on a wide range of preliminary research work related to the quality of online surveys [19] [18]. They encompass recommendations for *technical aspects* of the survey implementation, the *design and layout* of the survey as well as *language-related advices*. The following paragraph briefly discloses the design decisions taken for the survey presented in this paper. These decisions are mainly informed by the guidelines of Morrison [19] and Lumsden and Morgan [18]. By carefully applying these pertinent guidelines the questionnaire aims at reducing the measurement error to a minimum (deviation of the answers of respondents from their true values on the measure) [10].

From a technical perspective the support of multiple platforms and browsers is crucial to avoid a high non-response rate due to technical problems. The applied implementation of the questionnaire satisfies this requirement as it only relies on standard HTML and a minimal use of java script. Moreover, as demanded by Smith [27], it is possible to interrupt and re-enter the survey [27]. From a design and layout perspective the questionnaire establishes a clear navigation path as the start of each section and each question is clearly indicated by sub-(headings) and all questions and answer options are grouped according to familiar reading patterns [19]. For all questions a "Don't Know" response option is provided in order to identify respondents who not know/ not willing to provide an answer. This increases the reliability of the survey data and reduces the drop-out rate [25]. The response option for question 17 (perceived threat level) is implemented as a 5 option Likert-Scale ranging from "very threatening" to "not threatening". Likert-Scales are frequently used for measuring constructs as they are easy to construct and administer [3]. Along with a five-options Likert-Scale comes a "Middle Option" increasing the reliability and validity of results [16]. In terms of language-related aspects several recommendations are considered regarding the length of questions (should not exceed 16 to 20 words [7] [20]), the type of questions (no double-barrelled and no negative questions are used to

reduce the level of complexity [2]), the wording of a question (formulated in a simple way with simple grammar (Dillman et al., 1998) [25]). Complex questions are broken down to a series of simple questions [19].

3.3 Population, Sampling and Data Collection

The target population of this survey comprises companies from northern Germany. This restriction was chosen as the presented research project was conducted with the collaboration of the regional chamber of industry and commerce. By utilizing the network of the chamber, over 6,000 companies were selected from the active members of the chamber contacted via email. Companies of all size classes and from all sectors were invited to participate. Additionally, the online survey was announced via the homepage of the chamber. From an academic perspective, the method to select survey participants is non-probabilistic (survey type: unrestricted self-selected survey) [10]. Considering this fact, the analysis in section 4 pays especially respect to the generalizability of the presented analysis results. However, in our opinion the survey results reasonably reflect the current state regarding cybercrime of the target population. The purposeful distribution of invitations comprehensively covers the targeted population. The approach does not systematically exclude any sub-group which results in a low coverage error (mismatch between the target population and the sample frame) [10]. Moreover, the distributions regarding size and sector of participating companies correspond to the respective distributions of all companies in Northern Germany.

The questionnaire was placed online for about two months starting from January 15th until February 23th 2012. A total of 713 respondents participated which leads to a response rate of 11.88 percent. 611 of these respondents completed all five questionnaire sections. This number of respondents clearly exceeds the minimum size for a representative sample of a population of 640.000 individuals, which is a rough estimation for number of all companies in Northern Germany [28] [15].

4 Analysis and Research Findings

To understand the gap between the perceived and actual threat level of companies, the self-reported threat level is compared to the actual detected attacks (subsection 4.2). Afterwards, properties influencing the actual threat level are identified, to help companies in the assessment of their individual risk (subsection 4.3 and 4.4). To identify appropriate measures for improving the IT security of a company, the actual threat level is compared to the IT security measures employed (subsection 4.5).

Aspect	Values	Number of Respondents	Percentage
Sector	Manufacturing	149	24
	Service	282	46
	Trade	109	18
	Others	71	12
Number of employees	1 – 10	132	22
	11 – 50	167	27
	51 – 100	70	11
	101 – 250	91	15
	> 250	151	25

Table 2: Characteristics of participants' organizations

4.1 Descriptive Statistics of Respondents

Table 2 displays statistical information on the sectors in which the participants' organizations operate in and their number of employees (for each company, just one person was allowed to participate). The respondents provide data from a broad range of companies, predominantly SME from Northern Germany. By sector and size, they fit the overall structure of German economy; just organizations with very few employees are under-represented (cf. [28]). Actual Attacks and Perceived Level of Threat

To assess the level of threat organizations face through different types of cybercrime, respondents were asked if their organization had been attacked within the past 12 months through malware, individually operating hackers, or unknown means (multiple answers were permitted). The respondents' answers are presented in Figure 2. Most respondents reported malware incidents, but no dedicated attacks by hackers or attacks by unknown means.

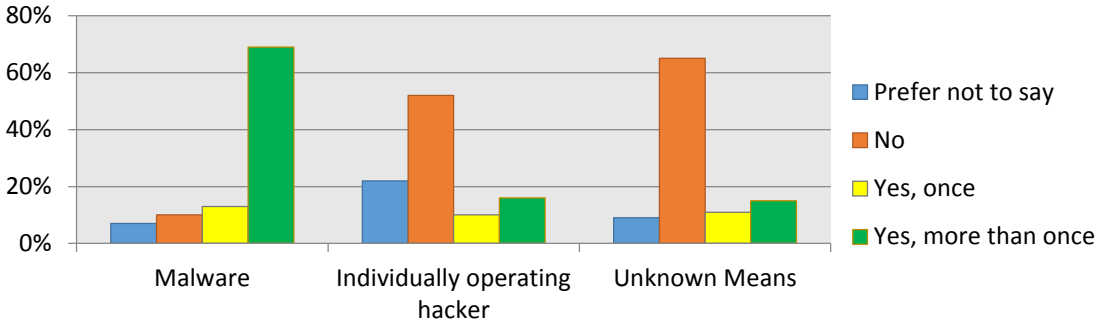


Figure 2: Frequency of certain attacks on participants' organizations within the past 12 months

In the next question a majority of all respondents does not classify the threat level to their company as particularly threatening. However, companies that have detected at least one attack within the past year are significantly more likely to assess their individual risk from cybercrime as threatening (Figure 3) ($\alpha = 0.05$; $df = 4$, $Chi^2 = 76.11$; V-Cramer = 0.38) [1].

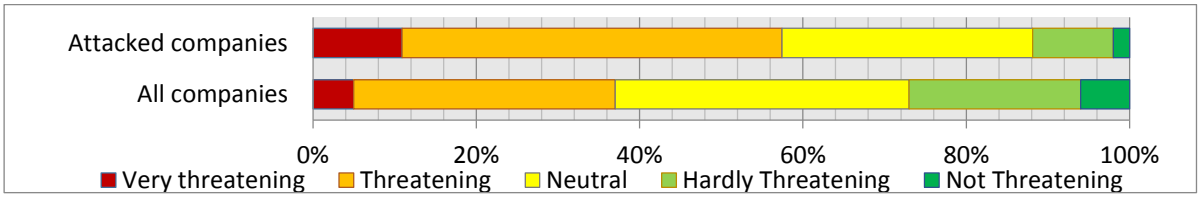


Figure 3: Assessment of threat to the company from cybercrime

Similar effects have been observed by previous studies: SMEs that have not been attacked underestimate the direct and indirect damage from successful attacks [24] and the likelihood of an attack [31].

4.2 Company Characteristics and the Risk from Cybercrime

Based on previously presented information, it is possible to identify dependencies between properties of organizations and their likelihood of becoming a target of cybercrimes. Table 3 presents the

[1] IBM SPSS Statistics Version 21.0.0.0 is used as analysis software. α is the predetermined level of significance, while df denotes the degree of freedom for a given analysis. When testing for correlations between several variables, only those responses are considered that answered all respective questions of the survey.

occurrences of attacks by both sector and number of employees. By utilizing the Chi² Test, no dependence can be identified between those company characteristics and the occurrence of attacks ($\alpha = 0.05$; Sector: df = 3, Chi² = 0.28; Number of Employees: df = 2, Chi² = 2.83).

Company characteristic	Industry	Occurrences of attacks (number of respondents)	
		Yes	No
Sector	Manufacturing	48	80
	Service	92	163
	Trade	36	62
	Others	23	35
Number of employees	1 – 50	99	179
	51 – 100	21	44
	> 100	89	124

Table 3: Occurrences of attacks by sector (n = 539) and number of employees (n = 556)

Based on these results it can be assumed that cybercrime indeed affects each kind of company regardless of size or sector and is not limited to large companies. This is in line with results of previous studies (cf. [8]).

4.3 IT Usage of Companies and the Risk from Cybercrime

In a next step, several aspects of IT usage with the potential to influence the number of attacks were investigated, in order to support the self-assessment of organizations concerning their risk level.

Two groups of respondents were created based on the extent of their IT usage. Companies that have no server with an internet connection and use stationary devices like desktop computers for less than 50% of their employees were considered to have a low level of IT usage (n = 36). Comparing the occurrences of attacks for this group to all other companies reveals no significant dependence (n = 447, Chi² = 1.97, $\alpha = 0.05$, df = 1). Still, companies that use no server at all (regardless of the internet connection) are significantly less likely to report an attack on their systems. Only 19% of those companies (n = 42) reported any kind of attack within the past year.

While many companies rely on IT to enable their business operations, information systems are of even higher importance for companies engaging in e-commerce. Of the 122 respondents with an online shop, 56% reported at least one attack within the last year, while only 31% of those without an online shop did so. The occurrence of attacks depends significantly on the presence of an online shop (n = 528, Chi² = 24.32, Cramer-V = 0.21, $\alpha = 0.05$, df = 1), indicating a higher risk for companies engaging in e-commerce.

Some companies have established policies concerning the private usage of the corporate IT infrastructure. In this survey, 20% of all participants report that their company neither allows private usage of mobile and stationary devices nor the private usage of the corporate network (n = 106). However, the restricted private usage does not show a significant effect on the likelihood of attacks on the company (n = 519, Chi² = 1.70, Cramer-V = 0.06, $\alpha = 0.05$, df = 1). While a policy banning private usage of IT infrastructure might serve other purposes, a positive effect on the risk from cybercrime could not be found.

The usage of mobile devices, a major source of security concerns for many companies [31], did also not affect the occurrence of attacks significantly (n = 539, Chi² = 7.00, Cramer-V = 0.11, $\alpha = 0.05$, df = 3).

Out of the tested properties of companies, respecting their business, policies and technology usage, only the engagement in e-commerce showed a significant effect on the risk of becoming a target of cybercrime. This is in contrast with the perceived threat identified by other surveys (cf. [31]). As most companies are affected by cybercrime equally, regardless of size or specific use cases, small companies are especially at risk, as they employ a lower level of IT security (cf. subsection 4.5).

4.4 Influence of IT Security Measures

To respond to the risk associated with these criminal activities, companies can take a multitude of IT security measures. The effect of several IT security measures can be estimated by analysing their dependency to the actual threat level as reported by the respondents.

The survey asked participants which IT security measures out of a specific list where employed at their company. All those measures are listed in Table 4.

IT security measures	Number of respondents	Percentage of companies
1. Password protected login	585	96
2. Firewall	566	93
3. Data back-ups	558	91
4. Protection software (Anti-virus-software etc.)	553	91
5. SPAM mail filters	557	91
6. Regular software updates	520	85
7. Internal or external IT Specialist	509	83
8. System back-ups	464	76
9. Restricted factual access to IT infrastructure	388	64
10. Guidelines for the usage of the IT infrastructure	386	63
11. Back-up systems	290	48
12. IT monitoring	246	40
13. Dedicated solutions for mobile devices	232	38

Table 4: Fraction of companies using selected IT security measures (n = 611)

The analysis of this survey relies strongly on the self-reported attacks on the participants' organizations, as it indicates the risk a company faces. But detection of cybercriminal activities is not trivial. The respondents' ability to detect an attack cybercrime must be taken into account.

Based on the presence of IT security measures helpful to uncover cybercriminal attacks, we decided to distinguish four classes of companies (Table 5).

	Attack detection ability			
	Low	**Medium**	**High**	**Very High**
Attack detection measures	None	Firewall and Antivirus-Software or SPAM-Filter	IT Specialist or IT Monitoring	IT Specialist and IT Monitoring
Number of companies	13	62	259	205

Table 5: Classification of companies by their ability to detect attacks

Using Cramer-V and Chi² tests, a significant correlation between a company's ability to detect attacks and the reported occurrence of attacks is identified, albeit a low one (n=539, Chi² = 17.51, Cramer-V = 0.18, $\alpha = 0.05$, df = 3).

Thus, the likelihood of detected attacks rises with a company's general ability to uncover cybercrimes. Several explanations are plausible for this effect, but as the general level of usage of IT systems was not found to correlate positively with the occurrence of attacks, it is reasonable to assume that companies with little measures to detect attacks have a higher level of attacks that remain unnoticed. Thus, companies should question whether they have a good understanding of attacks happening against them.

Of all the measures to uncover attacks respected by the survey, IT monitoring has a particular strong effect on the reported occurrence of attacks and thus is presumably an effective measure to detect attacks: While 45 percent of 215 companies employing IT monitoring report attacks in recent time, only 31 percent of the remaining respondents do so (n=539, Chi² = 10.32, Phi = -0.14, $\alpha = 0.05$, df=1).

To assess the general level of IT security including measures for detection, prevention, and correction in a company and its effect on the actual threat from cybercrime, companies were grouped into four classes based on the IT security measures employed. The IT security is classified based on the count of measures at each company (0 to 3 measures were classified as low; 4 to 7 measures as medium; 8 to 11 measures as high; 12 or 13 as very high (cf. Table 4)).

The occurrence of attacks is significantly dependent on the general level of IT security at a company. Cybercriminal attacks are detected more often at companies with a higher level of IT security (n = 539, Chi² = 16.91, Cramer-V = 0.18, $\alpha = 0.05$, df = 3). However, the extent of IT security measures is mostly dependent on the size of a company, as companies with many employees take more security measures (n = 611, Chi² = 125.32, Cramer-V = 0.32, $\alpha = 0.05$, df = 6).

The analysis shows that the actual level of threat for companies is mostly independent from properties like their sector, size or IT usage. However, IT security measures help to detect actual occurring attacks. As the detection of attacks is crucial for the perceived level of threat, companies can close the gap between the perceived and actual level of threat by employing uncovering measures like IT monitoring, which currently are only used by a minority of companies.

5 Conclusion and Further Research

Companies face a significant threat from cybercrime. They have to choose appropriate IT security measures to prevent their business from damage. In order to identify those measures, they need to assess their threat level. However, previous research shows that companies underestimate their individual threat level. In order to help companies in correcting their perceived threat level and choosing effective IT security measures, we conducted a survey with more than 600 companies from Northern Germany. Analysis of the responses reveals a threat to businesses from cybercrime that is mostly independent of sector and size: Every company is a potential target of criminal activities conducted over the internet. The majority of attacks take the form of malware; more complex scenarios like hackers specifically targeting a company are only reported by a minority of companies.

Companies need to critically reflect whether they have an accurate understanding of the threat they face. Better IT security measures might bring to light cybercriminal attacks that would otherwise remain undetected (and successful). Certain IT measures were found to be especially effective in narrowing the gap between perceived and actual threat level of an organization, e.g. IT monitoring.

Measures that focus more on behaviour than on technology, e.g. the restriction of private usage of corporate IT equipment, showed little effect. Mobile devices, a hot topic in the current discussion on IT security, did not raise the level of reported attacks.

While many characteristics of companies do not show significant influence on the occurrence of attacks, e-commerce businesses were found to be especially likely to be attacked. As these businesses are highly dependent on both their technical infrastructure and the trust of customers into their IT security, e-commerce businesses should be highly cautious whether they are appropriately equipped to mitigate the threat posed by cybercrime.

Our analysis relies on self-reported information concerning cybercrimes. But the results indicate a lacking ability to correctly identify all such attacks. Those unreported attacks need to be accounted for to come to final conclusions on the actual threat level: For further research, selected companies should be surveyed before and after new IT security infrastructure is introduced. Additionally, behaviouristic explanations for erroneous perceptions of individual threat from cybercrime should be investigated.

6 Literature

[1] Anderson, R, Barton, C, Böhme, R, Clayton, R, et al. (2012): Measuring the Cost of Cybercrime, in Berlin. Available from: http://www.med.a51.nl/storage/pdf/Anderson_WEIS2012_1.pdf. Accessed 19 September 2013.

[2] Andrews, D, Nonnecke, B and Preece, J (2003): Electronic Survey Methodology: A Case Study in Reaching Hard-to-Involve Internet Users. International Journal of Human-Computer Interaction 16(2):185–210.

[3] Baker M.J. (2003): Data Collection - Questionnaire Design. The Marketing Review 3(3):343–370.

[4] Berinato, S (2002): Calculated Risk: Return on Security Investment. CSO. Available from: http://www.csoonline.com/article/217727/calculated-risk-return-on-security-investment. Accessed 21 September 2013.

[5] Borghardt, L (2011): Lautlose Attacken aus dem Netz. WiWo.de. Available from: http://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/datensicherheit-lautlose-attacken-aus-dem-netz/5857154.html. Accessed 19 September 2013.

[6] Brand, K (2013): Größte Bedrohung aus dem Web – Sicherheit von Smartphones wird ernst genommen. Available from: http://www.eco.de/wp-content/blogs.dir/eco-umfrage-internet-sicherheit_2013.pdf.

[7] Brislin, RW (1986): The wording and translation of research instruments, in Lonner, W. J. and Berry, J. W. (eds.), *Field methods in cross-cultural research*, Cross-cultural research and methodology series, Vol. 8., Sage Publications, Inc, Thousand Oaks, CA, US, 137–164.

[8] Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (2012): IT-Sicherheitsniveau in kleinen und mittleren Unternehmen. Berlin. Available from: http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=525400.html. Accessed 6 September 2013.

[9] Chang, W, Chung, W, Chen, H and Chou, S (2003): An International Perspective on Fighting Cybercrime, in Chen, H., Miranda, R., Zeng, D. D., Demchak, C., et al. (eds.), *Intelligence and Security Informatics*, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin Heidelberg, 379–384.

Available from: http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-44853-5_34. Accessed 20 September 2013.

[10] Couper, MP (2000): Review: Web Surveys: A Review of Issues and Approaches. The Public Opinion Quarterly 64(4):464–494.

[11] Dillman, DA, Tortora, RD and Bowker, D (1998): Principles for Constructing Web Surveys, in *SESRC Technical Report*,98–50.

[12] Gordon, LA and Loeb, MP (2002): The economics of information security investment. ACM Trans. Inf. Syst. Secur. 5(4):438–457.

[13] heise online (2012): Bundesinnenminister erwägt Meldepflicht für IT-Angriffe. heise online. Available from: http://www.heise.de/newsticker/meldung/Bundesinnenminister-erwaegt-Meldepflicht-fuer-IT-Angriffe-1670065.html. Accessed 19 September 2013.

[14] Hyman, P (2013): Cybercrime: It's Serious, But Exactly How Serious? Communications of the ACM 56(3):18–20.

[15] Kotrlik, JWKJW and Higgins, CCHCC (2001): Organizational Research: Determining Appropriate Sample Size in Survey Research Appropriate Sample Size in Survey Research. Information Technology, Learning, and Performance Journal 19(1):43–50.

[16] Lietz, P (2010): Research into questionnaire design: A summary of the literature. International Journal of Market Research 52(2). Available from: http://search.proquest.com/docview/214806912/13A64A8B7EB4EEA578B/1?accountid=11262. Accessed 14 November 2012.

[17] Loader, BD and Thomas, D (2013): Cybercrime: Security and Surveillance in the Information Age. Routledge.

[18] Lumsden, J and Morgan, W (2005): Online-questionnaire design: establishing guidelines and evaluating existing support. Available from: http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/ctrl?action=rtdoc&an=8913785. Accessed 14 November 2012.

[19] Morrison, RL, Stokes, SL, Burton, J, Caruso, A, et al. (2008): Writing and Revising Questionnaire Design Guidelines. U.S. Census Bureau. Available from: http://www.statcan.gc.ca/pub/11-522-x/2008000/article/10974-eng.pdf. Accessed 14 November 2012.

[20] Oppenheim, AN (2000): Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement. Continuum International Publishing Group.

[21] Palvia, P, Leary, D, Mao, E, Midha, V, et al. (2004): Research Methodologies in MIS: An Update. Communications of the Association for Information Systems 14(1). Available from: http://aisel.aisnet.org/cais/vol14/iss1/24.

[22] Pfleeger, SL and Caputo, DD (2012): Leveraging behavioral science to mitigate cyber security risk. Computers & Security 31(4):597–611.

[23] Pinsonneault, A and Kraemer, KL (1993): Survey research methodology in management information systems: an assessment. Journal of Management Information Systems75–105.

[24] Ponemon Institute LLC (2012): State of SMB Cyber Security Readiness. Available from: http://www.faronics.com/assets/UK-Faronics-FINAL-1.pdf. Accessed 22 September 2013.

[25] Schonlau, M, Fricker, RD and Elliott, MN (2002): Conducting research surveys via e-mail and the web. Rand, Santa Monica, CA. Available from: http://site.ebrary.com/id/10425077. Accessed 8 December 2012.

[26] Shinder, DL and Cross, M (2008): Scene of the Cybercrime. Syngress.

[27] Smith, CB (1997): Casting The Net: Surveying an Internet Population. Journal of Computer-Mediated Communication 3(1). Available from: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00064.x/abstract. Accessed 6 December 2012.

[28] Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2013): Unternehmen und Betriebe. Available from: http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_enterprise.asp. Accessed 6 September 2013.

[29] Wall, D (2007): Cybercrime: The Transformation of Crime in the Information Age. Polity Press, Cambridge.

[30] Yar, M (2006): Cybercrime and Society. SAGE.

[31] KPMG AG (ed.) (2013): e-Crime - Computerkriminalität in der deutschen Wirtschaft mit Kennzahlen für Österreich und Schweiz. Available from: http://www.tns-emnid.com/politik_und_sozialforschung/pdf/Studie_e-Crime-2012.pdf.

The Bandwagon Effect in Digital Environments: An Experimental Study on Kickstarter.com

Dennis M. Steininger

University of Augsburg, School of Business and Economics, Chair of Information Systems & Management, Universitaetsstr. 16, 86159 Augsburg,
E-Mail: dennis.steininger@wiwi.uni-augsburg.de

Mark Lorch

University of Mannheim, Business School, Schloss, 68131 Mannheim,
E-Mail: lorch@bwl.uni-mannheim.de

Daniel Veit

University of Augsburg, School of Business and Economics, Chair of Information Systems & Management, Universitaetsstr. 16, 86159 Augsburg,
E-Mail: veit@wiwi.uni-augsburg.de

Abstract

Online investment decision behavior in crowdfunding projects is characterized by a lack of information and a comparatively high risk. Although crowdfunding has achieved notable attention from the general public in the last years, the academic research on this fast-growing market remains rather limited until today. This paper investigates how users behave when making risky online investment decisions in crowdfunding. How are they influenced by information on the choices of earlier funders on a web-based platform? These questions are evaluated using an online experiment based on kickstarter.com. We show that crowdfunding supporters follow the signal of previous users, even when this is associated with a higher monetary commitment. Based on these findings, implications for crowdfunding project creators and platform operators are discussed.

1 Introduction

Crowdfunding platforms are virtual marketplaces where any individual can pitch a project idea and interested others can invest in the proposed idea, often with direct or indirect benefits for the funders (Burtch 2011). Almost 1.5 billion US Dollars were raised via crowdfunding world-wide in 2011 and the total funding volume is expected to have doubled in 2012 (Esposti 2012). The fast-growing but early-stage industry has achieved notable attention from the general public, but academic research on crowdfunding is rather limited until today (Gerber et al. 2012; Mollick 2012). Only little is known (Zhang and Liu 2012) about how funders are and can be influenced in their decision on the funding amount and in their selection of the rewards they receive in return for their contribution in crowdfunding. Research on crowdfunding has mainly focused on the online and offline links between funders and funded such as geographical proximity (e.g., Agrawal et al. 2011; Lin and Viswanathan 2013). We will close this research gap by focusing on one possible factor: the investment choices of previous supporters in the crowdfunding context of Kickstarter.com.

When the behavior of people is influenced by actions of other individuals, this is described as herding behavior or as the bandwagon effect (Leibenstein 1950). Such situations can be found in political campaigns, fashion, dining, financial investment, or technology adoption. It is argued that online environments are particularly susceptible to herding as it is much easier to inform about and perceive previous decisions. This holds true in particular for crowdfunding markets, as the available information about a project is fairly limited and the risk involved is comparatively high, what makes people even more prone to herding (Duan et al. 2009).

Based on these considerations we will investigate the question '*how are online investment decisions influenced by information on choices of earlier funders?'* The influences and interrelationships of these factors are investigated using an online experiment.

The remainder of this paper is structured as follows: Next, we discuss related literature streams and develop our research hypotheses. We then outline the design of our experiment and present the results of our research. Finally, we discuss theoretical and managerial implications and highlight limitations of our research as a guide for future work.

2 Background and Theoretical Foundations

Crowdfunding is widely seen as a type of crowdsourcing (Howe 2006; Kleemann et al. 2008). The basic idea of crowdfunding is to finance projects or organizations by a large group (the crowd) instead of only a few sophisticated investors. Crowdfunding is defined as "an open call, essentially through the internet, for the provision of financial resources either in form of donation or in exchange for some form of reward and/or voting rights in order to support initiatives for specific purposes" (Lambert and Schwienbacher 2010, p. 6).

Kickstarter.com is a well-known American crowdfunding platform (CFP) which gained a lot of media attention during the last years, mostly due to extremely successful projects that collected several million dollars (e.g. Lindvall 2012; Strickler 2012). Crowdfunding on Kickstarter proceeds as follows: In order to request funds, a creator sets up a project page on kickstarter.com. Creators offer different rewards to their funders in return for, and depending on, the amount of their contribution. When a funder decides to support a project, he selects a funding amount and an associated reward. Crowdfunding on Kickstarter is all-or-nothing, which means all funders get their money back when

the funding goal is not reached in time. At the end of a successful funding period, Kickstarter transfers the money to the project creator who starts to implement his idea.

Harvey Leibenstein in 1950 introduced *bandwagon effects* as situations "where an individual will demand more (less) of a commodity at a given price because some or all other individuals in the market also demand more (less) of the commodity" (Leibenstein 1950, p. 190). Until today, the term attracts attention in marketing and economics literature, most of the time described as *social learning*. Social learning is defined as "mechanisms through which individuals may learn from others" (Cai et al. 2009, p. 864). This includes, inter alia, *observational learning*, where individuals are influenced by the information that is contained in other people's action. The theory of informational cascades is used to explain observational learning and is based on the idea, that social and economic actions are influenced by the actions and experiences of other individuals (Welch 1992). An informational cascade takes place, when it's rational for an individual to ignore his private information and to imitate the behavior of its predecessors (Bikhchandani et al. 1998). An informational cascade can arise "when decision makers have imperfect knowledge of the true value of a product so they infer its utility from observing actions of their predecessors." (Duan et al. 2009). Once a cascade has started, the private information of the decision maker does not join the common knowledge pool, as his observable action does not convey any information about it. Later decisions are not improved due to this reason. Ignoring his private information and joining the herd is thus described as a negative *herd externality* on the rest of the population (Banerjee 1992; Burtch 2011).

Researchers document evidence of bandwagon effects in online environments due to observational learning (Chen et al. 2011). Salganik et al. (2006) created an artificial music download platform and analyzed the influence of knowledge about the previous participants' choice on download behavior. Tucker and Zhang (2011) find that displaying previous numbers of clicks attracts visitors to popular vendors. Chen et al. (2011) examine the differential and interaction effects of word-of-mouth (Arndt 1967; Bowman and Narayandas 2001) and observational learning in a natural experiment on Amazon.com. Simonsohn and Ariely (2008) find evidence of observational learning in online auctions on Ebay.com. Based on these strong theoretical foundations of informational cascade theory and the presented empirical findings, we posit:

h1: *A funders' preference for a crowdfunding reward is positively related to its popularity compared to other alternative crowdfunding rewards.*

The basic model of informational cascades assumes an equality in signal strength, but we can also consider a setting in which heterogeneity between the individuals is allowed (Bikhchandani et al. 1992, 1998). When more informed individuals decide first, novices may imitate the behavior of experienced decision makers, so that an informational cascade could start even easier. But when a fashion leader appears later in a sequence he can break an existing cascade by following his private signal as he will be more certain about his choice. One group, which could be described as fashion leaders in crowdfunding settings, are of more experienced crowdfunders that may be able to better estimate the strengths, weaknesses and risks of a crowdfunding project. Hence, we suggest:

h2: Experienced crowdfunders will be less influenced by the choice of earlier decision makers.

3 Methodology

To test our hypotheses we conduct an online experiment. Our experiment uses between-subject design, crossing the amount of supporters (popular vs. unpopular), which leads to two different experimental

groups. Two crowdfunding rewards at different prices of $19.59 (low-priced reward) and $19.79 (high-priced reward) are presented and the participants are asked to decide between the two rewards. The descriptions of the rewards are completely identical except for the price and the experimental treatments. The rewards are both introduced as "One Square. Shipping included in the US. International, please add $15." An overview of the experimental groups and treatments is given in Table 1.

An exemplary crowdfunding project from *kickstarter.com*, which offers a reinvented, squared water bottle, is used as the basis of our stimuli in order to meet a realistic scenario and assure typical wording and common practices of crowdfunding projects (Mayer 2012). The exemplary project was successfully funded on October 11, 2012 with more than 1700 supporters reaching 600% of its funding goal of $20.000.

During the experiment, the participants choose between the rewards by stating their preference on a scale from 1 (low-priced reward) to 7 (high-priced reward). To get a deeper inside in their thoughts and feelings about the rewards, the *willingness to buy* and the *perceived value* scales are adapted from Dodds et al. (1991) with only limited changes. As described, we expect that crowdfunding experts will be less influenced by a cascade than inexperienced crowdfunders. To test this hypothesis we adopt a three-item scale to measure the crowdfunding expertise of the participants (Lambert-Pandraud et al. 2005).

We recruit participants of our survey via the micro-task platform Amazon Mechanical Turk (MTurk). Although micro-task markets lower "the cost of recruiting participants and offer research immediate access to hundreds of users"(Heer and Bostock 2010), researchers report issues with random answers and spammers on Mturk. Therefore, a verification mechanism is needed to make sure that workers answer our survey accurately (Downs et al. 2010; Kapelner and Chandler 2010). To block low performance workers and spammers, several additional measures are implemented in our questionnaire (Schulze et al. 2011).

The questionnaire is tested in three qualitative pretests with university students. While answering the questions, pretesters are able to write down everything that they notice. When having finished the survey, every participant describes his decision process and influential factors in a personal interview. The questionnaire is refined based on the feedback. Afterwards a quantitative pretest with participants from MTurk is performed.

In order to validate our research instrument we follow the approaches of Straub (1989) and MacKenzie et al. (2011) to assure content validity, construct validity and reliability. First, content validity is defined as "the degree to which items in an instrument reflect the content universe to which the instrument will be generalized" (Straub et al. 2004, p. 424). Literature reviews and expert judges are suggested to assure content validity. After a literature review on every construct, experts from different fields such as IS, marketing and crowdfunding evaluate our questionnaire. Second, "construct validity is an issue of operationalization or measurement between constructs. The concern is that instrument items selected for a given construct are, considered together and compared to other latent constructs, a reasonable operationalization" (Straub et al. 2004). A high correlation between items of the same scale (convergent validity) and a low correlation between items of constructs that are expected to differ (discriminant validity) is assured by a exploratory factor analysis based on the final survey data (Straub 1989). Finally, to estimate internal reliability Cronbach's alpha has traditionally been used with an acceptance level of .70 or above (MacKenzie et al. 2011, p. 314). All constructs reach Cronbach's alpha above .80.

Table 1. Experimental Groups and Treatments		
	low-priced reward ($19.59)	**high-priced reward ($19.79)**
group 1	79 supporters	9 supporters
group 2	9 supporters	79 supporters

We published our survey on October 24, 2012 at 3:15 p.m. on Mturk with a reward of $0.35. We preselected workers according to their qualifications (Geiger et al. 2011) and made a geographical restriction and allowed only US citizens to take our survey. 366 responses were collected until November 9, 2012 with an average response time of 11 minutes and an effective hourly rate of $1.89. We had to reject a certain number of assignments due to quality issues. In total, 144 questionnaires were usable for this project. The characteristics of the respondents indicate that 57% of the respondents are female. Average age is 36,49 years. 38% of the participants have a bachelor degree, 30% attend college at the moment. 41% reported an annual household income between $35.000 and $75.000, 29% between $15.000 and $35.000. More than two thirds heard about crowdfunding before taking our survey. This is way higher than our experience during the pretests with German students, providing support for our decision to conduct the survey with US participants on MTurk. Moreover, 23% had already supported a crowdfunding initiative in the past.

4 Results

In this section, we report our main findings, which demonstrate that popularity has a significant effect on funders' reward decision. We present the results from an analysis of variance between all experimental groups and test for the influence of consumers' need for uniqueness and crowdfunding knowledge via a multiple regression in a second step. Figure 1 summarizes the reward decisions in the two experimental groups. In the first experimental group, nearly 71% of the funders decide in favor of the low-priced reward ($19.59) over the high-priced reward ($19.79) and follow the decision of their predecessors. When the popularity is shifted from low-priced reward to the high-priced reward, only a third of the funders decide in favor of the low-priced reward. The hypotheses regarding the two main effects are tested first by an analysis of variance. Table 2 presents the mean of the preferences indicated by the participants. It is measured on a 7-point scale, where 1 indicates a preference for the low-priced reward and 7 for the high-priced reward. The results of the one-way independent ANOVA show that the mean differences between the experimental groups are significant.

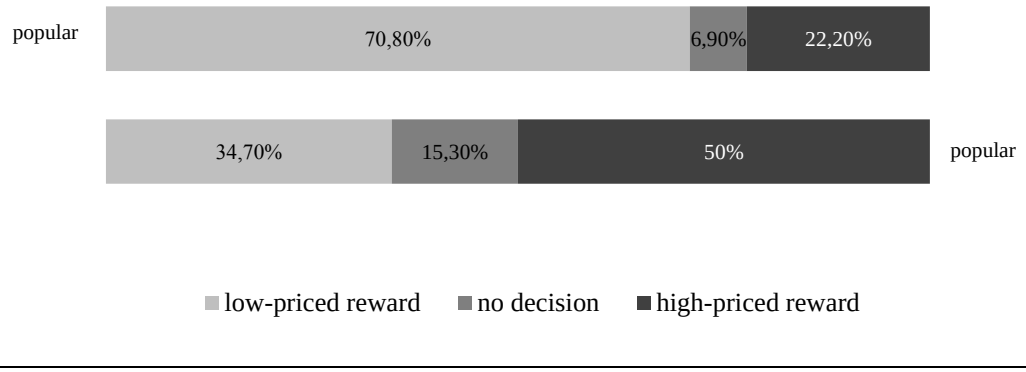


Figure 1. Reward Decisions in Experimental Groups

Table 2. Result of one-way independent ANOVA

	Group 1 (n=72)	Group 2 (n=72)
Popularity	low-priced reward	high-priced reward
Preference		
Mean[a]	2.74	4.24
Standard Deviation	2.25	2.41
	$F_{(3,284)} = 13.89$ ($p < .001$), $r = .357$ LSD Test: Group1 < Group2***	

[a] Mean value on a 7-point scale, where 1 indicates low-priced reward and 7 indicates high-priced reward

* p < .05; ** p < .01; *** p < .001;

In a second step of our analysis, we use a multiple regression with the reward preference as dependent variable. We create a dummy variable as predictor: it indicates if the low-priced reward is more popular (0) or if more predecessors chose the high-priced reward (1). The coefficients for the effects of popularity are shown to be highly significant and positive as summarized in Table 3. We do not find crowdfunding knowledge to be a significant moderator of the popularity effect as assumed in hypothesis h2. However, when looking at the direct effects on the choice of the higher priced reward, we find a negative significant effect. We control for demographics and some additional variables that potentially might influence funder's choice. Only if funders show characteristics of experiential thinking in their decision style, we find a significant effect on the choice of the higher priced reward.

Table 3. Result of Multiple Regression		
Variables	Coefficients	Std. Err.
Popularity	1.647***	.372
Crowdfunding Knowledge	-.244 ns	.127
Interaction Effect Popularity x Crowdfunding Knowledge	-.071 ns	.244
Controls		
Product Involvement	-.002 ns	.174
Product Quality	-,260 ns	.201
Experiential Thinking	.507***	.119
Education	.074 ns	.146
Sex	.253 ns	.393
Age	.027 ns	.016
Income	.041 ns	.182
Others		
R^2	.257	2.180
Sample Size	144	
ns= not significant; *p < .05; **p < .01; ***p < .001		

5 Discussion

We find that funders are significantly influenced by information on preceding funders' reward decisions. This is consistent with previous findings in offline (e.g. Cai et al. 2009; van Herpen et al. 2009) as well as online settings (e.g. Chen et al. 2011; Simonsohn and Ariely 2008). However, previous studies did not take a financial perspective into account, analyzing for example only the popularity of free software downloads or songs with only a single price (Duan et al. 2009; Salganik et al. 2006). We contribute to this literature stream with the striking result that observational learning even takes place when following the decision of previous others is associated with a higher monetary commitment. Similar results can be found in the literature on charitable giving, where donors changed their contribution in the direction of social information (Croson and Shang 2008). Interestingly, we did not find crowdfunding knowledge to be a moderator (interaction effect) of the observational learning effects but could see an overall negative trend on the preference for the high-priced reward along experienced crowdfunders in groups. It seems that this type of funders pays more attention to project characteristics and reward descriptions and therefore notices the high similarity between the offered rewards. We controlled for the decision thinking style and found a significant effect if funders make their decisions experiential, i.e. in a rather spontaneous manner. They significantly tend to spend more money.

Existing crowdfunding literature focuses mainly on the categorization of crowdfunding initiatives, the motivation of crowdfunding participants (Gerber et al. 2012; Ordanini et al. 2011) and success drivers of crowdfunding campaigns (Lambert and Schwienbacher 2010; Mollick 2012). We contribute to this literature stream as we show two influence factors for funders' decisions about their funding amount and their selection of rewards, which they receive in return for their support.

Our findings have important implications for the different players in the crowdfunding environment. From a project creators' perspective, herding is considered to be beneficial for the success of

crowdfunding initiatives as it helps projects to keep their funding drive (Burtch 2011). However, we find that it also can be obstructive to the funding success as it could discourage funders to support with a higher funding amount.

Platform operators should carefully decide if they offer information about the reward decisions of previous funders. On the one hand, it offers some insights in how much financial risk previous supporters are willing to take. Hence, the information assists potential funders in their decision-making. On the other hand, the characteristics of an informational cascade are that people ignore their private information and follow the signal of the herd. In this way, funders could be influenced to spend more money than they planned taking a higher risk than they can manage. Platform operators should notice that "herding is associated with poorer decision-making for investors [funders]" (Burtch 2011).

Finally, we want to outline possible limitations of our approach and will draw a picture of possible future research that could overcome these drawbacks and further contribute to a deeper understanding of crowdfunding in general and the selection of rewards and funding amounts in detail. As this is the first academic research that focuses on the reward decision of funders and the influences on the amount of financial support in crowdfunding campaigns, further research in this area seems beneficial. While popularity information of a reward are only one important factor, other influences such as the type of reward (e.g. material vs. immaterial), scarcity, the delivery date, or project and reward descriptions could be subjects of future investigations. The results of our pretests highly suggest that future research should investigate funders' reactions to different levels of popularity and - most important - price differences to achieve a deeper understanding of our findings. A dynamic approach observing the development of rewards' popularity during the investment path of a crowdfunding campaign could offer valuable new insights too. In our experiment, funders had to decide only between two different rewards. In a real world setting, most creators of crowdfunding projects will offer far more than this. However, informational cascade theory can also be applied to settings with more than two alternatives. In these situations cascades "tend to take longer to form and aggregate more information" (Bikhchandani et al. 1998). Our experimental setting is somewhat similar to online environments such as online-shops, mobile application markets or micro-lending platforms. Future research endeavors could investigate if our findings are adaptable to these markets.

6 Conclusion

Although crowdfunding has achieved notable attention from the general public, this fast-growing market is being researched to a very limited extend only. Existing literature mainly focuses on motivation factors for crowdfunding participants and on success factors for funding initiatives. Little is known about how crowdfunding supporters set their funding amount and how they select rewards, which they receive in return for their financial support. Therefore, we investigate '*how are online investment decisions influenced by information on choices of earlier funders?'* based on observational learning and informational cascade theory.

We perform an online experiment based on the platform kickstarter.com where participants select between two rewards at different funding amount levels to test our hypotheses. We contribute to the literature stream of observational learning and are able to show that online funders even follow the decision of previous others when a higher financial commitment is associated. Experienced crowdfunders are less prone to herding effects and pay more attention on characteristics of rewards. We discuss these results in the light of the informational cascade theory that suggests such a change in the payoff structure as a possible way to reduce or even eliminate socially inefficient herding

(Banerjee 1992). To the best of our knowledge, this is the first study that confirms this suggestion empirically.

Our results have implications for project creators as well as platform operators. Creators should keep in mind that herding can not only lead to a stronger financial support, but can also be obstructive to funding success when funders gather together on a low-priced reward. Hence, first funders might be the most important funders of a project based on our results. This might also be explained through a path dependency perspective. Countering these effects might be, to encourage friends and family to be first funders or to advertise for the higher rewards through additional incentives for first funders. From a platform operator's perspective, information on previous decisions can be offered to their users serving as signals about how much risk others are willing to take. However, funders could be provoked to take a higher financial risk than they can manage.

Future research might further investigate on other influence factors such as different types of rewards, delivery date, scarcity, and the general project description. Moreover, other levels of price differences and popularity of a reward might be of interest to understand our results in more detail possibly together with alternative theoretical perspectives such as signaling or path dependency theory. Finally, future research endeavors could investigate if our findings are adaptable to other online contexts such as online shopping platforms, mobile application markets or P2P lending.

7 References

[1] Agrawal, A. K., Catalini, C., and Goldfarb, A. 2011. *The Geography of Crowdfunding*, National Bureau of Economic Research.

[2] Arndt, J. 1967. "Role of Product-Related Conversations in the Diffusion of a New Product," *Journal of Marketing Research* (4:3), pp. 291–295.

[3] Banerjee, A. V. 1992. "A simple model of herd behavior," *Quarterly Journal of Economics* (107:3), pp. 797–817.

[4] Bikhchandani, S., Hirshleifer, D., and Welch, I. 1992. "A theory of fads, fashion, custom, and cultural change as informational cascades," *Journal of Political Economy* (100:5), pp. 992–1026.

[5] Bikhchandani, S., Hirshleifer, D., and Welch, I. 1998. "Learning from the Behavior of Others: Conformity, Fads and Informational Cascades," *Journal of Economic Perspectives* (12:3), pp. 151–170.

[6] Bowman, D., and Narayandas, D. 2001. "Managing Customer-Initiated Contacts with Manufacturers: The Impact on Share of Category Requirements and Word-of-Mouth Behavior," *Journal of Marketing Research* (38:3), pp. 281–297.

[7] Burtch, G. 2011. "Herding Behavior as a Network Externality," in *Proceedings of the 32th International Conference on Information Systems 2011*, Shanghai, PRC, pp. 1–16.

[8] Cai, H., Chen, Y., and Fang, H. 2009. "Observational Learning: Evidence from a Randomized Natural Field Experiment," *American Economic Review* (99:3), pp. 864–882.

[9] Chen, Y., Wang, Q., and Xie, J. 2011. "Online Social Interactions: A Natural Experiment on Word of Mouth Versus Observational Learning," *Journal of Marketing Research* (48:2), pp. 238–254.

[10] Croson, R., and Shang, J. 2008. "The impact of downward social information on contribution decisions," *Experimental Economics* (11:3), pp. 221–233.

[11] Dodds, W. B., Monroe, K. B., and Grewal, D. 1991. "Effects of Price, Brand, and Store Information on Buyers' Product Evaluations," *Journal of Marketing Research* (28:3), pp. 307–319.

[12] Downs, J. S., Holbrook, M. B., Sheng, S., and Cranor, L. F. 2010. "Are your participants gaming the system?: screening mechanical turk workers," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, pp. 2399–2402.

[13] Duan, W., Gu, B., and Whinston, A. B. 2009. "Informational Cascades and Software Adoption on the Internet: An Empirical Investigation," *MIS Quarterly* (33:1), pp. 23–48.

[14] Esposti, C. 2012. *Crowdfunding Industry Report: Market Trends, Composition and Crowdfunding Platforms*. in *www.crowdsourcing.org* Retrieved 2. December, 2012, from http://www.crowdsourcing.org/document/crowdfunding-industry-report-abridged-version-market-trends-composition-and-crowdfunding-platforms/14277.

[15] Geiger, D., Seedorf, S., Schulze, T., Nickerson, R. C., and Schader, M. 2011. "Managing the Crowd: Towards a Taxonomy of Crowdsourcing Processes," in *Proceedings of the 17th annual Americas Conference on Information Systems*, Detroit, US, pp. 1–11.

[16] Gerber, E., Hui, J., and Kuo, P. 2012. "Crowdfunding: Why People are Motivated to Participate," *Northwestern University, Segal Design Institute, Technical Report No. 2*.

[17] Heer, J., and Bostock, M. 2010. "Crowdsourcing graphical perception: using mechanical turk to assess visualization design," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, pp. 203–212.

[18] Howe, J. 2006. "The rise of crowdsourcing," *Wired Magazine* (14:6), pp. 1–4.

[19] Kapelner, A., and Chandler, D. 2010. "Preventing Satisficing in Online Surveys: A 'Kapcha' to Ensure Higher Quality Data," in *CrowdConf 2010*, San Francisco, CA, US, pp. 1–10.

[20] Kleemann, F., Voß, G. G., and Rieder, K. 2008. "Un(der)paid Innovators: The Commercial Utilization of Consumer Work through Crowdsourcing," *Science, Technology & Innovation Studies* (4:1), pp. 5–26.

[21] Lambert, T., and Schwienbacher, A. 2010. "An Emprical Analysis of Crowdfunding," *Available at SSRN 1578175*, pp. 1–34.

[22] Lambert-Pandraud, R., Laurent, G., and Lapersonne, E. 2005. "Repeat Purchasing of New Automobiles by Older Consumers: Empirical Evidence and Interpretations," *Journal of Marketing* (69:2), pp. 97–113.

[23] Leibenstein, H. 1950. "Bandwagon, Snob, and Veblen Effects in the Theory of Consumers' Demand," *Quarterly Journal of Economics* (64:2), pp. 183–207.

[24] Lin, M., and Viswanathan, S. 2013. "Home Bias in Online Investments: An Empirical Study of an Online Crowd Funding Market," *SSRN Electronic Journal*.

[25] Lindvall, H. 2012. *Amanda Palmer raised $1.2m, but is she really "the future of music"?* in *The Guardian* Retrieved 2. December, 2012, from http://www.guardian.co.uk/media/2012/sep/26/amanda-palmer-future-of-music.

[26] MacKenzie, S. B., Podsakoff, P. M., and Podsakoff, N. P. 2011. "Construct Measurement and Validation Procedures in MIS and Behavioral Research: Integrating New and Existing Techniques," *MIS Quarterly* (35:2), pp. 293–A5.

[27] Mayer, D. 2012. *The Square. The Water Bottle: Re-imagined.* in *Kickstarter* Retrieved 2. December, 2012, from http://www.kickstarter.com/projects/2065462213/the-square.

[28] Mollick, E. R. 2012. "The Dynamics of Crowdfunding: Determinants of Success and Failure," *Available at SSRN 2088298*.

[29] Ordanini, A., Miceli, L., Pizzetti, M., and Parasuraman, A. 2011. "Crowd-funding: transforming customers into investors through innovative service platforms," *Journal of Service Management* (22:4), pp. 443–470.

[30] Salganik, M. J., Dodds, P. S., and Watts, D. J. 2006. "Experimental Study of Inequality and Unpredictability in an Artificial Cultural Market," *Science* (311), pp. 854–856.

[31] Schulze, T., Seedorf, S., Geiger, D., Kaufmann, N., and Schader, M. 2011. "Exploring Task Properties In Crowdsourcing – An Empirical Study On Mechanical Turk," in *Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems*, Helsinki, FI.

[32] Simonsohn, U., and Ariely, D. 2008. "When Rational Sellers Face Nonrational Buyers: Evidence from Herding on eBay," *Management Science* (54:9), pp. 1624–1637.

[33] Straub, D., Boudreau, M.-C., and Gefen, D. 2004. "Validation Guidelines for IS Positivist Research," *Communications of the Association for Information Systems* (13:1), pp. 380–427.

[34] Straub, D. W. 1989. "Validating Instruments in MIS Research," *MIS Quarterly* (13:2), pp. 147–169.

[35] Strickler, Y. 2012. *24 Hours*. in *Kickstarter Blog* Retrieved 2. December, 2012, from http://www.kickstarter.com/blog/24-hours.

[36] Tucker, C., and Zhang, J. 2011. "How Does Popularity Information Affect Choices? A Field Experiment," *Management Science* (57:5), pp. 828–842.

[37] Van Herpen, E., Pieters, R., and Zeelenberg, M. 2009. "When demand accelerates demand: Trailing the bandwagon," *Journal of Consumer Psychology* (19:3), pp. 302–312.

[38] Welch, I. 1992. "Sequential Sales, Learning, and Cascades," *Journal of Finance* (47:2), pp. 695–732.

[39] Zhang, J., and Liu, P. 2012. "Rational Herding in Microloan Markets," *Management Science* (58:5), pp. 892–912.

Teilkonferenz: E-Government / IS in der öffentlichen Verwaltung

Öffentliche Verwaltungen sehen sich im Kontext des E-Government Herausforderungen an vielen verschiedenen Fronten gegenüber. Themen wie Bürokratieabbau oder Kosteneinsparungen fordern Verwaltungen insbesondere hinsichtlich ihrer internen Strukturen und Abläufe. Transparenz und Vergleichbarkeit sind unabdingbar, um die Effizienzziele und -erwartungen zu erreichen. Neben organisatorischen Veränderungen sind verstärkte organisationsübergreifende Zusammenarbeit und technische Neuerungen notwendig, um die Ziele und Anforderungen nicht nur in einer leeren Hülle sondern in der Tiefe umzusetzen. Die gemeinsame Erarbeitung von Lösungen rückt hier ebenso in den Fokus wie die Nutzung von Standards, um das berühmte Rad nicht wieder und wieder neu zu erfinden. Zwei Beiträge der Teilkonferenz fokussierten diese Thematik und diskutieren Notwendigkeit und den Nutzen der Prozessorientierung im öffentlichen Sektor.

Darüber hinaus spielt aber auch die Außendarstellung, beispielsweise in sozialen Medien oder im Kontext des Open Government, eine zunehmende Rolle, insbesondere wenn es um die Akzeptanz und Anwendung von E-Government Anwendungen durch die Bürger und die Unternehmen geht. Einer der angenommen Beiträge widmet sich dieser Thematik.

Zusammenfassend werden von den Verwaltungen gewaltige Umstrukturierungen und die Öffnung gegenüber der Dienstleistungslandschaft erwartet. Das Forschungsfeld des E-Government adressiert diese Themenbereiche stellt im Rahmen des Tracks „E-Government“ Beiträge zum Wandel der Verwaltungen vor.

Dezember 2013

Michael Räckers, Jörg Becker, Helmut Krcmar, Petra Wolf

(Teilkonferenzleitung)

Process-oriented Standard Software – An Impulse for Sustainable Business Process Management at Higher Education Institutions?

Jan Bührig

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover, E-Mail: buehrig@iwi.uni-hannover.de

Britta Ebeling

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover, E-Mail: ebeling@iwi.uni-hannover.de

Stefan Hoyer

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover, E-Mail: hoyer@iwi.uni-hannover.de

Michael Breitner

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover, E-Mail: breitner@iwi.uni-hannover.de

Abstract

The importance of business process management is increasing due to growing competition among European higher education institutions and due to a move towards service orientation. In a qualitative content analysis based on interviews with 37 experts from 16 German higher education institutions, the deployment, use, and impact of business process management approaches in the context of process-oriented implementation of integrated process-oriented information systems are investigated. Based on the business process management life cycle, the collected data is interpreted and discussed. It is shown that the implementation of a process-oriented information system leads to the establishment of process management in the domain of higher education. Furthermore, it is clear that not all potential benefits can be realized at the moment. The long-term establishment of sustainable business process management that takes organizational development measures into account was observed in only a few cases.

1 Introduction

The landscape of higher education is changing in the pursuit of continuous modernization of the organization. This movement is the result of new challenges, such as increasing competition and service orientation [11] and a significant increase in the administrative burden of reforms, such as the Bologna Process [16] [24]. For companies in the private sector, different strategies have been developed for change processes. In this context, concepts such as business process management, business process reengineering, total quality management and related approaches are used [8]. Since the Bologna Process, these approaches are increasingly being adapted by universities. With the implementation of process-oriented information systems (IS), their administrative processes become automated and process-oriented [4]. This process orientation applies to both enterprise resource planning systems [7] for university administration and campus management systems that cover the student life cycle [2]. The implementation and operation of process-oriented IS in the context of companies have already been extensively studied [12] [13]. The higher education institutions (HEI) were scientifically examined in this respect on a small scale. There are different reasons for examining this range of topics. Like the private sector, in the higher education sector, process management is also important to the implementation of process-oriented IS [9] [10]. For example, one study [8] shows that a direct transfer of the methods is not productive. Thus, each company must develop its own procedures for process-oriented management that leads to business excellence. Additionally, in the domain of higher education institutions, organizational and structural features are to be observed [19] [23]. Furthermore, the implementation of IS met with resistance due to academic and administrative units and authoritarian structures [20]. In the current research, the implementation of process-oriented IS in HEI is discussed primarily from the perspective of the organization. Here, aspects of change management [10] and embedding of technology in the organization [18] [17] are considered. To close the identified gap in the scientific literature and to examine the growing process orientation in the domain of higher education institutions, the following research question is formulated:

"Does process-oriented implementation of standard software in HEI promotes the establishment of a sustainable business process management (BPM)?"

To answer this question, a qualitative approach was carried out and the current situation in higher education was discussed, taking into account the state-of-the-art of process-oriented implementation of standard software at German HEI.

2 The state-of-the-art of process-oriented implementation of standard software at German institutions of higher education

The starting point for the research is the implementation of IS in the higher education sector. Since these systems are integrated and process-oriented [4] [9], the universities are increasingly faced with process management. For IS implementation, therefore, process-oriented change management and project management are required [9]. In this study the Enterprise Resource Planning (ERP) and campus management systems (CMS) are referred to as IS. Software systems used for teaching, however, are not part of this research.

IS for HEI and for the private sector are introduced with the same goals, such as the efficient management of resources in the administrative area [7]. In contrast, CMS cover the entire life cycle of a student, from application to ex-matriculation and alumni management [25]. For example, student administration is supported by automated processes and the online self-service functions that are available for students [4]. If those systems are implemented with an integrated approach, a university-

wide standardized use of the system in the otherwise separate administrative units is possible. Enforcing this type of use of a system in a HEI is difficult. Rather, the process workflows must be efficiently supported. If this issue is not properly addressed, the implemented processes are avoided [26]. The BPM "as a way of process-driven enterprise design deals with documenting, designing and improving business processes and IT technical assistance" [5]. HEI benefit from a process-oriented approach that leads to an integrated system [24]. This is only possible if the approach is pursued consistently, from strategy definition to the implementation process, so that a gap between the requirements of management and the everyday work of the user can be avoided [27]. BPM has been discussed extensively in research and practice. A recognized set of best practices for a globally established standard was developed by the Association of Business Process Management Professionals within the Guide to the Business Process Management Common Body of Knowledge (BPM CBOK) [3].

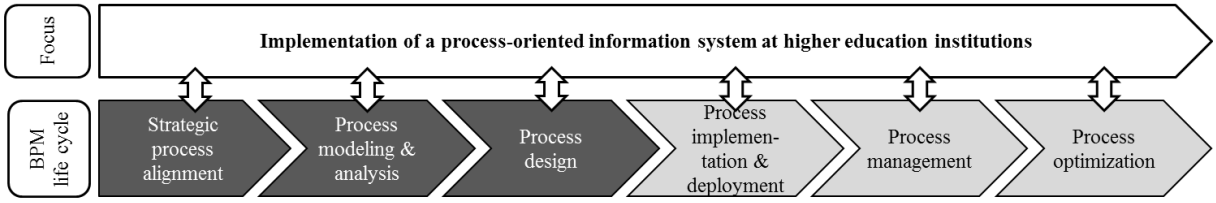


Figure 1. BPM life cycle according to the BPM CBOK [3].

The results of the expert interviews are structured based on the proven BPM life cycle [3]. The study shows how BPM is introduced according to the implementation of IS in HEI (cf. Figure 1). A common objective of an IS and the BPM at higher education institutions is the best IT support of process workflow. The objective results from the need for HEI to describe their own processes and the need for IS manufacturers to prepare the function of the software offered in a form that allows for adjustments. The manufacturers selected for this study have each developed a reference process model (RPM) to support the BPM of the HEI. This relationship is symbolized in Figure 1 by the arrows between the BPM life cycle and the IS implementation project. In the context of BPM, during the first phase of the "Strategic process alignment", strategy and action planning is done based on process thinking. Also, relevant IS implementation areas, such as examination management and personnel management, are defined. The subsequent "Process modeling & analysis" involves collecting relevant processes and information to obtain a comprehensive understanding of the process. Based on this knowledge, target processes can be defined during the phase "Process design". To answer the research question, the first three phases are particularly relevant. Here the basis is created for both the implementation project as well as for the development of sustainable BPM. Sustainable in this context means to follow the whole BPM life cycle and not to use just single steps. This includes the continuous process optimization beyond the first implementation.

The phase "Process Implementation" refers to the organizational and technical aspects of realizing the planned solution. The final two phases of the life cycle are for continuous "Process Monitoring & Controlling" and "Process Refinement"; if necessary, those phases can restart the sequence. Reasons for the restart from an IT perspective include new software functionalities that better support existing processes or optimization approaches that result from monitoring by the BPM. The state-of-the-art analysis shows that research results for the field of research question are already available. However, a comprehensive view of current processes modeling in a BPM, with the aim of introducing sustainable IS solution in higher education institutions, has not yet been done.

3 Research approach

The research starts with a literature review to identify appropriate sources in the context of the described focuses [14]. This includes the topics discussed in section 2: IS for higher education institutions, IT implementation scenarios and BPM in higher education institutions. To answer the research question, a qualitative content analysis was performed. The dataset is based on 16 German higher education institutions, which were selected because they are all currently carrying out a project to implement an integrated process-oriented IS. In the selected sample, the universities of applied sciences are considered to be small and universities are the large HEI (size according to the number of students). The observation is focused on the first three stages of the business process life cycle. All examined projects in this study completed the first three phases at least once. Table 1 shows an overview of the attributes of the investigated higher education institutions.

University	Attribute	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	∑
Size according to the number of students	< 10,000	X	X	X	X	X	X											6
	10,000-20,000							X	X	X	X	X	X					6
	> 20,000													X	X	X	X	4
Higher education institution	University of applied sciences	X	X	X	X	X	X											6
	University							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Implemented software	ERP												X			X		2
	CMS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	14
Interviewed experts	Project manager university	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	10
	Modeler university	1	0	5	3	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	13
	Project manager manufacturer	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	14

Table 1. Investigated higher education institutions.

For a comprehensive overview of the implementation projects, relevant experts were identified. These experts included project managers from a software manufacturer, project managers from an IS implementation, and process modelers from HEI. Based on the key issues identified in the literature, a single interview guide was developed for these groups. One set of questions was designed for each phase of the BPM life cycle, as well as for general information and for assessments. The next step was the collection of data. For this purpose between 2011 and 2012, an expert survey was carried out with 37 people, either in person or by phone, in the form of open, guideline-bound interviews [15] [22]. The average interview length was 60 minutes. The interviews were recorded and transcribed. Process documents and partly modeled processes from HEI were also available. The collected interview data was encoded, evaluated and finally prepared for the qualitative content analysis. [15] [21]

4 Interpretation of the qualitative data

The dataset was analyzed in relation to the BPM life cycle. In that context, a dependency was found between the identified features and the type and size of the HEI. Therefore, in the following sections, the identified differences and similarities between universities and universities of applied sciences are explained and summarized in tables. Between the implementation of an integrated CMS and the implementation of an ERP system, no significant difference was detected. Therefore, in the following sections, this distinction is only described in detail if necessary.

4.1 Strategic process alignment

The primary differences between universities and university of applied sciences for the phase of "Strategic process alignment" are summarized in Table 2.

Attribute	Ten universities		Six universities of applied sciences	
Scope of IS implementation	Large scope of functions		Focus on key functions	
Process- based IS implementation	10x Yes	0x No	4x Yes	2x No
Organizational development	3x Yes	7x No	1x Yes	5x No
Establishment of BPM	4x Yes	6x No	1x Yes	5x No
Determined budget / resources	Sufficient resources		Limited resources	
Time for analysis and design	½ to 1 year		Few month up to ½ year	
Project team member	On average 4 (between 2 and 12)			
Process experience of members	All have extensive experience		2x Little	4x None

Table 2. Results for the "Strategic process alignment" phase.

The key functions of the IS to be implemented are introduced at all considered institutions, but the amountof functions at universities is larger than that of universities of applied science. The HEI also differed in how they approached the opportunity to redesign the organization and processes within the context of the implementation of a process-oriented IS. Two universities of applied sciences rejected process modeling, analysis, and design for the process-oriented IS implementation, because they thought it is too expensive. In those cases, the IS was introduced according to the manufacturers' RPM and the processes are adjusted to the IS as necessary. Three universities and one university of applied sciences are using the IS project, not only for the software implementation, but also as a project for organizational development (OD). They formulated specific goals to optimize interfaces and standardize processes to become more transparent, streamlined, and less bureaucratic. All other HEI chose not to optimize their processes in advance and only made minor adjustments to the process as part of IS implementation. Four universities and a university of applied sciences also used the IS implementation for the creation and long-term establishment of process management. The same number of HEI indicated that they were not maintaining the recorded processes. The remaining continued to use the processes, but have not yet decided on active and sustained follow-up process management.

With regard to adherence to the planned project budget, most HEI only offered less detailed information that could not be evaluated. Only trends could be derived. One essential influence on the amount of expenses was the use of human resources. If processes were analyzed and modeled by their own staff and students, the expenses could be kept low. The use of external consultants on the other hand, accounted for a high proportion of the costs. Indirect costs, such as the additional workload for employees, were not included in the cost analysis by any of the HEI, but were perceived as already existing resources without additional costs.

The time frame for the observed phases of the IS implementation was on average about six months. However, it varied considerably from a few weeks to one year, depending on the size of the institution of higher education and staff size, as well as on the specified focus and level of detail for the process modeling. During preparation, both universities and universities of applied sciences underestimated the effort required in some areas. The initial time frame was not met by about one-third of them. In all cases, this could be traced back to insufficient human resources and increased staff fluctuations. On average, a team for an IS implementation project includes a project manager and three additional

persons. But team strength ranges from two to twelve people, independent of the size of the institution of higher education. In six cases, a new (part-time) job was created. Especially in the universities of applied sciences, the project tasks were distributed among a few people and the tasks partly needed to be accomplished without exemption in addition to their normal work. This additional pressure kept process management to a minimum so that no sustainable development was possible in these cases. At universities, the project managers and modelers both had many years of experience in the field of business process modeling. At the universities of applied sciences, however, most project managers and modelers came into contact with it only in the context of the IS implementation project. Only two higher education institutions had previously worked on mapping processes.

4.2 Process modeling & analysis

The primary differences between universities and universities of applied sciences for the phase of "Process modeling & analysis" are summarized in Table 3.

Attribute	Ten universities			Six universities of applied sciences	
Existing process description	None or only obsolescent process descriptions				
Modeling language	5x BPMN	3x EPKs	2x UML	4x UML	2x none
Modeling tool	3x Signavio	2xARIS	2x Astah	4x Astah	2x none
	3x University in-house development				
Modeling conventions	Only in case of long-term establishment of BPM				
Identification of process experts	Identification and specification by department managers				
Training	All, intensity depending on modeling language and tool				
Level of modeling detail	Depending on focus and resources				
Differences between modeling procedures	No modeling students			No external consultants	

Table 3. Results for the "Process modeling & analysis " phase.

New process documentation was necessary at all investigated HEI. Nine of them did not have an initial process description. The other seven described their processes earlier either textually or captured them in process models. However, these descriptions were not sufficiently updated, so they could not be used as the basis for IS implementation. No difference was found between universities and universities of applied sciences. Rather, before IS implementation, process management was either not done or was not done consistently. Nearly all HEI focused their process analysis and modeling on the affected areas of IS implementation. Only at university of applied sciences were all business processes recorded and modeled in order to standardize with other associated HEI. Most met the initially defined modeling focus. There were deviations at two universities of applied sciences: Adjacent processes were also recorded or the modeling focus had to be reduced due to lack of time, due to an initial underestimation of the effort required for some areas.

The modeling languages used at the investigated HEI included Unified Modeling Language (UML), Business Process Model and Notation (BPMN) and Event-driven Process Chains (EPC). All are well-established standards in the private sector [1]. Special languages from the government sector like PICTURE were not used [6]. All universities of applied sciences used UML. This can be traced back to the use of Astah as a modeling tool, as recommended by the CMS manufacturer. Universities more often used EPCs and BPMN. The recommendation to use EPC by the ERP manufacturer was followed by only one university. EPC are used when external consultants perform the process analysis. They used modeling tools like ARIS or BIC. BPMN was used whenever HEI classified UML as being too technical or decided to use modeling tools like Signavio. At two universities, a self-developed

modeling tool was used. The choice of modeling language and tool was independent of the type of IS implementation. If recommended modeling conventions existed, they were followed. Four universities defined and documented their own modeling conventions in preparation for long-term process modeling establishment.

Process experts were primarily identified and selected by the management of the departments or divisions as part of the modeling focus. In a few cases, IT administrators of existing systems were selected. This method also supports communication and legitimating process modeling preparation for IS implementation. The smallest HEI only had a few administrative staff members, which meant that all of them were involved in the modeling process. All HEI emphasized involving many process experts in process modeling. In this way, there was comprehensive collaboration between the individual departments, such as the implementation project team, computer center, organizational development department, and faculties. All HEI held training in preparation for process analysis and modeling. Participants included the process modelers, but also representatives of the implementation project team. Process experts were also included to ensure that they were designing processes that were based on existing models and the RPM.

To achieve economic efficiency, the level of detail of the modeling depended on the selected modeling focus. Four variants for process modeling and analysis were observed. These variants are summarized in Table 4 and classified by interview partners as being very good (+ +), good (+), medium (O), bad (-) or unstable (~): In the first and most common variant, process modeling and analysis is accomplished by a person employed especially for that purpose or directly by the implementation project team. This variant was used by ten HEI. One advantage is that the process knowledge can be established and kept long term. Personnel costs are incurred for the specialized modeler. Therefore, conditions for the long-term establishment of process management are fulfilled. The second variant was used by three universities. They were supported by external consultants who created a complete description of the actual process as a model, developed extensive interview guidelines or assisted process modeling workshops as a moderator. To ensure knowledge transfer between external consultants and university staff members, the implementation project members participated in process modeling. In a third variant, processes were collected and modeled directly by the process experts themselves. The models were subsequently consolidated by one central modeler. A particular fourth variant was used by two universities of applied sciences. There, students acting as process customers collected processes as part of a course or a student assistant job. In all variants, workshops and interviews were used equally. In three cases, interview guidelines were developed for the interviewers previously based on recommendations from the IS manufacturer. All modeled processes were reviewed by the process experts. They were also compared with the RPM and examined for completeness. Processes that needed optimizing or adaptation were identified as the basis for the next phase in BPM.

Attribute	Project team	Consultants	Process experts	Students
Usage at HEI	10 HEI	3 universities	1 university	2 universities of applied sciences
Know-how keeping	++	-	+	O
Model coverage	++	++	++	+
Process quality/details	++	++	~	~
Charging of costs	O	-	+	++
Process culture	++	-	++	+
IS implementation	++	+	+	~
Suitable for OD	++	++	+	+
Time required	+	++	O	-

Table 4. Four variants of process modeling and analysis.

4.3 Process design

For the "Process design" phase, the main differences between universities and universities of applied sciences are illustrated in Table 5.

Attribute	Ten universities		Six universities of applied sciences	
Use of RPM	8x yes	2x no	4x yes	2x no
Transformation of current to target processes	Extensive, many involved		Partly parallel to the process analysis	
Consolidation of the model	One key person responsible for consolidation of the model			

Table 5. Results for the "Process design" phase.

A RPM of the software was available from both IS manufacturers, but it was used by only twelve higher education institutions to design processes for the derivation of the target concept. The reason for this was lack of resources for process modeling. It served as a knowledge base for presentations, communication, and requirements analysis. All universities of applied sciences are strongly oriented towards the model. This was also the case for most of the universities. Two were using it for later comparison, however, to verify the completeness of their own models. One of the external consulting firms did not comply with the RPM in process modeling and analysis.

For the target concept, the specific differences and requirements of the higher education institutions were incorporated into the RPM of the manufacturer to be used as a basis for implementation. For this purpose, the actual processes were adjusted, taking into account the objectives of the OD, the reference processes, and the requirements of all relevant process participants. Mostly, this involved changing the workflow or changing the participants and roles. Especially at smaller HEI, the phases of "Process modeling & analysis" and "Process design" were performed in parallel by taking the processes of the IS manufacturer into account. This was possible due to the lower coordination and demand requirements. Extensive documentation on the actual processes and an appropriate evaluation was not performed. Despite limited staff resources, professional planning required an effort of approximately two to three months for each product area. Larger higher education institutions, on the other hand, dedicated more than six months to process analysis, because depending on the product area and department, at least one survey workshop was required. Especially at large, decentralized higher education institutions, several variants of specific business processes were identified through the process analysis. To reasonably standardize and consolidate processes, at the minimum, one joint

workshop of the process owners was necessary. The higher education institutions invested another three to four months per product area for process design matching with the university departments.

5 Discussion

In Section 2, the BPM life cycle [3] was illustrated. The life cycle was extended to include the summarized results of the previous interpretation of the qualitative data (cf. Figure 2). The discussion is based on the above research question and on the trends identified from the interview data. Two scenarios emerged in interpreting the data that depend on the size of the HEI (large and small) and organizational structure (universities and universities of applied sciences). For these two scenarios, the key aspects of each phase are presented and discussed in the context of the state-of-the-art of process-oriented implementation of standard software at German HEI. Key aspects of the research question are the relationship between IS implementation and the BPM life cycle, and the orientation of the HEI to the established standard process management. The BPM life cycle describes continuous process management that triggers process improvement projects by ongoing monitoring, such as the implementation of an IS [5] [3]. In none of the cases were directly usable processes for the implementation project available. The implementation of the IS and the process analysis were performed in the HEI not as the consequence of a process optimization, but as an initial trigger for establishing a BPM.

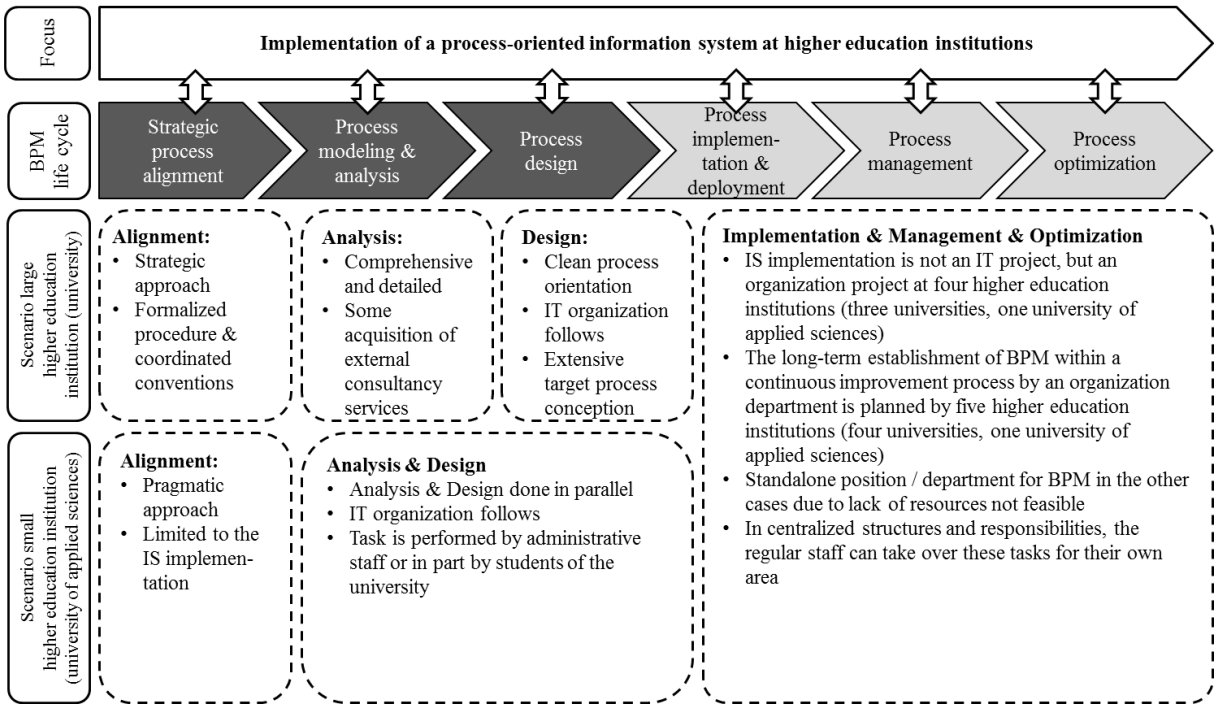


Figure 2. Trends in the implementation of a process-oriented IS in relation to the BPM life cycle.

The interview data showed that BPM is suitable for supporting IS implementation; however, the configuration varies depending on the size and organization of the higher education institutions (cf. Figure 2). Large higher education institutions with lots of resources primarily use IS to support predefined target processes in terms of a BPM, so that IT follows the organization. Small and centralized higher education institutions avail themselves of more individual aspects, without building a sustainable BPM. Usually only a limited process analysis is performed. The IS is then introduced on this basis. In this context, the organization appears to follow IT.

Other aspects are the long-term establishment of process management at higher education institutions and the establishment of a process culture. An increasing trend in process orientation [8] [9] [18] and the accompanying development of a process culture was confirmed by all universities, and by four of six universities of applied science. The requirements of a comprehensive BPM, however, were not met by all of the considered higher education institutions. Only four universities and one university of applied sciences are planning a BPM in terms of a permanent-oriented framework with clear procedures and responsibilities. Long-term establishment is seen by the interviewees as something positive, but is not yet implemented consistently. This can be explained by the lack of resources required for a long-term BPM, which goes beyond the limited duration of IS implementation. Here an important difference can be observed in the long-term strategy alignment between higher education institutions and enterprises. Therefore, one aspect of the characteristics of the organization and structure of higher education institutions [19], as well as specific challenges of IS implementation by academic and administrative entities [20] could be confirmed by the interview data. Additional measures to improve the long-term process orientation, however, such as OD beyond the IT as advocated in the literature [10] [18] performed only by four higher education institutions. This is due to the fact that management of IT implementation in the other cases is located in the data center or IT department. For all higher education institutions, the derivation of requirements via a process model was new. The process-oriented approach is mostly considered to be positive by higher education institutions, particularly because of the complex links that arise from an integrated system in contrast to individual modules. For this purpose, process models and frameworks from the business community were used. However, one critical question is whether a pure description of the process is sufficient to represent all relevant aspects and the necessary level of detail. Furthermore, the quality of the requirements collected depends on the quality of the RPM, the process culture in the higher education institution, and the human resources available for process modeling.

6 Limitations

This study is subject to some limitations that need to be addressed in further studies. These are mainly due to the selective choice and the number of experts. Currently, data from ten universities and six universities of applied sciences was analyzed, due to the necessary condition that the HEI currently be implementing integrated standard software and the exploratory and qualitative nature of this study. Likewise, selection was restricted to two software solutions, from HIS GmbH and SAP AG. Although no specific differences were observed between these two products in relation to the research question, this cannot be assumed to be the same for all types of IS implementation. Mainly open and qualitatively oriented questions were asked as part of the interviews for this study. Hence no quantitatively analyzable statements were collected, for example, regarding cost issues. Moreover the selection of interviewees was not distributed equally (cf. Table 1). Possible causes are that universities and universities of applied sciences used different approaches and that the project is staffed with experts to a varying extent. Different levels of willingness to talk in higher education institutions also led to a varying number of interviewees. Another limitation inherent in qualitative interviews is the subjective scope for interpretation of the collected statements and assessments by the interviewees. Therefore, one must also consider that more positive feedback from project managers or employees of the software vendor can be expected during qualitative interviews regarding project schedule and success, which can distort the results.

7 Conclusion

This study presents a comprehensive view and discussion of current process modeling in a BPM, with the aim of introducing a sustainable IS solution. The findings of this study provide important insights for CEOs and CIOs of higher education institution who are planning to implement a sustainable BPM solution. For researchers this study provides structured empirical data, based on current research in the context of BPM and the higher education sector. Depending on the size of the HEI, the opportunity for business process re-design and practices were handled differently in the observed BPM phases. Before the IS implementation project, no university had a current, comprehensive business process description. When they implemented a new process-based IS all HEI except two intensely examined their own processes. About a third of all universities took the opportunity to redesign the processes within an OD, the establishment of a process culture, and a long-term BPM. The remaining HEI found a BPM valuable, but did not provide long-term resources for it. Thus BPM is slowly finding its way into the German higher education sector through implementation of process-based IS. The benefits of process-oriented organizational alignment that were demonstrated by numerous examples from the business sector [11] have not yet been established.

8 References

[1] Allweyer, T. (2009). BPMN 2.0 Business Process Model and Notation. 2. ed., Books on Demand GmbH, Norderstedt.

[2] Alt, R. and Auth, G. (2010). Campus-Management-System. In Business & Information Systems Engineering, 2 (3), 187-190.

[3] Association of Business Process Management Professionals (2009). Guide to the Business Process Management Common Body of Knowledge: ABPMP BPM CBOK. Version 2.0 – Second Release, CreateSpace Independent Publishing Platform, Chicago.

[4] Becker, J. (2011). Was ist Geschäftsprozessmanagement und was bedeutet prozessorientierte Hochschule. In Degkwitz, A. and Klapper, F. (Ed.), Prozessorientierte Hochschule. Bock + Herchen, Bad Honnef.

[5] Becker, J., Mathas, C., Winkelmann, A. and Günther, O. (2009). Geschäftsprozessmanagement. Berlin, Heidelberg.

[6] Becker, J., Pfeiffer, D., Räckers, M. and Fuchs, P. (2007). Business process management in public administrations - the PICTRUE Approach. In Proceedings of the 11th Pacific Asia Conference on Information Systems, paper 142, Brisbane, Australia.

[7] Bob-Jones, B., Newman, M. and Lyytinen, K. (2008). Picking Up the Pieces After a "Successful" Implementation: Networks, Coalitions and ERP Systems. In Proceedings of the 14th Americas Conference on Information Systems, paper 373, Toronto, Canada.

[8] Bucher, T. and Winter, R. (2007). Realisierungsformen des Geschäftsprozessmanagements - Eine explorative Klassifikationsanalyse. In Proceedings of the 8th Wirtschaftsinformatik, paper 42, Karlsruhe, Germany.

[9] Bührig, J. (2011). Referenzmodelle in IT-Einführungsprojekten. In Degkwitz, A. and Klapper, F. (Ed.), Prozessorientierte Hochschule. Bock + Herchen, Bad Honnef.

[10] Degenhardt, L., Gilch, H., Stender, B. and Wannemacher, K. (2009). Campus-Management-Systeme erfolgreich einführen. In Proceedings of the 9th Wirtschaftinformatik, paper 125, Vienna, Austria.

[11] Ernst & Young (2012). Campus-Management zwischen Hochschulautonomie und Bologna-Reform. Ergebnisse der Ernst & Young Campus-Management-Studie. http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Campus-Management_zwischen_Hochschulautonomie_und_Bologna-Reform_2012/$FILE/ErnstYoung_Campus-Management-Studie.pdf.

[12] Esteves, J. and Bohorquez, V. (2007). An Updated ERP Systems Annotated Bibliography: 2001-2005. In Communications of the Association for Information Systems, 19 (18).

[13] Esteves, J. and Pastor, J. (2001). Enterprise Resource Planning Systems Research: An Annotated Bibliography. In Communications of the Association for Information Systems, 7 (8).

[14] Fettke, P. (2006). State-of-the-Art des State-of-the-Art – Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. In Wirtschaftsinformatik, 48 (4), 257-266.

[15] Gläser, J. and Laudel, G. (2009). Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. VS Verlag, Wiesbaden.

[16] Griesberger, P., Brummer, A. and Lichtenegger, W. (2011). Vergleich von Campus Management Systemen im Bereich Studium und Lehre. In Proceedings of the 10th Wirtschaftsinformatik, paper 84, Zurich, Switzerland.

[17] Janneck, M. and Adelberger, C. (2012). Komplexe Software-Einführungsprozesse gestalten. Grundlagen und Methoden; am Beispiel eines Campus-Management-Systems. VWH, Boizenburg.

[18] Janneck, M., Adelberger, C., Fiammingo, S. and Luka, R. (2009). Von Eisbergen und Supertankern: Topologie eines Campus-Managementeinführungsprozesses. In Proceedings of the 9th Wirtschaftinformatik, paper 126, Vienna, Austria.

[19] Klug, H. (2009). Erfolgsfaktoren bei der Umstellung von Informationssystemen an Hochschulen. In Proceedings of the 9th Wirtschaftsinformatik, paper 124, Vienna, Austria.

[20] Lechtchinskaia, L., Uffen, J. and Breitner, M.H. (2011). Critical Success Factors for Adoption of Integrated Information Systems in Higher Education Institutions – A Meta-Analysis. In Proceedings of the 17th Americas Conference on Information Systems, paper 53, Detroit, MI, USA.

[21] Mayring, P. (2008). Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz, Weinheim.

[22] Meuser, M. and Nagel, U. (2005). ExpertInneninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur Qualitativen Methodendiskussion. In Garz, D., Kraimer, K. (Ed.), Qualitativ-empirische Sozialforschung. VS Verlag, Wiesbaden.

[23] Schilbach, H., Schönbrunn, K. and Strahringer, S. (2009). Off-the-Shelf Applications in Higher Education: A Survey on Systems Deployed in Germany. In Abramowicz, W. (Ed.), Business Information Systems. Springer, Heidelberg, 242-253.

[24] Seng, D. and Leonid, C. (2003). Business Process-Oriented Information Support for a Higher Education Enterprise. In Proceedings of the 7th Pacific Asia Conference on Information Systems, paper 73, Adelaide, Australia.

[25] Sprenger, J., Klages, M. and Breitner, M.H. (2010). Cost-Benefit Analysis for the Selection, Migration, and Operation of a Campus Management System. In Business & Information Systems Engineering, 2 (4), 219-231.

[26] Suwannakoot, C., Sarkar, P. and Dick, M. (2011). Usage of Student and Administrative Management Systems (SAMS); A case study of user perceptions at an Australia university. In Proceedings of the 17th Americas Conference on Information Systems, paper 223, Detroit, MI, USA.

[27] Waring, T., Wainwright, D.W. and Skoumpopoulou, D. (2011). Management Utopia or User Dystopia? A Critical Analysis of a University Administration System. In Proceedings of the 32nd International Conference on Information Systems, Shanghai, People's Republic of China.

Barriers and strategies of process knowledge sharing in public sector organizations

Norbert Ahrend

Humboldt-Universität zu Berlin, 10178 Berlin, Germany, E-Mail: norbert.ahrend@hu-berlin.de

Fabian Pittke

WU Vienna, Welthandelsplatz 1, 1020 Vienna, Austria, E-Mail: fabian.pittke@wu.ac.at

Henrik Leopold

Humboldt-Universität zu Berlin, 10178 Berlin, Germany, E-Mail: henrik.leopold@wiwi.hu-berlin.de

Abstract

Nowadays business process management (BPM) is integral part of many organizations in the private sector. Considering the implementation and maturity of BPM in public authorities, this does not hold true to the same degree. In particular, the willingness to share knowledge about business processes is very limited. This represents a severe problem since authorities have huge overlaps with regard to the services they provide. Hence, the exchange of process knowledge could efficiently support authorities with lower maturity in identifying optimization opportunities. This research paper investigates the circumstances as well as drivers and inhibitors of process knowledge sharing in public organizations. We conduct 15 interviews and use the Grounded Theory method in order to derive a conceptual framework that provides important insights into how process knowledge sharing can be improved in public organizations.

1 Introduction

Nowadays business process management (BPM) is integral part of many organizations in the private sector. In this context, it is typically understood as a holistic management approach which aims at aligning business processes with the goals of the organization [7]. However, if we consider the implementation and maturity of BPM in public authorities, this does not hold true to the same degree. Although continuous budget cuts and rising demands concerning flexibility and modernization also raise the interest for BPM in the public sector, the actual implementation of BPM is still in its early stages [9]. In addition, organizational idiosyncrasies such as the federalist structure impede a straightforward introduction of BPM into public sector organizations.

One of the biggest challenges in public organizations is the exchange of process knowledge that has been collected and documented in the individual authorities [10],[24]. The importance of this knowledge transfer can be, for instance, illustrated by the German municipalities and the services they provide: German municipalities typically maintain more than thousand interconnected and interdependent service processes [9]. Although these services are offered by different authorities, there are considerable overlaps with regard to how these services are provided. In such a setting, an effective sharing of process knowledge has the potential of significantly supporting authorities with lower maturity in identifying optimization opportunities. The exchange of artifacts such as process models or process maps enables other authorities to gain detailed insights into the operations. However, process analysis and optimization is currently conducted on a municipal level. Often, municipalities simply do not recognize the benefits of sharing process knowledge, or they are afraid of disclosing weaknesses of their processes.

In prior work, the problem of knowledge sharing in public organizations has been studied from different perspectives (e.g. [23],[19],[24]). Nevertheless, there is no research paper that directly addresses the specifics of sharing process knowledge so far. As pointed out, process knowledge allows the recipient to gain rich insights about processes and work procedures. It may, however, also disclose weaknesses and poor solutions. Hence, process knowledge must be considered as particularly critical and sensitive. Recognizing the importance of sharing process knowledge in public authorities, this paper investigates this phenomenon in detail. In particular, we conduct a qualitative study in order to investigate how process knowledge sharing is perceived and implemented in public authorities. Our study is based on a set of interviews with employees from different positions from German authorities. Our contribution is a conceptual framework that reveals key factors driving and inhibiting the successful sharing of process knowledge in public organizations.

The rest of the paper is structured as follows. Section 2 introduces the background of our research. Section 3 gives an overview of our research methodology and explains the data collection procedure. Section 4 presents the results of the study and explains the derived framework in detail. Section 5 discusses the implications of our work before Section 6 concludes the paper.

2 Background

This section discusses the background of our research. First, we introduce the concept of business process management. Afterwards, we present the findings from prior research on knowledge sharing. Third, we elaborate on the specificity of process knowledge.

2.1 Business process management

A business process is typically defined as a sequence of activities that is conducted to transform an input into some business-related output [1],[2]. Business process management is then understood as the set of all activities that are related to the management of business processes. These activities are often organized in the context of a life cycle including the phases analysis, design, implementation, monitoring, and evaluation [3]. The artifact of a business process model plays an important role in this context. Thus, process models are used for documenting the as-is processes and form the basis for redesign and evaluation endeavors.

Often, companies do not only use process models for analyzing single processes, but they systematically document large parts of their organization. Such process model initiatives may result in a hundred or a thousand process models [21]. The resulting process model repositories are not only valuable for the organization itself, but may, in case of similar structures, also support other organizations in improving their operations. Particularly in the public sector, where many authorities offer similar services, process models and the associated process knowledge represent highly valuable artifacts [9].

2.2 Knowledge sharing

The sharing of knowledge has often been emphasized as important factor for increasing organizational performance and efficiency [12],[23],[25],[8]. Consequently, factors influencing the effective sharing of knowledge have widely been investigated from different angles (e.g. [8],[12],[14]). Many works also exclusively focus on the public sector [11],[20]. The results of these studies suggest that the following factors are most influencing:

Trust: Many researchers have demonstrated that people are sharing knowledge when the interpersonal relationships are strong and a high sense of community exists within the organization [10],[16]. The trust in the people that receive and benefit from the shared knowledge has shown to be particularly important in this context. While trust represents one of the most important drivers for facilitating knowledge sharing, studies have also shown that it is the hardest to overcome [20].

Decision structures: Centralization has proven to be rather ineffective for knowledge sharing [19],[22]. Due to the lack of autonomy in the hierarchy, people cannot flexibly react to new demands which are concerned with potentially sensitive data. As a result, organizations with more autonomy have turned out to achieve a better performance [26].

Incentives: Incentives can be discussed on the individual and the organizational level. A study from Bock et. al. [10] shows that monetary incentives may have a negative effect on knowledge sharing behavior. Organizational culture that values knowledge sharing behavior turned out to be much more successful in this regard [11],[17],[18].

IT utilization: The use of IT has a significant influence on knowledge sharing behavior [14]. When the IT landscape is old, employees may lack the means and also the general skills of how to effectively share their knowledge. Hence, IT maturity plays an important role in this context.

Although many authors emphasize the differences between public and private sector organizations, such as deviating legal and political conditions [29], the majority of these factors apply to both private and public organizations. However, the introduced findings relate to a general type of knowledge that does not necessarily allow the recipient to gain deep insights into the organization. Hence, in the next section, we point out the differences between general knowledge and process knowledge. Moreover, we highlight why the sharing of process knowledge requires further investigation.

2.3 The specificity of process knowledge

In general, knowledge is typically subdivided into tacit and explicit knowledge [18],[14],[24]. Explicit knowledge is understood as something that can be documented in a written form and does not require explanations on a deeper level. By contrast, tacit knowledge is hard to formalize as it is connected with the individual experience of a particular person.

Investigating the nature of process knowledge in more detail, it becomes obvious that it includes both facets. Many BPM initiatives result in a process models that formalize the operations of the respective organization. These process models can be considered as explicit knowledge. However, process knowledge may also include best-practices of how BPM can be introduced into an organization or how employees must be trained. Such aspects are typically much harder to formalize as they require a careful consideration of the present circumstances. Thus, the encapsulation of tacit and explicit knowledge represents the a basic characteristic of process knowledge which also highlights its value.

The most important characteristic that sets process knowledge apart from other types of knowledge is its criticality. As process models represent organizational procedures, they may reveal considerable weaknesses of the organization. While this exposure could lead to an eventual improvement, there is a huge trade-off between the opportunity to improve and to reveal that processes are implemented in a non-optimal or even poor manner. Hence, the sharing of process knowledge has the potential to greatly improve the organization, but is connected with a high degree of self-exposure and risk. To investigate how this hurdle can be overcome is the main goal of this paper.

3 Research methodology

Since there is only little research and understanding on sharing process knowledge across public authorities, we apply a qualitative research approach. In particular, we choose the *Grounded Theory* method. Grounded Theory was first introduced by Glaser and Strauss and supports the inductive discovery of an underlying theory that is grounded in data [4]. As stated, the method is beneficial for phenomena for which little research has been conducted. In our study, we employed the "Straussian" guideline of Grounded Theory [5] because it encourages the systematic analysis of data from interviews and the identification of essential relationships contributing to our phenomenon. In the following sections, we discuss how we acquired the interview data (Section 3.1) and how we analyzed this data in order to derive the final theoretical framework (Section 3.2).

3.1 Data collection

For our study, we chose 15 German authorities with varying BPM experience and conducted semi-structured and in-depth interviews with participants from different administrational levels. In preparation for the interviews, we developed an interview guideline covering the topics *BPM context*, *motivation*, *risks*, *consequences*, and *risk mitigation*. Each interview had an average length of 40 minutes and was transcribed afterwards. To maximize our outcome with respect to the observed phenomenon, we chose participants from different job positions (employee vs. management), different functional units (organization vs. IT), size and hierarchical level of agency (local vs. state vs. federal), which is inline with the theoretical sampling approach of qualitative research methods [5]. For a full overview of the participants, we refer to Table 1.

ID	Age	Job Position	Functional Unit	Size of Authority (Employee 2012)	Authority Level	BPM Exp. in Years
1	40-49	Lower Management	Organization	845	Local	5
2	50-59	Lower Management	Organization	1300	State	10
3	40-49	Lower Management	Organization	422	Local	1
4	30-39	Lower Management	Organization	8000	State	5
5	40-49	Lower Management	Organization	670	State	8
6	30-39	Employee	Organization	1500	Federal	2
7	40-49	Middle Management	Organization, IT	309	Local	-
8	40-49	Employee	IT	514	Local	11
9	40-49	Middle Management	Organization	2656	Local	9
10	40-49	Lower Management	Organization	346	Local	14
11	40-49	Middle Management	Organization	16420	Local	-
12	30-39	Employee	Organization	2253	Local	1
13	40-49	Employee	Organization	1600	Federal	-
14	40-49	Employee	IT	2600	Federal	3
15	30-39	Employee	Organization	186	Local	-

Table 1: Interview participants

3.2 Data analysis

For the data analysis, we employed the Grounded Theory approach of Strauss and Corbin [5]. This procedure consists of three separate and interactive steps, i.e., open coding, axial coding, and selective coding. In the following paragraphs, we explain the steps in more detail and discuss how we applied these steps on the interview material.

Open coding: The Open coding phase is an analysis procedure with the goal of identifying concepts and categories in the data. In this context, the concepts form the building blocks of the resulting theory. Thus, concepts describe thoughts, events, happenings, and actions that are related to the phenomenon and are associated with the text for further analysis. Typically, concepts are grouped together to abstract categories. A category can subsume several concepts and is closely related to the investigated phenomenon. Accordingly, categories encompass concepts that are related in nature or related in meanings. Based on the methodological framework, we analyzed the interviews by going through each of them and assigning a concept to sentences and paragraphs that represented content and the underlying meaning. To keep track of concepts and categories, we employed the software tool ATLAS.ti, which is commonly used for this type of analysis. For consistency reasons, we iteratively evaluated the concepts and systematically sorted out redundant or unfitting concepts. For the derivation of categories, we went through the concepts and refined them to those categories that are found to pertain to the investigated phenomenon.

Axial coding: Axial coding is used to identify connections between the categories accordingly organizing them in a new way. In order to accomplish this, we used the general coding paradigm of Strauss. It identifies four main groups of categories, i.e., context, causal and intervening conditions, strategies and actions, and consequences. As we are interested in specific conditions driving or inhibiting the investigated phenomenon, we adapt the coding paradigm and explicitly interpret causal and intervening conditions as drivers (conditions with a positive effect) and inhibitors (conditions with

a negative effect). Afterwards, we assigned each category to one of the main groups by deciding on the role of this category with respect to the phenomenon.

Selective coding: Selective Coding describes the process of selecting and focusing on specific core categories. Thus, a core category describes a central concept of the phenomenon around which all other categories are subsumed. It aims at the refinement of the previously defined categories to a set of relevant categories. In this step, we went through the interview material in several iterations and derived relevant categories that are related to the phenomenon. Finally, we derived the theoretical framework from the material that explains the phenomenon of process knowledge sharing in public administration.

4 Research findings

As a result from the application of the Grounded Theory method, we derived a conceptual framework that identifies factors influencing the sharing of process knowledge**.** Figure 1 illustrates the derived framework.

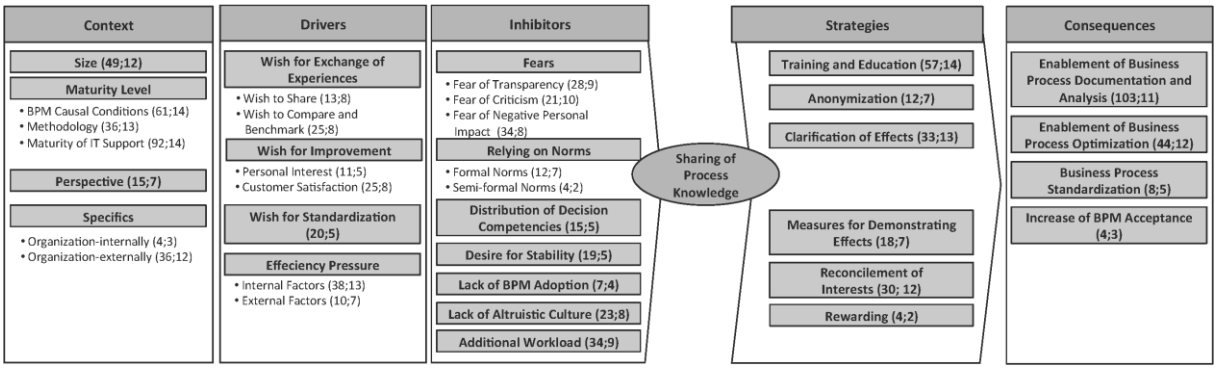


Figure 1: Framework for sharing of process knowledge

It includes the main categories, namely, context conditions, drivers, inhibitors, the phenomenon itself, the relevant strategies to improve the willingness to share, and, finally, the consequences resulting from process knowledge sharing. The values in the brackets next to each aspect denote the total number of mentions in the interviews as well as the total number of occurrences of one specific concept among all interviews. In the following subsections, we explain the contents of the framework by using insights from our interviews.

4.1 Context

The context of process model sharing describes a set of circumstantial properties that relate to the different authorities. The context of process knowledge sharing is classified into four main categories:

Size of the organization: Most of our interviewees explicitly emphasized the role of size and maturity and their influence to share process knowledge: “There are seven or eight people involved in Cologne. In Siegburg maybe only two.” Depending on the size of the organization, the opportunities for process management are more evolved. Therefore, the necessity to prioritize the processes, which are to be documented, is much higher in smaller organizations due to a lack of resources: “Well, currently we just randomly pick processes to document them (…)”.

Maturity level of BPM in the organization: The methodological possibilities depend on the maturity level of the organization or the BPM initiative: “Then it may be, however, that you do one thing

manually, and the other one with software support (...)“ Likewise, the technical support options in the organization are also dependent on the maturity level and therefore differ in every organization. 14 out of 15 interviewees emphasized this correlation in their answers: “We just finished an IT architecture project which aimed at … determining where we have to change our IT architecture, where to adapt it, and … which business functions we have, and how we are supporting them.”

Perspective of processes: To a large degree, the result of a process initiative depends on the organizational perspective on BPM. For instance, this is reflected by the acquisition of certain BPM tools for specific, individual or mutual purposes: “Nothing changed (introduction of BPM, author’s note). We installed ARIS, but no one worked with it.” At the same time, the different perspectives lead to different requirements and also results: “That we sometimes have different views on a perfect or optimized process than the user departments …”.

Organizational specificities: The inclusion across organizations was much more important to our interviewees for the specificity of the BPM than the intra-organizational specificities. When introducing BPM into a multilevel authority, external factors influence the process management within the organization: „ ... that you say: Yes, our dishes are completely different, we have our departmental competence” / “... we're [finally] a state authority.”

To summarize, we identified particularly effective requirements for the sharing of process knowledge: the size of the organization (49 mentions), the maturity of the organization and in particular the IT support (92 mentions) as well as the involvement of the organization and thus the external influences on the organization (36 mentions).

4.2 Drivers

Based on the interviews, we identified different drivers that positively influence the process of sharing knowledge. According to the number of mentions in the interviews, the interviewees evaluate them as being equally important. However, there are specific aspects of each driver that are discussed as follows:

Desire to share experiences: Contrarily to [22], it is surprising that more than half of our interviewees addressed the sharing of experiences: "Well, I do think ... from a central point of view, we must succeed that these same processes are not only known by project people and remain hidden, but are made available to a large number of people of the authority.” In particular, the comparison or benchmarking (25 mentions) was named as a strong motivation: “… concerning the comparability or the exchange with others …that such transparency is always a good starting point, that you get a hint why don’t you do it this way …”.

Desire to improve: Authorities still have a self-image as administrative intervention and administrative enforcement. Therefore, it is surprising that the interviewees emphasized the importance of customer satisfaction (25 mentions): “…improving customer service - of course, we are customer oriented …”.

Desire to push standardization: The desire for standardization is based upon the idea to handle processes and procedures in a consistent manner: “... basically, I would say, the process seen from a legal perspective, to issue a building permission, is actually the same everywhere.” The process of knowledge exchange with other institutions represents an essential requirement to achieve standardization. Nevertheless, our interviewees pointed out that the possibilities to preserve the individuality of an institution should not be ignored: “And somewhere there are also opportunities to say, okay, that may of course also be supported by supplementary documents, where there is no predefined format.”

Demand for efficiency: The demand for efficiency has built up in recent years, particularly pushed by external factors such as the brake on debt [32] and the elimination of the payment in the context of the Solidarity Pact [33]. Surprisingly, internal pressure for efficiency was mentioned 38 times: „And clearly, the comparability creates a certain competition."

4.3 Inhibitors

In addition to the drivers to share process knowledge, the analysis of the interviews revealed factors, which negatively influence the willingness to share process knowledge. We identified seven categories of inhibitors. The following list represents those inhibitors, which significantly differ from the inhibitors described in literature:

Fear: Concerning the fear of transparency and criticism, our results are similar to [24]: "The moment I publish something, I make myself vulnerable." Surprisingly, more than half of the interviewees fear personal consequences (34 mentions): "It's always about saving resources." These fears lead us to the conclusion that deeper cultural and socialization problem exist.

Hiding behind formalities: Generally, this inhibitor was to be expected [6], but relatively few interviewees (four interviews, twelve mentions) referred to formal or semiformal norms: "… they are hiding behind any laws. / We, as the authority, are referring to that, to say, that we are working based on legal requirements [...] that we must fulfill."

Allocation of competences and the lack thereof: Both the analysis of processes as well as the employment of the inherent identification of problems is hampered by insufficient competence regulations [22]. "There are official instructions and at the end the rest is executed by the responsible manager." And "The hierarchy level above does not want to deal with these problems." Nevertheless, this is not a major inhibitor (15 mentions, five interviews).

Conservative behavior pattern or search for stability: As stated above, the sharing of process knowledge is accompanied by the fear of criticism and change. This fear results in a conservative pattern of behavior that is clearly connected with the need for stability, "So in my experience, people working in the public administration are often people who are looking for stability." The strong desire for stability was mentioned as another inhibitor influencing the exchange of process knowledge (19 mentions in 5 interviews).

Inadequate adaptation of the BPM approach to public authority: This inhibitor is not surprising due to the generally low BPM maturity level of public authority [30],[34]: "So we do not have a standardized procedure (…)". However, only four interviewees mentioned this inhibitor seven times.

Cultural defects: Regardless of the domain, selfless behavior is an optimal condition for knowledge sharing [20],[18],[11],[17]. In more than half of the interviews, a lack of these cultural conditions was identified (23 mentions). One example stated by our interviewees is the arbitrary delegation of conflicts („which in turn leads to the delegation of conflicts"). The delegation shows that the employees of an authority are not willing to constructively deal with change and knowledge sharing. Furthermore, the interviewees stated that employees of authorities deliberately held back changes in order to consolidate their own position within the organization: „ ... a department likes to skip changes or improvements ... in the sense of protecting vested rights or in the sense of safeguarding interests".

Knowledge sharing causes additional effort: This inhibitor was identified most frequently (in nine interviews with 34 mentions). Given the relative lack of economic thought and action, the importance of this inhibitor to the interviewees was unexpected: "This has proved to be too complicated, because we simply could not provide the resources permanently."

In summary, the fear of personal consequences, along with cultural deficits and the expected additional effort by sharing knowledge represented the most significant inhibitors.

4.4 Strategies

To improve the process of knowledge sharing in the public sector, we identified several approaches:

Education and training: As expected, education and targeted training on BPM represent an important approach to reduce the identified inhibitors of knowledge sharing and improve the effect of the driver. In almost all interviews (14 out of 15) and 57 mentions, education and training constitutes the best approach to improve the sharing of knowledge: “Yes, training is self-evident for us.”

Anonymization of shared knowledge: Another common measure arises from to the anonymization of the shared knowledge. The anonymization impedes the identification of the author. Therefore, the author is not exposed to criticism: "We have the reference processes anonymized so that there are no more names for example." In addition, the German Data Protection Act requires the anonymization: "Of course, no personal data should be included. That is even a legal requirement.“

Transparency about the consequences of knowledge sharing: If the consequences of sharing knowledge become more transparent, it increases the participants’ willingness to share knowledge: “Transparency is one thing. It works if you manage to integrate the employees. That means to let them participate in the process as well, explaining what we were doing, how we do it, and where you want to go. "

Piloting: Two measures have been proven effective to encourage process knowledge sharing: providing information and piloting. In so-called pilot projects, a new concept is first tentatively placed in one or more departments. This way, positive experiences can subsequently be communicated: “We are now in the implementation phase again. There is a pilot project, which is running successfully in some departments.” In this context, it is important to highlight the positive achievements and benefits of knowledge sharing in order to create a wide acceptance within the authority.

Reconcilement of interests: It must be clear to the participants what happens to the knowledge they are sharing and what to expect in return. This cost benefit analysis was mentioned 30 times in twelve interviews.

Incentive schemes: The identification of incentive schemes as a strategy to improve knowledge sharing was quite unexpected [10],[18],[11]. However, this strategy was mentioned only four times in two interviews. [31] confirms that this strategy is unusual for the public authority.

Overall, it should be noted that the training of the employees significantly increases the acceptance of the phenomenon. At this point, it is important to discuss the advantages and disadvantages of process of knowledge sharing with supporters and opponents alike.

4.5 Consequences

The sharing of process knowledge is not an end in itself. Therefore, the expected consequences of the sharing are interesting. Starting with the weakest effects, we will consider these consequences in more detail below:

Improved acceptance: The process of knowledge sharing also certainly leads to an improved acceptance of BPM in the public authority, especially when the consequences listed below will actually occur. However, only three interviewees mentioned the improved acceptance of BPM (four mentions).

Standardization: Another implication of process knowledge sharing is a rising interest in business process standardization. Business process standardization mainly involves the unification of processes aiming at the creation of a transparent and efficient process landscape. Surprisingly, standardization was mentioned eight times in five interviews and does therefore not constitute the main expectation.

Documentation and analysis of processes and optimization: The improved fundamentals and skills for documentation and analysis (103, 11) as well as the optimization of processes (44, 12) provide the strongest implications for the process of knowledge sharing. These implications also provide the basis for further standardization of processes. Finally, these implications correspond to the current maturity of the BPM in the public authority, where the focus is on initial documentation of processes and their optimization.

5 Implications

Our study provides new findings concerning the factors influencing the sharing of process knowledge and highlights the need for further research. We first discuss scientific implications before we highlight the implications for practice.

With regard to *scientific implications*, we can state that our study demonstrates the influence of the factors trust, decision structures, incentives, and IT utilization as reported in previous studies [23],[24],[11],[20]. However, it also emphasizes the specifics of sharing process knowledge. Our study shows that the revelation of weaknesses and the associated fear of criticism represent a particular obstacle. In order to reduce this fear, cultural changes as well as measures facilitating individual development are necessary. Hence, the allocation of responsibilities will significantly influence the willingness to share process knowledge. [22],[19] found out that the centralization of responsibilities negatively influence this willingness. Authorities increasingly set up BPM competence centers [31] despite the heterogeneity of authorities in terms of size and despite the low degree of BPM maturity. This conflict should be more thoroughly examined in future research.

With respect to *practical implications*, we found out that the willingness and ability to share process knowledge largely depends on the size and maturity of the organization. While the size of public organizations can only be partially influenced, the maturity can be influenced by means of the strategies identified in this paper, especially by means of trainings. For a successful BPM (based on a exchange platform), investments in training and education are required.

The driver "desire to share experiences" should be given more attention in the practical work. As argued by [15], the necessary confidence can be achieved by increased connectivity in closed communities. Therefore, it is necessary to continue to create a regulatory framework, to further delineate adequate benchmarks in order to increase the willingness to share process knowledge, as started by [28]. A first practical implementation is already available: the regulatory framework of ‘Nationale Prozessbibliothek’.

The identified inhibitor „fears of personal consequences“ can only be reduced medium term by breaking down cultural deficits. Moreover, the feared „additional effort“ through the knowledge sharing (provision) can only be reduced by continually working out and communicating the mutual benefits of knowledge sharing. The driver customer orientation was quite unexpected and should be investigated in future research.

6 Conclusion

In the paper, we addressed the problem of process knowledge sharing in public organizations. We conducted 15 interviews with representatives of various German authorities and analyzed the interview data using the qualitative research method Grounded Theory. As a result, we derived a conceptual framework showing relevant conditions, inhibitors, and drivers for process knowledge sharing. The results demonstrate that the revelation of weaknesses and the associated fear of criticism represent the most important obstacles. In order to reduce this fear, the implementation of cultural changes is one of the most important aspects to be addressed.

In future research, we plan a quantitative study to evaluate the findings and to identify the most influencing factors of process knowledge sharing in and between organizations.

7 References

Books

[1] Becker, J.; Kugeler, M; Rosemann, M. (2003): Process management: a guide for the design of business processes, Springer.

[2] Davenport, T. (1993): Process innovation: reengineering work through information technology, Harvard Business Press.

[3] Dumas, M. et al. (2013): Fundamentals of Business Process Management, Springer.

[4] Glaser, B.; Strauss, A. (1976): The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research, Aldine Publishing Company.

[5] Strauss, A.; Corbin, J. (1998): Basics of Qualitative Research Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory, Sage Publications.

[6] Weber, M. (2009): The theory of social and economic organization, SimonandSchuster.com.

[7] Weske, M. (2012): Business process management: concepts, languages, architectures, Springer.

Journals

[8] Alavi, M.; Leidner, D. (2001): Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. MIS Quarterly, 25(1): p. 107-136.

[9] Becker, J.; Algermissen, L.; Niehaves, B. (2006): A procedure model for process oriented e-government projects. Business Process Management Journal, 12(1): p. 61-75.

[10] Bock, G.-W. et al. (2005): Behavioral intention formation in knowledge sharing: Examining the roles of extrinsic motivators, social-psychological forces, and organizational climate. MIS Quarterly, 29(1): p. 87-111.

[11] Currie, G.; Suhomlinova, O. (2006): The impact of institutional forces upon knowledge sharing in the UK NHS: the triumph of professional power and the inconsistency of policy. Public Administration, 84(1): p. 1-30.

[12] Davenport, T.H., W. David, and M.C. Beers, Successful knowledge management projects. Sloan management review, 1998. 39(2): p. 43-57.

[13] Hansen, M. (1999): The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. Administrative Science Quarterly, 44(1): p. 82-111.

[14] Kim, S.; Lee, H. (2006): The Impact of Organizational Context and Information Technology on Employee Knowledge Sharing Capabilities. Public Administration Review, 66(3): p. 370-385.

[15] Koschmider, A.; Song, M.; Reijers, H. (2010): Social software for business process modeling. Journal of Information Technology, 25(3): p. 308-322.

[16] Levin, D.; Cross, R. (2004): The strength of weak ties you can trust: The mediating role of trust in effective knowledge transfer. Management Science, 50(11): p. 1477-1490.

[17] Marks, P. et al. (2008): Sharing knowledge. Communications of the ACM, 51(2): p. 60-65.

[18] Nonaka, I. (1994): A dynamic theory of organizational knowledge creation. Organization Science, 5(1): p. 14-37.

[19] Pardo, T.; Tayi, G. (2007): Interorganizational information integration: A key enabler for digital government. Government Information Quarterly, 24(4): p. 691-715.

[20] Pardo, T. et al. (2006): Knowledge sharing in cross-boundary Information Systems Development. Journal of Information Technology and Management, 7(4): p. 293-313.

[21] Rosemann, M. (2006): Potential pitfalls of process modeling: part A. Business Process Management Journal, 12(2): p. 249-254.

[22] Tsai, W. (2002): Social structure of "coopetition" within a multiunit organization: Coordination, competition, and intraorganizational knowledge sharing. Organization Science, 13(2): p. 179-190.

[23] Willem, A.; Buelens, M. (2007): Knowledge sharing in public sector organizations: The effect of organizational characteristics on interdepartmental knowledge sharing. Journal of Public Administration Research and Theory, 17(4): p. 581-606.

[24] Yang, T.-M.; Maxwell, T. (2011): Informationsharing in public organizations: A literature review of interpersonal, intraorganizational and interorganizational success factors. Government Information Quarterly, 28(2): p. 164-175.

[25] Yang, H.-L.; Lai, C.-Y. (2011): Understanding knowledge-sharing behaviour in Wikipedia. Behaviour & Information Technology, 30(1): p. 131-142.

[26] Zhang, J.; Dawes, S. (2006): Expectations and perceptions of benefits, barriers, and success in public sector knowledge networks. Public Performance & Management Review, 29(4): p. 433-466.

Conference Papers

[27] Ahrend, N.; Walser, K.; Leopold, H. (2013): Case Study of the Implementation of Business Process Management in Public Administration in Germany, Switzerland and Austria. In: PoEM.

[28] Eid-Sabbagh, R.; Ahrend, N. (2013): Eine Prozessplattform für die deutsche Verwaltung. In: Informatik.

[29] Palkovits, S.; Rapp, A. (2004): Comprehensive Process Management in Public Administrations– A Case Study. In: Electronic Government.

[30] Rosemann, M.; de Bruin, T. (2005): Towards a Business Process Management Maturity Model. In: ECIS.

[31] Santana, A.F.L. et al. (2011): BPM Governance: An Exploratory Study in Public Organizations, in Enterprise. In: Business-Process and Information Systems Modeling.

Online

[32] Bundesfinanzministerium (2013): Schuldenbremse, cited 04.07.2013, Available from: http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Oeffentliche_Finanzen/Schuldenbremse/2012-06-14-kompendium-zur-verschuldensregel.html

[33] Bundesinnenministerium (2013): Solidarpakt, cited 04.07.2013, Available from: http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/BODL/soliII.html?nn=790654

[34] Rosemann, M.; de Bruin, T. (2005): Application of a holistic model for determining BPM maturity. BP Trends.

Is Facebook Ready for Open Government? A Quantitative Analysis amongst its Users

Sara Hofmann

Westfälische Wilhelms-Universität Münster – European Research Center for Information Systems, 48149 Münster, E-Mail: sara.hofmann@wi.uni-muenster.de

Magdalena Lang

Westfälische Wilhelms-Universität Münster – European Research Center for Information Systems, 48149 Münster

Abstract

Open government, which summarises all activities that deal with opening up government activities towards the citizens often with the help of social media, faces several challenges. One of these challenges is to design open government services in a way that encourages citizens to participate. In order to answer which factors influence citizens' intention to use an open government service on social media, we conducted a quantitative survey with users of the social network Facebook in Germany. Since a comprehensive German open government service does not yet exist, we developed a concept for such a service, which we used for deriving our research model. Afterwards we evaluated our model using PLS. Our results reveal that citizens have concerns over a possible open government service on Facebook. In general, we found a very strong influence of the social context on the intention to use.

1 Introduction

Open Government, which summarises a trend of opening up government activities towards the citizens [1] is not a buzzword any longer but has started to become reality. The USA, which have been a pioneer in making government data publicly available for many years, has long since published their Open Government Initiative [2], [3]. Even countries that exhibit a culture of information non-disclosure have slowly started to make their government activities more transparent to the citizens. Germany for instance, which is renowned for its privacy concerns [4], has recently launched an Open Data platform [5], where public administrations can make their data publicly available. However, open government activities are still in their infancies and go along with diverse challenges [3]. Besides tackling technical problems like coping with the abundance of data, governments need to make sure to design their open government models in a way that encourages citizens to participate.

Open government activities are typically linked with social media [6] as the goals of open government, which are summarised by transparency, participation, and collaboration, are supported by these new technologies [1], [7]. Many authors have acknowledged the role that social media can play as channels for consuming as well as for contributing to open government content since social media allow governments to publish their content in an environment that is familiar to many citizens [6]. However, recent studies have shown that maintaining a social media presence is no end in itself [8]. Poorly organised pages and dilettantish communication behaviour on the government's side can restrain citizens from engaging more actively in governmental or municipal activities. In order to avoid failures of government pages on social media, it is therefore necessary to understand the factors that influence citizens' adoption or rejection of these government services. With regard to providing open government services via social media, we deem it necessary to first of all understand whether citizens are actually willing to use such a platform and how such a service on Facebook should be designed. In our study we concentrate on open government services on Facebook since Facebook is the largest social media platform with almost 1 billion users [9]. Within our study we strive to answer the following research question:

Which factors influence the intention to use Facebook as a platform for participating in open government activities?

We aim to answer this question by conducting a quantitative study among Facebook users in Germany. As a comprehensive German open government service does not yet exist on Facebook, we first conceptually design a possible open government scenario, which we present to the participants of the study. Afterwards, we determine their intention to use Facebook as a platform for actively taking part in open government activities.

2 Conceptual Development

Developing our research model is divided into two steps. First, we derive requirements for a possible open government service on Facebook, which we base on existing literature from the field of open government and social media and which we will later on describe to the participants of our study. Second, we develop an adoption model, which we derive from the proposed open government service as well as related work on e-government and social media adoption.

2.1 Proposing Requirements for an Open Government Service on Facebook

The term ‘open government’ was coined by the US president Barack Obama in 2008. He defined it as “creating an unprecedented level of openness in Government” [1]. This level of openness shall ensure public trust, legitimacy of processes as well as increase the acceptance of governmental decisions. Furthermore, open government initiatives shall enhance democracy and thereby the effectiveness and efficiency of public administrations. Open government is divided into the three dimensions of transparency, participation and collaboration. Transparency is understood as “[disclosing] information rapidly in forms that the public can readily find and use” [1]. The aim of transparency is to provide easily accessible information on current developments and relevant documents. Participation summarises the possibility for citizens to contribute to decision-making processes in order to increase the quality of decisions made by public administrations. Finally, collaboration consists of the active integration of citizens and private sector businesses into the processes of governments.

New technologies like social media are regarded as a means to reach the goals of open government and to implement such initiatives [1], [3], [7]. Social media offer the required functions like publishing up-to-date information, directly addressing the citizens as well as promoting public participation [6]. Other than merely publishing digital content on social media sites, open government also induces a paradigm shift of governments. The traditional brick-and-mortar service mentality is slowly being replaced by a service-oriented and participatory government. Different social media platforms can fulfil different goals and support different facets of open government. Wikis for instance are used for collaboration purposes and to enhance citizens’ participation in decision making. Blogs, on the other hand, are used for the purpose of opening up a conversation and attracting new audiences. Finally, social network sites like Facebook intend to “reach [the] people where they are” [6] and thus aim at informing and mobilising the masses. We chose Facebook as the platform for offering the potential open government service since it is the largest online social network with almost 1 billion active users [9] and thus the open government service would reach the most potential users.

In general on an open government platform, governments should provide access to topical information and documents. Furthermore, it has to be made sure that citizens can participate in current decision processes [1]. In order to effectively implement a transparency and participation offer, the functions provided by Facebook need to be applied adequately. We base our recommendations for an open government service on Facebook on studies dealing with Facebook as a tool for companies.

For realizing an open government platform on Facebook, the operating administration (which we will refer to as the operator in the following) should *set up a Facebook “page”*. Such a page consists of three main parts: The Facebook wall, which is a kind of bulletin board used for publishing news in a chronological order, a short profile serving as the basis for searching within Facebook as well as an area with an additional tab for posting photos, videos and applications. The short profile should be filled as completely as possible [10]. The operator should *regularly update the content and quickly respond* to posts by citizens [3], [11], [12]. Thereby the citizens will perceive that the government takes them seriously. By ‘liking’ the open government page, Facebook users will receive the published information directly on their Facebook profile page.

The open government Facebook page should offer the *possibility to participate in polls* for brainstorming and for rating given alternatives. Furthermore, discussions shall enable an *intensive discourse between citizens and government*. In doing so, the operator should actively participate in these discussions [11], [13] so that citizens get the feeling that their contributions are valued. Furthermore, citizens should be allowed to open discussions themselves (in terms of “agenda setting”).

The European parliament's Facebook page, for instance, offers an integrated chat which enables citizens to regularly debate with politicians [14]. The operator should analyse and summarise citizens' posted opinions and make them publicly available.

It is very important to *consider privacy and to inform citizens about how their personal information is treated* [15]. The operator needs to assure the citizens that their data are not stored and analysed on an individual-related level [16]. Existing government pages on Facebook, for instance, point out that posts will be visible for all internet users [17]. In addition, the operator has to check to which degree data processing by Facebook can be regulated. Therefore, regulations need to be enforced that define Facebook's rights and obligations in terms of an open government platform [3].

2.2 Adoption Model for the Open Government Service

Based on the aforementioned literature in this section, we propose the following research model of open government adoption on Facebook (cf. Fig. 1). Our basic model includes the TAM variables *perceived usefulness*, *perceived ease of use* as well as *intention to use* [18]. As TAM has been widely used in e-government research as well as in the social media context, we assume that these factors will also be relevant for open government adoption.

As proposed by several studies (e.g. [18], [19]), we measure *intention to use* (USE) as the factor mediating the adoption of the open government service on Facebook. In our study, we define *intention to use* as the degree of intention to use the open government service on Facebook (based on [18]). Using this service can range from passively reading the posts on the Facebook page to actively participating in discussions.

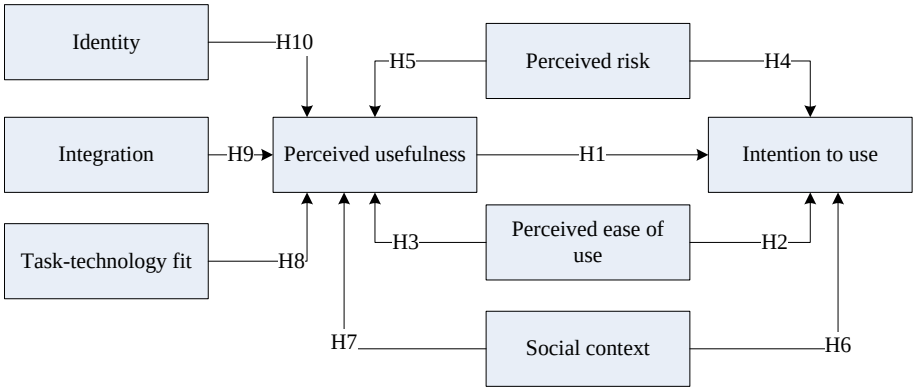


Figure 1: Research model of open government adoption on Facebook

In contrast to Davis' studies [18], which analyse *perceived usefulness* in an organisational context thus mainly considering how an employee perceives an improvement in performance when carrying out a mandatory task, participating in open government services is voluntary. In our context, we consequently define *perceived usefulness* as the degree to which a citizen believes that participating in an open government service on Facebook will provide value for him or her [20]. According to Davis, we understand *perceived ease of use* as the degree to which a citizen believes that using an open government service on Facebook will be free from effort [18]. Based on TAM [18], we assume the following hypotheses:

H1: Perceived usefulness (PU) will positively influence the intention to use (USE) an open government service on Facebook.

H2: Perceived ease of use (EOU) will positively influence the intention to use (USE) an open government service on Facebook.

H3: Perceived ease of use (EOU) will positively influence the perceived usefulness (PU) of an open government service on Facebook.

In addition to the basic elements of TAM, we furthermore consider *perceived risk*, *social context* as well as *perceived compatibility*. *Perceived risk*, has been analysed in many IT adoption studies (e.g. [21], [22]) and also especially in the context of e-government [23]. When anticipating the consequences of using a technology, potential users do not only consider the advantages but also possible negative outcomes. These *perceived risks* impact both the *intention to use* as well as the *perceived usefulness* [21]. Following [21], we define *perceived risk* as the potential for loss in the pursuit of a desired outcome of using an open government service on Facebook. Therefore, we propose that:

H4: Perceived risk (PR) will negatively influence the intention to use (USE) an open government service on Facebook.

H5: Perceived risk (PR) will negatively influence the perceived usefulness (PU) of an open government service on Facebook.

Several studies [24] also from the field of social media adoption [25] have acknowledged the role of the *social context*. *Social context* is assumed to significantly influence *perceived usefulness* [25] as well as *the intention to use*. Based on the Theory of Reasoned Action, which has incorporated *social context* as the construct subjective norm, we define social context as "the person's perception that most people who are important to him think he should or should not perform the behavior in question" [26]. We propose that:

H6: Positive evaluations of the social context (SC) will positively influence the intention to use (USE) an open government service on Facebook.

H7: Positive evaluations of the social context (SC) will positively influence the perceived usefulness (PU) of an open government service on Facebook.

Following Rogers (2003), we understand *compatibility* as the degree to which a citizen perceives the open government service on Facebook as consistent with his or her existing values, past experiences and needs. *Perceived compatibility* has been identified as a significant construct in several studies on e-government adoption [27], [28]. We split *perceived compatibility* into the three constructs *task-technology fit*, *integration* and *identity disclosure*. For the purpose of our study, we take the citizens' wish to use an open government service as given. The construct *task-technology fit* shall answer the question in how far the open government service can fulfil this need. Therefore, we define *task-technology fit* in our study as the suitability of the Facebook service for being an adequate open government service. Previous research has identified the impact of *task-technology fit* on *perceived usefulness* [29], [30]. In contrast to other social media platforms, Facebook is characterised by two features: On the one hand, the citizens disclose their identity when using the open government service for participation. On the other hand, the open government service would be integrated into Facebook. As Facebook is used for many purposes [31], open government might be yet another module. Whereas the integration might seem more or less important to the citizens, the aspect of *identity disclosure* depends on the individual perceptions and needs of each citizen. We hypothesise that:

H8: Task-technology fit (TTF) will positively influence the perceived usefulness (PU) of an open government service on Facebook.

H9: Positive perceptions of the integration of the open government service on Facebook (IN) will positively influence the perceived usefulness (PU) of an open government service on Facebook.

H10: The importance of identity disclosure on Facebook (ID) will positively influence the perceived usefulness (PU) of an open government service on Facebook.

Finally, we also test for the moderating variables *age*, *gender* and *innovativeness*, which describes how open a person is towards new experiences and changes [20].

3 Methodology

The traditional way of conducting studies on IT adoption is survey research [23], [24]. In order to empirically evaluate our research model, we conducted a standardised survey using an online questionnaire. Online-based surveys offer the advantage that they can be easily distributed. As our model consists of correlation hypotheses between latent variables, we used a structural equation modelling approach.

3.1 Instrument Development and Sample

We developed the items based on the related work presented in the previous section. Items relating to the latent variables of the research model were rated on a discrete scale of 1-6 (strongly disagree to strongly agree). Related work on questionnaire design recommends five to nine scale categories [32–34]. Too many categories, however, can overstrain the participant [34]. When using an even number of categories, most researchers in the social sciences go for a six-point scale [35]. As the topic of open government on Facebook is a rather new one and as the research model has not been evaluated empirically before, we added text boxes to each question in which participants could leave their comments both concerning the topic as well as concerning the questionnaire design. Before sending out the questionnaire, we pre-tested the survey in several iterative rounds.

Our target group are German Facebook users who intend to use open government services. We distributed the questionnaire by posting a link to the survey on different Facebook pages and groups. Furthermore, we sent it out to all our Facebook contacts and encouraged them to both participate and to further distribute the questionnaire. Due to this form of convenience sampling, we need to take care when generalising the results of our study.

Since a Germany-wide open government service does not yet exist on Facebook, we asked the participants to imagine the following scenario (which is based on the identified requirements, see Section 2.1) before starting the questionnaire: Central Facebook pages will be created for federal, state as well as municipal level. These pages will contain current information that is relevant on the respective levels as well as web links directing to relevant documents, discussions as well as services beyond Facebook. Citizens can comment on topics as well as participate in public opinion polls. The operating government will summarise discussion results and consider them in decision making; decisions will be published stating the reasons. In doing so, results of all open government services (also beyond Facebook) will be considered. Furthermore, the operating government guarantees to update the content regularly and to react quickly to discussions.

3.2 Data Analysis

As our model consists of correlation hypotheses between latent variables, we apply a structural equation modelling approach. The structural equation model is analysed and evaluated using causal

analysis, which results in estimators for the coefficients of the model paths between the variables. Afterwards, these parameter estimators are tested for significance. Due to the rather low sample size, the complexity of the research model, the integration of formative constructs as well as the rather explorative character of our study, we use the partial least square (PLS) approach. We evaluated our model with the help of the smartPLS application.

4 Results

We received 103 completed questionnaires. In total, 159 participants started the survey, of which ten dropped out in the course of the survey and 46 merely opened the introduction page. 46% of the participants were female; 54% were male. About 97%[1] of the respondents were between 15 and 36 years old (mean: 24.79, median: 23). The largest group in our sample were students (59%), followed by employed persons (31%). Most participants log in to Facebook at least once a day (78%); only 2% of the participants visit Facebook less than once per week. Whereas 97% use Facebook rather passively for accessing information or for getting into contact with other users, 42% actively post information or take part in discussions.

Most of the participants are interested in more transparent government activities since 97% have agreed to at least one transparency indicator and 89% have agreed to at least one participation indicator. 79% of the respondents interested in more transparency can imagine using Facebook as a source for information. Interestingly, the share is higher for women (about 86%) than for men (73%). 87% of the participants would rate an open government service on Facebook as easy to use. 72% believe that their friends would use Facebook for transparency purposes and 47% believe that their social context would recommend the service. About 34% of the participants can imagine using Facebook for participation. Here, we did not find any gender-related differences. 65% of these respondents actively use Facebook for other purposes. The most frequently mentioned topics that the participants regarded as adequate for the Facebook environment are education and research (71%), economic affairs and technology (58%), labour and social affairs (54%), environment and nature protection (52%) and agriculture, food and consumer protection (49%).

4.1 Model Evaluation

After testing the measurement model for reliability and validity of the indicators and indicator sets, we tested the validity of the structural equation model. However, our model should be regarded critically. Only five paths show path coefficients above 0.1, of which four were identified as significant. These are hypotheses H1 (Perceived usefulness (PU) will positively influence the intention to use (USE) an open government service on Facebook), H6 (Positive evaluations of the social context (SC) will positively influence the intention to use (USE) an open government service on Facebook), H7 (Positive evaluations of the social context (SC) will positively influence the perceived usefulness (PU) of an open government service on Facebook) and H8 (Task-technology fit (TTF) will positively influence the perceived usefulness (PU) of an open government service on Facebook). Only two effect sizes imply a relevant correlation. Although the measurement model of the construct identity disclosure revealed a scantily sufficient coefficient of determination in the MIMIC model, it cannot be considered as valid since the path coefficient towards perceived usefulness is negative. Furthermore, several rounds of bootstrapping have shown that certain results vary extremely.

[1] These results refer to the basic population without missing values.

The analysis of the effect of the moderating variables *age* and *innovativeness* has turned out that *age* has an influence on the correlation between *perceived usefulness* and *intention to use*, *social context* and *intention to use*, *task-technology fit* and *perceived usefulness*, *identity disclosure* and *perceived usefulness*, *social context* and *perceived usefulness* as well as *perceived risk* and *perceived usefulness*. However, these effects are not significant. In contrast to this, *innovativeness* has a significant influence on the relationship between *social context* and *intention to use* and between *task-technology fit* and *perceived usefulness*. The analysis of the moderating influence of *gender* revealed that the correlations between *identity disclosure* and *perceived ease of use*, *social context* and *perceived ease of use*, *social context* and *intention to use*, *perceived risk* and *intention to use* as well as *perceived usefulness* and *intention to use* exhibit differences between female and male participants.

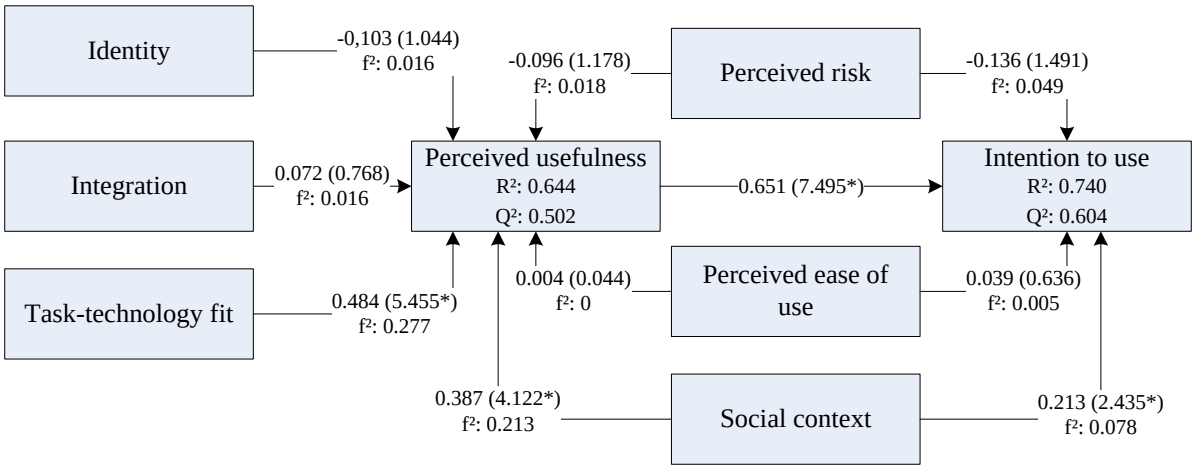


Figure 3: Results of the Model Evaluation[2]

5 Discussion

Before interpreting the results and thus deriving consequences, it is first of all necessary to analyse the sample size as well as its representativeness.

We need to check whether the results can be generalised to the base population as due to convenience sampling we did not select the participants randomly. The majority of the respondents (97%) are between 15 and 36 years old; 46% are female. This distribution roughly matches the demographic characteristics of Facebook users (Statista GmbH 2012). Our participants were mainly students or employed persons with a high educational attainment. In our case, this is acceptable as these are the groups of citizens with the highest interest in open government services [36].

Governments generally need to decide whether it is worth offering an open government service on Facebook, i.e. whether sufficient citizens are interested in this offer, as providing such a service goes along with high efforts. In doing so, the operating government should also consider the relevant adoption factors and to which degree the government can actively increase the intention to use an open government service on Facebook. The results of our study suggest that currently 34% of the participants indicated an intention to use. Although more citizens stated that they were interested in a

[2] The model was calculated using PLS. The values attached to the arrows indicate the path coefficients; the values in brackets are the t-values. * indicates a 5% significance; f² denotes the effect size.

mere transparency service, i.e. including no participatory elements, abstaining from an integration of participatory and transparency services would imply a heavy restraint for an open government service.

5.1 Facebook as a Platform for Open Government

Our model could explain 64% of the variance of the *perceived usefulness* and 74% of the variance of the *intention to use* in our sample. *Perceived usefulness* and *social context* have turned out to be the most important influencing factors.

Social context influences both *intention to use* and *perceived usefulness*. Therefore, we conclude that the participants regard their environment's opinion as highly relevant. Hence, viral marketing is likely to be a promising way of spreading word about a possible open government platform. Furthermore, the assessment of early adopters is a very important factor, i.e. those citizens using the open government services at an early stage and distributing their opinion within their social system. We will get back to the impact of the users' innovativeness later.

Our analysis has revealed that *perceived usefulness* is the most important factor for predicting the *intention to use* an open government service on Facebook. Therefore, we suggest that future analyses should test this variable for further influencing factors.

It is first of all important to consider whether the operating government would actually have the possibility to influence these factors. As especially in the area of participation a high adoption is needed in order to make the open government service worth the effort and as the *social context* plays an extremely important role in influencing the adoption, governments should carefully consider whether to launch an open government platform.

The *task-technology fit* has a strong influence on perceived usefulness. Therefore, we suggest thinking about the degree to which the interaction functionalities provided by Facebook should be used or whether further interfaces could be integrated in order to optimise the *task-technology fit*. The construct *integration*, however, has a very low, non-significant impact whereas the results of the impact of *identity disclosure* suggest that the measurement has not been valid.

The influence of *perceived risk* has not turned out to be significant although the results of the sample reveal a noteworthy increase in the *intention to use*. Due to the low validity of the formative measurement model and according to the participations' comments concerning data security and privacy concerns, we assume that this influence is actually stronger than our analysis has shown. Whereas the operating government cannot change the citizens' attitude towards Facebook and the concerns about the opinions of their social context, it is especially important to outline the intention of the open government service and to reduce privacy concerns e.g. by laws. Otherwise, this might lead to a low acceptance rate as well as to citizens censoring their posts thus inhibiting a fruitful exchange.

5.2 Moderating Variables

As mentioned above, we found that the opinion of early adopters, i.e. citizens with a high *innovativeness*, plays an important role. They show a relatively high *intention to use* the open government service. Obviously, the *task-technology fit* is not that important in participation services whereas the *social context* has a surprisingly high influence on the *intention to use*. We can assume that according to Rogers (2003), these people often get into contact with other innovative people and assume their attitude to be positive as well. However, this relation would not constitute causality. This assumption is backed by the finding that the *social context* only has a low influence on the *perceived usefulness* for citizens with a high *innovativeness*. We suggest analysing these considerations in more

detail in future studies. Especially the advantages and disadvantages as seen by innovative people should be part of mass communications campaign for spreading the open government service as this form of communication has the highest impact on these early adopters [20].

The impact of *gender* is interesting as a gender-specific classified advertisement on Facebook should consider the importance of each factor. We found a relatively high difference (path coefficient > 0.14) in our sample for the impact of *perceived risk* and *perceived usefulness* on the *intention to use* as well as for the influence of the *social context* on *perceived usefulness*. According to these results, *perceived risk* and the *social context* are more important for the female participants whereas *perceived usefulness* plays a more important role for the male participants.

6 Conclusions and Outlook

In our study, we developed and tested a standardised online questionnaire whose aim was to analyse the intention of German Facebook users to use Facebook as a platform for an open government service. Our aim was to identify the adoption factors that are relevant for designing the service.

First, we derived requirements for a possible open government service on Facebook, which we based on theoretical considerations on open government characteristics and social media. Based on this theoretical service, we developed an adoption model. As the open government offer does not yet exist in Germany, we only measured the participants' intention to use instead of their actual usage. In order to guarantee the validity of our results, we used multiple indicators for the constructs and based our survey design on related guidelines for designing questionnaires. Several pre-test rounds helped to optimise the questionnaire, which we also tested for reliability and validity criteria. We analysed our results with smartPLS using the partial least squares approach.

However, the results of our model are not clear without exception. We were particularly surprised by the fact that the *perceived risk* did not seem to play a very important role for the adoption. In general, the citizens' demand for a participation service is relatively low. However, as our questionnaire seems to exhibits some shortcomings, the results should not be generalised without limitations.

As the scope of the questionnaire is rather large, we suggest several improvements for future research. It might turn out as sensible to reduce the number of indicators per construct, which might, however, go along with a decreased reliability. Furthermore, we could limit the number of constructs, which will probably lead to a loss of potential explaining factors. Finally, it might also be sensible to split our study into a survey on the adoption of open government transparency offers and open government participation offers since our results suggest that citizens are more likely to use an open government service on Facebook for accessing information. We suggest paying special intention to the role of the *social context* as this construct has turned out to be a very important factor influencing the *intention to use* an open government service. Including the *social context* should also be considered in marketing strategies that accompany the launch of an open government service on Facebook.

Overall, it has become clear that offering an open government service on Facebook can be a sensible approach, especially for transparency purposes. However, our results also show that governments need to pay a lot of effort in order to offer a valuable open government service. One crucial question that needs to be addressed first is whether governments can and should afford using social media for official purposes. Therefore, it is worthwhile to determine the ratio of cost and benefit. What is more, governments need to clarify the legal circumstances. Since Facebook, for instance, is a US company, it has to be made sure that the national privacy regulations are nevertheless met. As a further step, we

suggest extending our sample and even including citizens who have not yet used Facebook before. Furthermore, it seems sensible to consider further social media platforms and to compare them in order to find the best-suited medium for open government activities. In addition to this, we used a static adoption model since the open government service does not yet exist. However, when launching a service, we assume that a dynamic model will be more appropriate as it enables us to understand how the adoption changes over time.

7 References

[1] B. Obama, "Transparency and Open Government. Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies," 2008.

[2] The White House, "Open Government Initiative," 2013. [Online]. Available: http://www.whitehouse.gov/open.

[3] J. C. Bertot, P. T. Jaeger, and D. Hansen, "The impact of polices on government social media usage: Issues, challenges, and recommendations," *Government Information Quarterly*, vol. 29, no. 1, pp. 30–40, Jan. 2012.

[4] C. Akkaya, P. Wolf, and H. Krcmar, "The Surprisingly Low Effect of National Culture on E-Government Adoption: A Cross-Cultural Comparison," in *AMCIS 2012 Proceedings*, 2012, p. Paper 1.

[5] Federal Ministry of the Interior, "GovData. Das Datenportal für Deutschland," 2013. [Online]. Available: https://www.govdata.de/.

[6] S. A. Chun, S. Shulman, R. Sandoval, and E. Hovy, "Government 2.0: Making connections between citizens, data and government," *Information Polity*, vol. 15, pp. 1–9, 2010.

[7] P. R. Orszag, "Open Government Directive. Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies," 2009.

[8] S. Hofmann, M. Räckers, D. Beverungen, and J. Becker, "Old Blunders in New Media? How Local Governments Communicate with Citizens in Online Social Networks," in *Proceedings of the 46th Hawaii International Conference on Systems Sciences*, 2013, pp. 1–10.

[9] Allfacebook.de, "Facebook Userdata," 2013. [Online]. Available: http://allfacebook.de/userdata/.

[10] A. Burkhardt, "Social Media. A guide for college and university libraries," *C&RL News*, pp. 10–13, 2010.

[11] A. M. Kaplan and M. Haenlein, "Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media," *Business Horizons*, vol. 53, no. 1, pp. 59–68, 2010.

[12] M. Parent, K. Plangger, and A. Bal, "The new WTP: Willingness to participate," *Business Horizons*, vol. 54, no. 3, pp. 219–229, 2011.

[13] M. L. Fish, "Showing Your Face on Facebook," *ABA Bank Marketing*, pp. 24–30, 2009.

[14] European Parliament, "facebook. European Parliament," 2013. [Online]. Available: https://www.facebook.com/europeanparliament.

[15] A. Macintosh, "Characterizing E-Participation in Policy-Making," in *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2004, pp. 1–10.

[16] D. K. Citron, “Fulfilling Government 2.0’s Promise with Robust Privacy Protections,” *The George Washington Law Review*, vol. 78, no. 4, pp. 822–845, 2009.

[17] NRW.de, “facebook. NRW.de,” 2013. [Online]. Available: https://www.facebook.com/NRW.

[18] F. D. Davis, R. P. Bagozzi, and P. R. Warshaw, “User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models,” *Management Science*, vol. 35, no. 8, pp. 982–1003, Aug. 1989.

[19] V. Venkatesh and F. D. Davis, “A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies,” *Management Science*, vol. 46, no. 2, pp. 186–204, 2000.

[20] E. M. Rogers, *Diffusion of Innovations*, 5th Editio. New York, London, Toronto, Sydney, Tokyo, Singapore: Free Press, 2003.

[21] M. S. Featherman and P. A. Pavlou, “Predicting e-services adoption: a perceived risk facets perspective,” *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 59, no. 4, pp. 451–474, 2003.

[22] P. A. Pavlou, “Consumer Acceptance of Eletronic Commerce: Integrating Trust and Risk with the Technology Acceptance Model,” *International Journal of Electronic Commerce*, vol. 7, no. 3, pp. 101–134, 2003.

[23] F. Bélanger and L. Carter, “Trust and risk in e-government adoption,” *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 17, no. 2, pp. 165–176, Jun. 2008.

[24] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. Davis, and F. D. Davis, “User acceptance of information technology: toward a unified view,” *MIS Quarterly*, vol. 27, no. 3, pp. 425–478, 2003.

[25] A. Dickinger, M. Arami, and D. Meyer, “The role of perceived enjoyment and social norm in the adoption of technology with network externalities,” *European Journal of Information Systems*, vol. 17, no. 1, pp. 4–11, 2008.

[26] M. Fishbein and I. Ajzen, *Belief, Attitude, Intention and Behavior. An Introduction to Theory and Research*. Boston, MA: Addison-Wesley Pub. Co., 1975.

[27] L. Carter and F. Bélanger, “The utilization of e-government services: citizen trust, innovation and acceptance factors,” *Information Systems Journal*, vol. 15, no. 1, pp. 5–25, Jan. 2005.

[28] L. C. Schaupp and L. Carter, “E-voting: from apathy to adoption,” *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 18, no. 5, pp. 586–601, 2005.

[29] M. T. Dishaw and D. M. Strong, “Extending the technology acceptance model with task-technology fit constructs,” *Information & Management*, vol. 36, pp. 9–21, 1999.

[30] D. L. Goodhue, “Comment on Benbasat and Barki’s ‘Quo Vadis TAM’ article,” *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 8, no. 4, pp. 219–222, 2007.

[31] B. Anderson, P. Fagan, T. Woodnutt, and T. Chamorro-Premuzic, “Facebook psychology: Popular questions answered by research,” *Psychology of Popular Media Culture*, vol. 1, no. 1, pp. 23–37, 2012.

[32] D. F. Alwin and J. A. Krosnick, “The Reliability of Survey Attitude Measurement,” *Sociological Methods & Research*, vol. 20, no. 1, pp. 139–181, 1991.

[33] P. Lietz, “Research into questionnaire design. A summary of the literature,” *International Journal of Market Research*, vol. 52, no. 2, p. 249, 2010.

[34] G. A. Miller, “The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits On Our Capacity for Processing Information,” *The Psychological Review*, vol. 63, no. 2, pp. 81–97, 1956.

[35] P. E. Green and V. R. Rao, “Rating Scales and Information Recovery. How Many Scales and Response Categories to Use?,” *Journal of Marketing*, vol. 34, no. 3, pp. 33–39, 1970.

[36] Co:llaboratory, “dimap-Umfrage Open Government. ‘Offene Staatskunst’. Besser Politik durch ‘Open Government’?,” 2010.

Teilkonferenz: E-Health – Prozessmanagement, Business Intelligence und Innovative Anwendungen im Gesundheitswesen

Informationstechnische Lösungen im Gesundheitswesen („e-Health“) sind der Schlüssel zur Realisierung einer integrierten Gesundheitsversorgung. Sie sind ein wesentliches Element zum Begegnen zukünftiger Herausforderungen, die mit gesellschaftlicher und demografischer Entwicklung (Ärztemangel, strukturelles Ungleichgewicht etc.) einhergehen. In diesem Kontext ist das bestehende Versorgungsniveau nur mit Hilfe von e-Health-Lösungen zu halten.

E-Health bedeutet dabei nicht nur die Umsetzung technischer Innovationen, sondern umfasst ebenso die Entwicklung geeigneter Prozesse, die neben der Effizienz und Effektivität ausdrücklich die Belange der Akteure sowie die Maßgaben der evidenzbasierten Medizin in Einklang bringen. Dabei ist das Spannungsfeld zwischen medizinischer Versorgung, Ökonomie, Technologie, Politik und Forschung besonders zu berücksichtigen.

Tragfähige Lösungen erfordern unternehmensweite und –übergreifende Ansätze, welche die technische Interoperabilität der Systeme gewährleisten und das organisatorische Management der Prozesse verbessern. Das Thema „e-Health“ bietet somit ein vielfältiges und facettenreiches Spektrum für wissenschaftliche und praxisorientierte Forschungsarbeiten. Die Wirtschaftsinformatik ist gefordert, zukunftsfähige und realisierbare Lösungen für die Herausforderungen des Gesundheitswesens zu präsentieren. Die nachfolgenden Beiträge bieten hierzu einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und Wissenschaft an der Schnittstelle zwischen „Wirtschaftsinformatik“ und „Gesundheitswesen“.

Dezember 2013

Thomas Lux, Hannes Schlieter, Martin Sedlmayr

(Teilkonferenzleitung)

Entwicklung einer Methodik für die serviceorientierte Realisierung von Workflows im Kontext von Ambient Assisted Living

Sebastian Wolf

Westsächsische Hochschule Zwickau, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, 08058 Zwickau,
E-Mail: sebastian.wolf@fh-zwickau.de

Tobias Teich

Westsächsische Hochschule Zwickau, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, 08058 Zwickau,
E-Mail: tobias.teich@fh-zwickau.de

Sven Leonhardt

Westsächsische Hochschule Zwickau, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, 08058 Zwickau,
E-Mail: sven.leonhardt@fh-zwickau.de

Daniel Kretz

Westsächsische Hochschule Zwickau, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, 08058 Zwickau,
E-Mail: daniel.kretz@fh-zwickau.de

Abstract

Durch den demographischen Wandel steigt der Pflegebedarf stetig. Dabei ist eine potentielle Lösung, Pflegebedürftige möglichst lang und weitestgehend unabhängig im vertrauten häuslichen Umfeld zu belassen. Dafür müssen die Wohnungen bspw. mit innovativer Gebäudesystemtechnik (Smart Home) an die Bedürfnisse und veränderten Anforderungen anpasst werden [1]. Hierfür bietet der Markt bereits eine Vielzahl an Sensorik, Aktorik und anderer Technik, die nicht immer auf einheitliche Standards zurückgreifen. Durch eine Virtualisierung dieser Geräte kann der Programmieraufwand für gleiche oder ähnliche Funktionen an verschiedenen Stellen reduziert werden. Die Kommunikation zwischen den virtuellen Geräten und den beteiligten Akteuren kann über ein serviceorientiertes Konzept der definierten Geschäftsprozesse realisiert werden. Zur Darstellung der Prozesse können Workflows, bestehend aus einzelnen, wiederverwendbaren und rekombinierbaren Services, verwendet werden.

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels müssen in Deutschland neue Strategien für die Pflegesysteme und die Versorgung älterer Menschen entwickelt werden. Aufgrund der zunehmenden Überalterung und dem damit weiter wachsenden Missverhältnis von Leistungsnehmern und Leistungserbringern, reichen die herkömmlichen Ressourcen für eine stationäre oder ambulante Pflege der betreffenden Altersgruppen zukünftig nicht mehr aus. Pflegebedürftige sollen möglichst langfristig und weitestgehend unabhängig, selbstständig im vertrauten häuslichen Umfeld leben können. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen sich die Wohnungen an die Anforderungen, die durch das Altern oder eine Pflegebedürftigkeit entstehen, anpassen können. Das Potential für eine solche Anpassungsfähigkeit bietet die modulare Ausstattung der Wohnumgebung mit innovativer, ubiquitärer Gebäudesystemtechnik, die von den Unterstützten akzeptiert wird [2]. Zum einen können durch diese Technik neue Funktionen implementiert werden, welche beispielsweise die pflegebedürftige Person bei den täglichen Aufgaben unterstützt, um Mobilität und Selbstständigkeit zu erhalten. Zum anderen können Daten gesammelt werden, die Informationen über den Zustand der Person in der Wohnung liefern. Diese dienen dem Gesundheitsmonitoring und es können bei Unregelmäßigkeiten entsprechende Maßnahmen (Notruf, Kontrollbesuch, Signale …) eingeleitet werden. Zusätzlich werden durch die Zunahme an Automatisierung in den Gebäuden Potentiale zur Energieeinsparung und in anderen Bereichen des Wohnumfeldes, wie Komfortsteigerung und Zunahme der Sicherheit, positiv beeinflusst. Diese können nach der Definition des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) auch zum Forschungsgebiet des Ambient Assisted Living (AAL) zugeordnet werden [3].

Die in der Gebäudeautomation eingesetzten Geräte können virtuell abgebildet werden. Diese kommunizieren mit Geschäftsprozesse untereinander, die aus einzelnen wiederverwendbaren Services (Prozessschritte) zusammengesetzt werden. In diesem Beitrag wird ein Konzept für eine Serviceorientierte Architektur (SOA) im AAL-Umfeld beschrieben. Zusätzlich wird ein mögliches Darstellungskonzept der Services in Form von Workflows veranschaulicht. In vorherigen Projekten der Westsächsischen Hochschule Zwickau (WHZ) wie dem ESF-Projekt Low-Energy-Living (LEL) wurden Liegenschaften einer regionalen Wohnungsbaugesellschaft mit moderner Gebäudeautomationstechnik ausgestattet [5]. Das Forschungsprojekt A²LICE (Ambient Assisted Living in Intelligent Controlled Environments) untersucht eine Erweiterung der in der Wohnung bestehenden Strukturen auf den AAL-Bereich. Welche der vorhandenen Geräte für AAL-spezifische Szenarien verwendet und mit welchen Aufwand eine entsprechende Wohnung altersgerecht ergänzt werden kann.

2 Übersicht und Einordnung

Im Forschungsprojekt A²LICE wird die Verwendung von praxisorientierten Konzepten für technisch unterstütztes Wohnen im Alter untersucht.

Das 2012 erfolgreich abgeschlossene Forschungsprojekt LEL mit der entsprechend aufgebauten Infrastruktur für die Gebäudeautomation (Bild 1) dient als Grundlage für das A²LICE- Projekt. Die eingesetzten Komponenten wie Präsenzmelder, Kontakt-, Temperatur- und Luftqualitätssensoren können als Basis für eine Erweiterung auf den AAL-Bereich genutzt werden. Die Erkennung von Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) mit Daten aus dem Bereich der Hausautomation wurde in einigen bisherigen Lösungsansätzen behandelt [6][7][8][9]. Auf Grund der bestehenden technischen Gebäudeausrüstung (TGA) ist die nachhaltige Weiternutzung für die Praxispartner ein entscheidender

Faktor, der in anderen Projekten bisher vernachlässigt wurde. Ebenso werden die Bedürfnisse beteiligter Akteure (Bewohner, Dienstleister und Angehörige) einbezogen, um einen hohen Grad der Akzeptanz zu erhalten. Deshalb soll unter anderem die mögliche Interaktion für die Zielgruppe angesichts der technischen Anforderung auf ein Minimum reduziert werden [11].

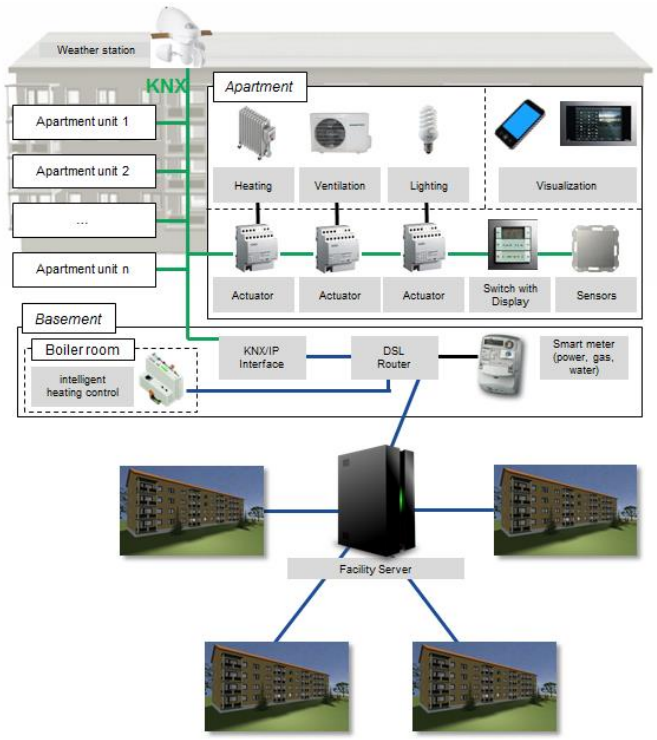


Bild 1: Low Energy Living Gebäudeautomationsinfrastruktur

3 Service, Serviceorientierte Architektur und Virtualisierung

3.1 Service

Für ein serviceorientiertes Konzept der Geschäftsprozesse im Kontext von AAL spezifischen Szenarien (Prozessen) in der Gebäudeautomation wird eine Service-Orientierte-Architektur (SOA) benötigt. Die zentralen Bestandteile einer SOA sind die einzelnen Services, welche als eine Dienstleistung für einen Consumer definiert werden, der als Endanwender einen Nutzen daraus zieht. Dabei kann der Consumer eine Person, Organisation oder auch ein anderer Service sein. Die wichtigsten Eigenschaften von Services sind deren Wiederverwendbarkeit und die lose Kopplung untereinander. Dadurch können die zur Verfügung gestellten Funktionen in neuen Geschäftsprozessen modelliert und rekombiniert werden. Die Kommunikation der Services wird über definierte Inputs und Outputs (Standardisierung) realisiert [12][13]. Aus der Literatur ist zu erkennen, dass AAL-spezifische Services zumeist eigenständig behandelt werden und nicht in eine bestehende Servicestruktur für eine automatisierte Gebäudesteuerung integriert werden [14][15].

Die Serviceorientierung beschreibt die Sichtweise auf ein System aus. Services, die für eine Person oder Organisation konzipiert wurden, sollten einen hohen Grad an Individualisierung aufweisen, um eine hohe Akzeptanz zu erreichen. Im AAL-Bereich werden Services für unterschiedliche Consumer (Pflegebedürftiger, Betreuer, Arzt, Angehörige) konzipiert.

Aus der Geschäftssicht muss ein Service eine Leistung sein, für die der Consumer bereit ist zu bezahlen. Der Service wird im fachlichen Kontext zum Kunden konzipiert. Ähnlich wie bei einem Produkt mit Lebenszyklen werden mit neuen oder angepassten Services zusätzliche Marktchancen ergriffen. Ein Service aus Sicht der Technik beschreibt vor allem die technische Implementierung. Die vom Service bereit gestellte Funktionalität ist in der Regel in sich geschlossen und wird semantisch in Form von Interfaces beschrieben. Zu den Aufgaben des Providers gehört die Implementierung, bei der die Anforderungen des Consumers berücksichtigt werden [16]. Diese werden im Service konkret durch Parametrisierung umgesetzt. Die Providersicht überschneidet sich in der Regel mit der Geschäfts- und Techniksicht [13]. In diesem Beitrag werden vorrangig die Services aus Consumersicht betrachtet.

3.2 Geschäftsprozess und Workflow

Allgemein werden unter Geschäftsprozessen betriebliche Prozesse verstanden, die innerhalb einer Organisation zur Schaffung von Leistungen beitragen. Die Geschäftsprozesse werden als eine Abfolge von einzelnen Prozessschritten beschrieben, deren Ergebnis messbar ist. Jedoch ist der Begriff im AAL-spezifischen Kontext weiter zu fassen, um die Erfassung des Verhaltens und von Aktivitäten der Zielgruppe zu erkennen und diesbezüglich entsprechende Szenarien zu entwickeln [16]. Jedem Geschäftsprozess wird ein Rahmen gesetzt, der durch einen zeitlichen Anfang und einem Ende definiert ist. Bei der Beteiligung von mehreren Systemen und Akteuren werden eindeutige Inputs und Outputs untereinander festgelegt. Eine Form der strukturierten Darstellung von Geschäftsprozessen sind Workflows. Dabei sind die Hauptgründe für den Einsatz solcher Workflows:

- Absicherung der Aktivitäten
- Geschwindigkeitserhöhung der Geschäftsprozesse
- Qualitätssteigerung der Geschäftsprozesse
- Verbesserung der Konsistenz der Geschäftsprozesse

Workflows werden weitestgehend automatisiert, dadurch sind wenige Personen bei der Ausführung von einzelnen Aktivitäten beteiligt [17]. Zum Beispiel können durch Workflows bei einem definierten Ereignis Betreuer, Angehörige oder Ärzte benachrichtigt und ihnen relevanten Informationen zugänglich gemacht werden.

3.3 Serviceorientierte Architektur (SOA)

Durch das IT-Konzept SOA wird die Ausführung von Geschäftsprozessen durch grobgranulare Services unterstützt. Die zunehmende Informationsmenge kann durch den verstärkten Automatisierungsgrad innerhalb der SOA besser verarbeitet werden. Zusätzlich bietet die Serviceorientierung für nicht technisch versierte Personen einen einfachen Zugang zur modernen Technik, was speziell für die Kernzielgruppe von AAL-Anwendern enorme Potentiale bietet. Durch die Implementierung solcher Softwarearchitekturen können die Geschäftsprozesse direkt in der IT dargestellt werden. Dies ermöglicht auch eine schnelle und einfache Reaktion auf Veränderungen [12][13].

Services in einer SOA-Umgebung agieren völlig unabhängig voneinander und erfüllen eine oder mehrere definierte Funktionen. Dabei interagieren diese untereinander und führen gemeinsame Aktivitäten durch. Für den Consumer ist es bedeutungslos, wie der Service arbeitet, für ihn ist nur von Interesse, dass dieser zur Verfügung steht und einen erwarteten Nutzen bietet (Abstraktion). Die

Summe aller verfügbaren Services und die damit benötigten Informationen in einer SOA werden als Service Repository bezeichnet.

Dabei entsteht die Forderung nach immer neuen Services (Komposition). Aus diesem Grund werden bestehende Services mit neuen Services kombiniert oder durch diese ergänzt. Die einfache Darstellung von komplexen Zusammenhängen erhöht die Wiederverwendbarkeit der komponierten Services. Für die Komposition stehen dabei grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung. In der Orchestrierung gibt es einen Service, der als zentraler Koordinator (Orchestrator) alle Übrigen steuert. Ein in die Orchestration eingebundener Service weiß nicht dass er komponiert wurde und zu einem höheren Geschäftsprozess gehört. In der Choreographie hingegen wird durch Kommunikation unter den Services die Abfolge gesteuert [13][18]. Besonders an dieser Stelle zeigt die Wiederverwendbarkeit von Services Vorteile, da bestehende Services und daraus entwickelte Workflows aus der Gebäudeautomatisierung durch AAL-spezifische Aspekte ergänzt werden können.

3.4 Virtualisierungsansatz

Die realen Geräte werden durch virtuelle Geräte repräsentiert, welche mit servicebasierte Geschäftsprozesse untereinander und mit den Akteuren interagieren. Im Ambient Assisted Living-Bereich kann zum einen spezifische Technik verwendet werden und zum anderen werden Funktionen aus der allgemeinen Gebäudeautomationstechnik übernommen. Besonders im Bereich der Gebäudeautomation existiert dabei eine große Anzahl an intelligenten Komponenten und Geräten, die für vergleichbare Anwendungsbereiche zur Verfügung stehen. Bspw. können vorhandene Präsenzmelder und einfache Kontaktsensoren über Szenarien zur Erkennung von ADLs beitragen. Jedoch stellt die Vielfalt eine große Herausforderung für die Entwicklung flexibler Software zur Steuerung der Geräte dar. Traditionell kommunizieren die Geräte und Komponenten über den gleichen Feldbus und mit dem gleichen Protokoll. Der Programmieraufwand erhöht sich enorm durch die Realisierung identischer oder äquivalenter Funktionen an unterschiedlichen Stellen der einzelnen Geräte. Darüber hinaus sind die proprietären Lösungen verschiedener Hersteller bei der Gebäudeautomation beschränkt und bieten nur sehr begrenzte Möglichkeiten zur Optimierung der Überwachung von komplexen Prozessen [19].

Durch die Verwendung der dynamischen, hardwareunabhängigen Softwareplattform OSGi wird die Servicearchitektur flexibel implementiert. Die auf der Programmiersprache Java basierende Service-Plattform der OSGi (Open Services Gateway initiative) ermöglicht durch das grundlegende Konzept der Modularisierung ein einfaches Handling der Softwarekomponenten. Dabei können einzelne Module (OSGi-Terminologie: Bundles) problemlos während der Laufzeit eingebunden, aktualisiert und ausgetauscht werden [20][21].

Eine graphische Benutzeroberfläche dient den verschiedenen Akteuren als Schnittstelle zu den Services. Um eine flexible Applikationslogik für verschiedene Systemumgebungen zu entwickeln, wird die Servicerealisierung völlig von den Hardwaregeräten und Bussystemen entkoppelt. Geräte werden nur in abstrakter, vereinheitlichter Form dargestellt und jede Entscheidung oder Interaktion ist durch Services und Geschäftsprozesse umgesetzt. Aufgrund der Entkopplung wird eine Schnittstelle zwischen den Hardwarekomponenten und der virtuellen Beschreibung einer Komponente aus dem laufenden System notwendig. Alle virtuellen Geräte werden nach spezifischen Eigenschaften kategorisiert und mit den entsprechenden Attributen und Parametern versehen. Besonders die Vielfalt der telemedizinischen Geräte benötigt klare zugrundeliegende Datenstrukturen, diese kann in Form von Konfigurationstemplates definiert werden [10]. Adapter dienen zur Kommunikation zwischen den realen und virtuellen Komponenten. Durch die Anwendungslogik in der Serviceschicht kann somit auf

die aufwendige Hardwareprogrammierung, die häufig redundant für ähnliche Geräte durchgeführt werden muss, verzichtet werden. Für diese gleichartigen Geräte ist lediglich ein Datenaustausch mit den virtuellen Geräten einzurichten, der durch die spezifischen Adapter realisiert wird. Zu den virtuellen Objekten werden wiederverwendbare Services und Geschäftsprozesse entwickelt. Des Weiteren werden durch diese Services aufgabenspezifische Kontroll- und Regelungsalgorithmen implementiert. Zusätzlich stellen die Services die Regelungs- und Monitoringprozesse dar. Diese Services können für die Geräte der gleichen Kategorie verwendet werden. Durch den Einsatz von Services werden die virtuellen Komponenten von allen Kommunikationsaufgaben entkoppelt und repräsentieren nur noch den gegenwärtigen Zustand der realen physischen Geräte. Darüber hinaus besteht die Option, bei Bedarf, virtuelle Geräte ohne physischen Repräsentant darzustellen. Eine Möglichkeit wäre die Darstellung eines virtuellen Erkennungsgeräts für ADLs, dass aufgrund vorliegender Daten die entsprechende Aktivität des Bewohners anzeigt. Dabei interagieren die Services dynamisch mit den virtuellen Geräten und nutzen diese für die Bereitstellung von Parametern oder die Ausgabe von Ergebnissen. Die Szenarien, die durch Verknüpfung von einzelnen Services aufgebaut werden, können individuell entwickelt oder aus einer Bibliothek entnommen werden. Sofern sich individuelle Szenarien in der Anwendung bewährt haben, können diese in die Service-Bibliothek übernommen werden. Neben den Szenarienbeschreibungen werden noch weitere Ressourcen zur Konfiguration benötigt. Zum einen werden Gebäudeinformationen aus dem CAD-Modell einbezogen, welche Angaben zur Geometrie, Topologie und Installation liefern. Zum anderen werden Informationen zur Implementierung abgerufen, die potentiell durch die Software abgedeckt werden soll. Dafür steht eine spezielle Ressourcenbibliothek mit einem Katalog für Geräte und Services zur Verfügung [20].

4 Services

4.1 Servicekategorien

Ziel des Virtualisierungsansatzes ist es, den Programmieraufwand der verwendeten Geräte zu minimieren und die Logik in wiederverwendbare Dienste auszulagern. Die virtuellen Geräte werden durch Workflows gesteuert, die aus einzelnen, unabhängigen Services zusammengesetzt sind. Die entsprechenden Services im AAL-Umfeld wurden konzeptionell in Verbindung mit Services zur Gebäudeautomation in drei Kategorien gegliedert, die im Bild 2 dargestellt sind. Die virtuellen Geräte werden durch die definierten Geschäftsprozesse verbunden, die aus diesen einzelnen, unabhängigen Services zusammengesetzt sind.

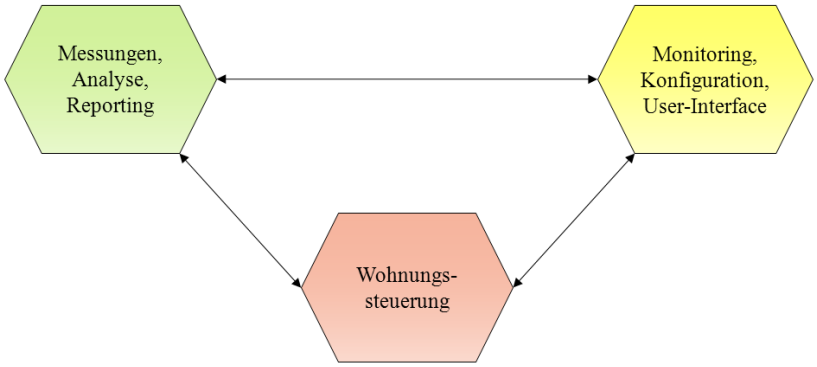


Bild 2: Servicekategorien

Für die Umsetzung der höheren Anforderungen durch die Kernbereiche von AAL und der Gebäudeautomation werden Smart Metering Systeme benötigt, die gegenüber den herkömmlichen Messgeräten ein digitales Zählwerk, interne Speicher und eine Datenschnittstelle besitzen [4]. Eine Erweiterung des einfachen Smart Meter-Ansatzes sind die Smart Homes, bei dem die Domänen Elektroinstallation, Klimaanlagen, Lüftung, Heizungen uvm. in der Wohnung mit moderner Technik ausgestattet werden. Diese Bereiche werden mit Sensoren und Aktoren ausgestattet, die typische Funktionen wie Schalten, Stellen, Melden, Messen und Zählen ausführen. Die verbauten Geräte kommunizieren über einen digitalen, seriellen Datenbus untereinander. Typische Bussysteme in der Gebäudeautomation sind dabei unter anderem KNX (Europäischer Installationsbus) und LON (Local Operating Network) [1]. Neben den etablierten Technologien aus der Gebäudeautomatisierung müssen Standards aus der Telemedizin (Continua), eHealth (ANT+) und drahtlose Technologien (RFID, ZigBee, Z-Wave) integriert werden [22].

Viele Services aus der Kategorie zur Wohnungssteuerung stammen aus den Standardfunktionen der Gebäudeautomation, die sich in Servicebereiche zur Heizungs-, Klima/Lüftungs-, Elektro- und Wassersteuerung gliedern lassen. In Bild 3 wird die Gliederung der Servicebereiche, mit den entsprechenden Untergruppierungen, dargestellt. Zusätzlich wurden mögliche AAL-spezifische Services hinzugefügt, deren Funktionen bisher in der Gebäudeautomation keine, oder eine untergeordnete Rolle einnehmen. Neben der Ansteuerung von Aktoren zum Schalten von Steckdosen und Beleuchtung müssen Services implementiert werden, die AAL-typische Funktionalität der Geräte abbilden. Unteranderem helfen spezielle Geräte aus dem medizinischen Bereich den Bewohnern ihre Vitaldaten aufzunehmen, die zur Überwachung entsprechender Grenzwerte benutzt werden können. Ebenfalls nehmen Kommunikationsgeräte eine besondere Rolle ein. Zum einen kann ein Notrufsystem installiert werden, dass beim automatischen und manuellen Auslösen einen Notruf an die relevanten Personen oder Dienstleister absetzt. Und zum anderen können Assistenzsysteme installiert werden, die den Bewohner unterstützen, Kontakt mit Angehörigen oder Freunden zu halten. Ebenfalls sind Bewegungs- und Kontaktsensoren bei der Erkennung von ADLs von großer Bedeutung. Diese dienen ebenfalls der Kontrolle und lösen weitere Prozesse aus, wie beispielsweise Sicherheitsabschaltungen von Geräten, die bei Nichtabschaltungen eine Gefahr darstellen oder Schaden verursachen. Zusätzlich sind spezielle Signale über die Beleuchtung denkbar, die dem Bewohner beispielsweise auf Gefahrensituationen hinweisen (Wasserüberlauf, etc.).

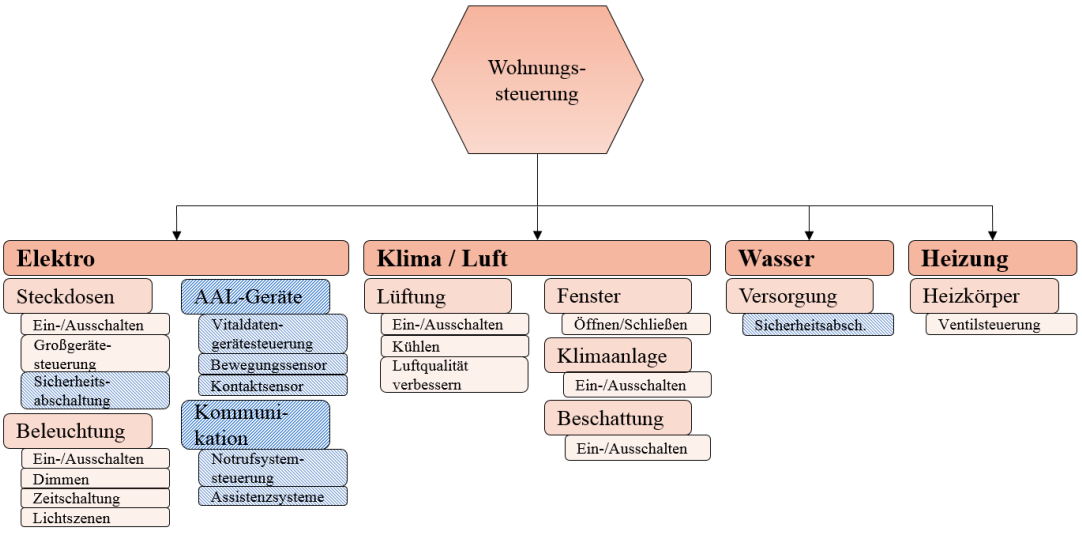


Bild 3: Servicekategorie Wohnungssteuerung

Die zweite Servicekategorie in Bild 4 umfasst alle Services in den Bereichen Messung, Analyse und Reporting. Dabei können erfasste Messwerte in entsprechenden Datenbanken hinterlegt oder direkt als Eingangsparameter in den Workflows verwendet werden. Bei der Datenerfassung werden allgemeine Informationen aus der Gebäudeautomation (Status, Verbrauch, Temperatur, …) registriert und durch AAL-spezifische Daten (Blutdruck, Blutzuckerspiegel, …) ergänzt. Die relevanten Daten müssen über Services analysiert werden, um ADLs zu erkennen und auszuwerten. Ebenfalls können die vorhanden Daten zur Analyse von „medizinischen Kennzahlen“ verwendet werden, die entsprechendem Fachpersonal detaillierte Informationen über das Befinden des Bewohners liefern. Dafür werden Reporting Services benötigt, die wohnungsspezifische Daten, relevante Kennzahlen, Kontroll-, Monitoring- und ADL-Informationen an die richtigen Empfänger weiterleitet.

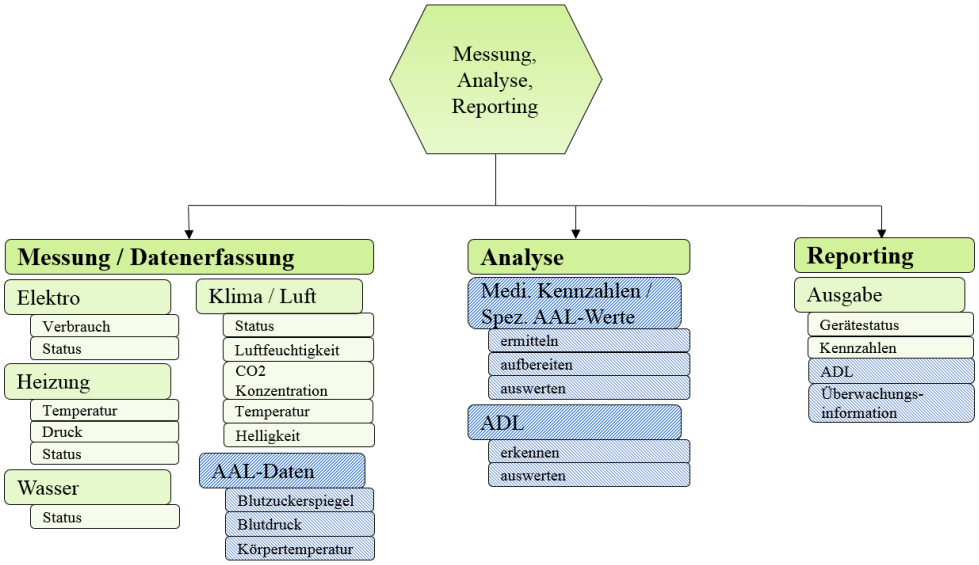


Bild 4: Servicekategorie Messung, Analyse und Reporting

Die in Bild 5 dargestellte, dritte Servicekategorie enthält die Bereiche Überwachung/Monitoring, Konfiguration und die Gruppe der User-Interfaceservices. Erfasste Daten werden von Services auf Plausibilität und ungewöhnliche Abweichungen überprüft. Zusätzlich kontrollieren Services, ob die eingesetzte Technik noch anforderungsgemäß funktioniert. Sofern dabei Unregelmäßigkeiten auftreten, senden die Monitoringservices eine Meldung an den Provider und dieser kann dann die entsprechenden Maßnahmen (automatisiert) einleiten.

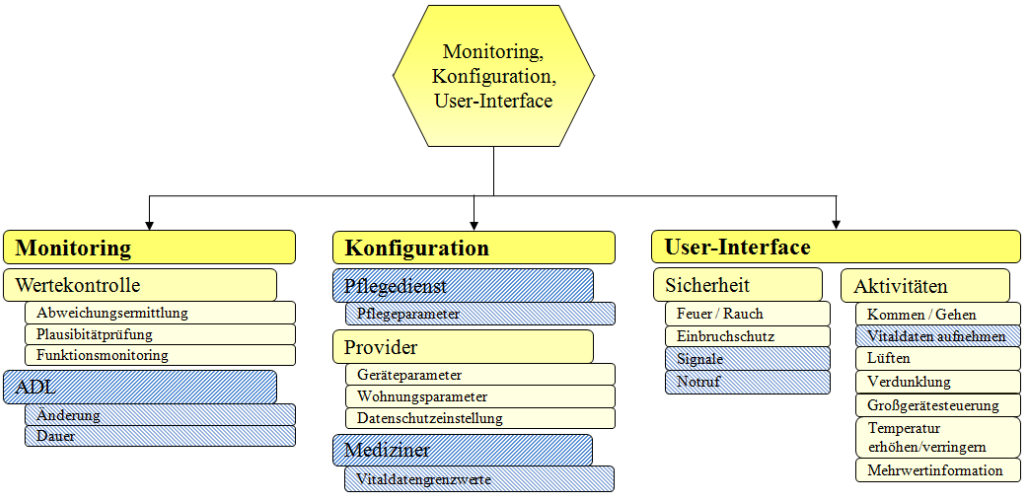


Bild 5: Servicekategorie Überwachung/Monitoring, Konfiguration und User-Interface

Eine weitere Untergruppe beinhaltet Services zur Überwachung von ADLs (Dauer, Änderungen). Mittels der Konfigurationsservices kann der Provider Einstellungen an Geräten (bspw. Wohlfühltemperaturen) und Wohnungsparameter (bspw. Ausstattung) vornehmen. Neben dem Provider treten noch andere Consumer von Konfigurationsservices auf. Werden aus den Analyseservices neue Erkenntnisse zum Befinden des Bewohners ermittelt, können ggf. Anpassungen für Vitaldatengrenzwerte durch medizinisches Fachpersonal notwendig werden. Die User-Interfaceservices sind Orchestratoren, die dem Bewohner bei der Durchführung von Aktivitäten in der Wohnung unterstützen. Die Services können beispielsweise einfache Workflows zum Lüften oder Verdunkeln der Wohnung koordinieren. Jedoch sind auch komplexe Workflowabläufe denkbar, die viele Services aus verschiedenen Kategorien einbeziehen. Besondere AAL-Relevanz haben die Sicherheitsservices, die neben klassischen Gebäudeautomationsaspekten (Feuer/Rauch, Einbruchsschutz) zusätzlich Services zur Signalkoordination innerhalb der Wohnung und Notrufservices einschließt.

4.2 Medikamenteneinnahme-Workflow

Der *„Medikamenteneinnahme-Workflow“* ist ein Beispiel für das Verknüpfung von Services im AAL-Kontext. Dabei ist der Workflowaufbau an der Unified Modeling Language-Notation (UML) der Anwendungsfalldiagramme orientiert [23].

Der Workflow dient zur Kontrolle der regelmäßigen Medikamenteneinnahme durch die Probanden. Der Service *„Überwachung Medikamenteneinnahme“* wird durch einen Verantwortlichen gestartet und kann dann in regelmäßigen Abständen ohne erneutes Eingreifen der Person wiederholt werden. Wenn die Medikamente nicht wie vorgeschrieben eingenommen wurden, startet der Orchestrator ggf. weitere Services wie beispielsweise *„Signal ausgeben“* und/oder *„Meldung senden“*. Die einzelnen Prozessschritte sind durch die klar voneinander abgetrennten Services erkennbar. Nach dem Start des Workflows läuft dieser bis zur Beendigung durch einen Verantwortlichen oder das Absenden einer Meldung über die Nichteinnahme der Medikamente automatisiert ab. Durch regelmäßige Kontrolle über die Laufzeit des Workflows und die ordnungsgemäße Ausführung der einzelnen Services ist der gesamte Prozess abgesichert. Bei Störungen wird umgehend der Provider informiert. Mit diesem Workflow können die entsprechenden Verantwortlichen (Pflegedienstleister, medizinisches Personal, Angehörige, etc.) vereinfacht kontrollieren, ob die Medikamenteneinnahme wie vorgesehen

abgelaufen ist, ohne direkt vor Ort sein zu müssen. Darüber hinaus können die zusätzlich gewonnenen Daten für spätere Langzeitanalysen und andere Auswertungen genutzt werden.

Neben der oberen Workflowebene auf Basis der UML-Anwendungsfalldiagramme werden die einzelnen Funktionen eines Services in der UML-Notation für Aktivitätsdiagramme dargestellt [23]. Bild 6 zeigt den Aufbau des Orchestrators „*Überwachung Medikamenteneinnahme"*. In beide Ebenen wurden zur besseren Anschaulichkeit nur die Basiselemente der Notation verwendet.

Der Service erhält über den Eventmechanismus eine Nachricht, dass der Zeitpunkt zur Medikamenteneinnahme erreicht ist. Für den Eventmechanismus ist ein separierter Service vorstellbar, der für zeitgesteuerte Signale in verschiedene Workflows verwendet werden kann. Für die Medikamenteneinnahme sind tägliche Events zu festen Zeiten ausreichend. Anschließend wird die Medikamenteneinnahme kontrolliert. Zu diesem Zweck kann beispielsweise die pflegebedürfte Person nach der Einnahme über speziell in der Wohnung installierte Taster, Schalter oder Displays eine Bestätigung senden. Wenn die Medikamente eingenommen sind, wird der Service mit diesem Event beendet. Bei der Nichteinnahme wird überprüft, ob in der Wohnung bereits ein Signal zur Medikamenteneinnahme an den Probanden übermittelt wurde. Ist dies nicht der Fall, wird der Person über einen Service die Nichteinnahme der Medikamente mitgeteilt. Dies kann beispielsweise über eine Mitteilung auf ein Handy oder Display in der Wohnung erfolgen. Eine andere Möglichkeit besteht über vorher definierte visuelle Signale in der Wohnung (blinkende Beleuchtung). Nach diesem Signal wird eine vordefinierte Zeit gewartet, bis die Medikamenteneinnahme erneut kontrolliert wird. Dafür kann der Eventservice wieder neu gestartet werden. Wurden die Medikamente auch jetzt nicht eingenommen, wird Anstelle des Signalservices ein Service aufgerufen, der eine Meldung an das überwachende Pflegepersonal sendet. Zur Ermittlung der Daten, die in der Meldung weitergegeben werden, können Templates verwendet werden. In dem Basistemplate werden die Stammdaten, Gerätedaten, Systemidentifikation und, sofern notwendig, Normwerte angegeben. Zusätzlich zum Basistemplate werden, für das Gesundheitsmonitoring benötigte Informationen (Grenzwerte, Einschränkungen, Erkrankungen, Therapien, Medikamentenprüfung ...), aus einem erweiterten Template mitgesendet [10]. Aufgrund der Daten können entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.

Am Beispiel dieses Workflows wird die Wiederverwendbarkeit der einzelnen Services deutlich. Der Service für den Eventmechanismus wird an zwei Stellen des Workflows verwendet. Die Beleuchtungsservices können ebenfalls in anderen Workflows verwendet werden. Vor allem Lichtszenen können durch Services im AAL-Bereich die pflegebedürftige Person unterstützen. Beispielsweise kann die Wohnungsbeleuchtung in der Nacht automatisch auf einem vordefinierten Dimmniveau eingeschalten werden, sobald der Bewohner aus dem Bett aufsteht. Für Wiederverwendung von Services müssen Standards bei den Inputs und Outputs eingehalten werden. Der Beleuchtungsservice ist unabhängig und könnte Ein- und Ausschaltinformationen von verschiedenen Services erhalten. Dadurch können auch einzelne Services ausgetauscht oder ergänzt werden, ohne den kompletten Workflow überarbeiten zu müssen. Das Verhalten der Services ist fest definiert und somit können die Ergebnisse der Services und damit auch der Workflows gemessen werden. Im Beispiel ist als Ergebnis des Workflows die Feststellung der Medikamenteneinnahme ohne Signal, über die Einnahme mit Signal, bis zum Absenden einer Meldung an den Pflegedienstleister möglich. Mit diesen speicherbaren Ereignissen wird gleichzeitig ein zeitliches Ende des Workflows definiert.

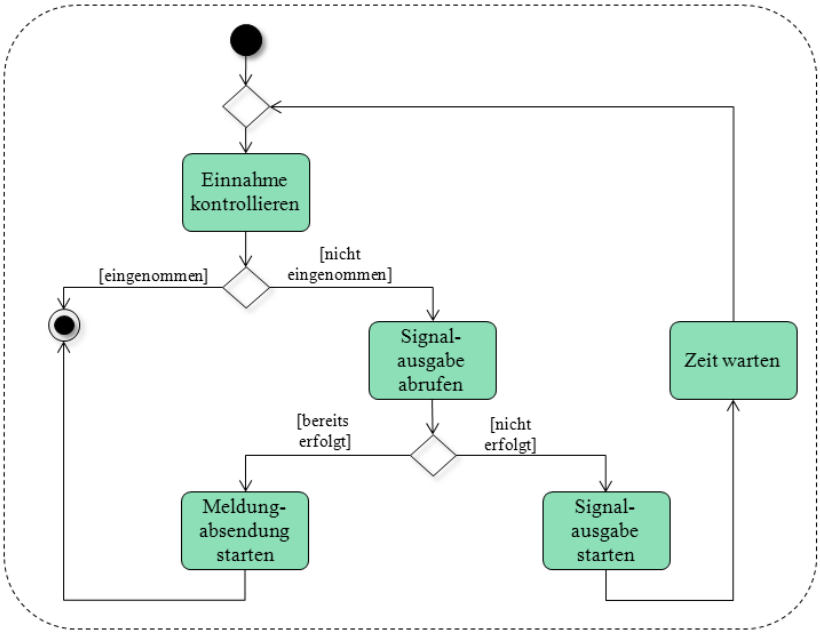


Bild 6: Service – Überwachung Medikamente

Der Aufbau des Beispielworkflows *–„Überwachung Medikamenteneinnahme“* wurde auf den Consumer (Pflegekraft, pflegebedürftige Person) ausgelegt. Zur Realisierung des Workflows sind weitere Services nötig, die beispielsweise die Informationen aus Datenbanken zur Verfügung stellen oder diese dort ablegen. Zusätzlich müssen die Services durch den Provider auf die gegebenen Bedingungen anpassbar sein. Sobald die pflegebedürftige Person nur den Schalter betätig, ohne die Medikamente eingenommen zu haben, müssen zusätzliche Kontrollen (z.B. Meldekontakt am Medizinschrank) eingebaut werden. Ebenfalls muss die Möglichkeit bestehen, dass dieser spezielle Workflow vorübergehend bei Abwesenheit deaktiviert werden kann.

5 Fazit

Durch den Einsatz der Workflows in Verbindung mit telemedizinischen Geräten im AAL-Bereich wird die Selbstständigkeit der pflegebedürftigen Person unterstützt und diese kann somit länger im vertrauten Umfeld der Wohnung verbleiben. Zusätzlich können die Intervalle für Kontrollbesuche durch Pflegedienstleister verringert werden. Zum einen werden dadurch Kosten bei der Pflegversorgung eingespart und zum anderen kann dem zunehmenden Missverhältnis zwischen Leistungserbringern und -empfängern im Bereich der Pflege entgegen gewirkt werden.

Der Virtualisierungsansatz unterstützt die Konfiguration und Implementierung technischer Geräte in der Wohnung. Dies ermöglicht einen serviceorientierten Aufbau der Geschäftsprozesse. Eine Möglichkeit zur strukturierten Darstellung der Geschäftsprozesse sind Workflows, in dem die einzelnen Services lose miteinander gekoppelt werden. Die einzelnen Services werden in drei Kategorien unterteilt, welche im kompletten Service Repository zur Verfügung stehen. Sofern sich Workflows in der Praxis bewährt haben, können diese in eine Bibliothek für Standardworkflows übernommen und wiederverwendet werden. Zusätzlich können virtuelle Geräte konzipiert werden, die eine Kombination von real physischen Geräten der Gebäudeautomatisierung und Telemedizin herstellen.

Die demographische Entwicklung treibt die Entwicklung neuer Geschäftsprozesse speziell im Bereich von Gesundheits- und Pflegeversorgung voran. Zur Implementierung spezieller AAL-Geräte wird das Service Repository durch neue Services ergänzt. Das entwickelte Konzept zur Gliederung der Services in der Gebäudeautomation ist für neue Anforderungen erweiterbar und stellt eine Basis für eine allgemeine SOA im AAL-Umfeld dar. Die Installation der IKT zur praktischen Umsetzung und Untersuchung der innovativen Konzepte erfolgt gegenwärtig in einer Musterwohnung in Zwickau.

6 Literatur

[1] Merz, H; Hansemann, T; Hübner C (2010): Gebäudeautomation, Carl Hanser Verlag, München.

[2] Randow, A; Golubski, W; Heize, M; Leonhardt, R; Herting-Thomasius (2012): Akzeptanzforschung zu ausgewählten Assistenzfunktionen im Kontext von Ambient Assisted Living, Mobilität im Wandel, Zwickau.

[3] Bundesministerium für Bildung und Forschung (xxxx): Assistenzsysteme im Dienste des älteren Menschen. http://www.aal-deutschland.de/deutschland/dokumente/Steckbriefe_AAL _Broschure.pdf. Abgerufen am 09.09.2013.

[4] Schrader, M; Tschulik K (2009): Ausblick auf die Energieversorgung unter Berücksichtigungmoderner Gebäudesystemtechniken wie Feldbus KNX anhand eines Versuchsaufbaus zur Realisierung der Kommunikation mehrerer Liegenschaften über das Internet, Diplomarbeit, Zwickau.

[5] Szendrei, D, Franke, S (2011): Smart Home im Geschosswohnungsbau – Low Energy Living in Forschung und Praxis. In: IWKM Scientific Reports, Vol. 6, 2011, pp. 34-37.

[6] Clement, J; Ploennigs, J; Kabitzsch, K (2012): Intelligente Zähler: ADLs erkennen und individualisieren, Deutscher AAL-Kongress 2012, VDE Verlag GmbH, Berlin - Offenbach.

[7] Clement, J; Ploennigs, J; Kabitzsch, K (2013): Erkennung verschachtelter ADLs durch Smartmeter, Deutscher AAL-Kongress 2013, VDE Verlag GmbH, Berlin - Offenbach.

[8] Bieber, Staupe, Fernholz, Grelk (2010): „Ambiente Umgebungen und mobile Aktivitätserkennung als neue Kommunikationsgrundlage “. In: 3. Deutscher AAL-Kongress, VDE Verlag GmbH, Berlin.

[9] Wilken, Hein, Gietzelt, Reichertz, Spehr (2011): „Ein Ansatz zur Fusion von Aktivitätswahrscheinlichkeiten zur robusten Identifikation von Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL)“. In: 4. Deutscher AAL-Kongress, VDE Verlag GmbH, Berlin.

[10] Nitzsche T, Thiele S, Häber A (2013): Automatisierte Konfiguration von AAL-Services in Wohnquartieren durch ein Telemedizinzentrum, Konferenzbeitrag, Vienna (Austria).

[11] Manzeschke (2013): „Der unsichtbare Pfleger“. Die Zeit, 3. Januar 2013.

[12] Baumgartl, A; Mebus, F; Seeman, V (2010): Das SOA-Praxisbuch für SAP, Galileo Press GmbH, Bonn.

[13] Masak, D (2007): SOA? – Serviceorientierung in Business und Software, Springerverlag, Berlin Heidelberg.

[14] Stav E et al. (2011): Development and evaluation of SOA-based AAL services in real-life environments: A case study and lessons learned, Int. J. Med. Inform., doi:10.1016/j.ijmedinf.2011.03.007

[15] BMBF/VDE Innovationspartnerschaft AAL (2011): Ambient Assisted Living (AAL): Komponenten, Projekte, Services; eine Bestandsaufnahme. Berlin, Offenbach: VDE.

[16] Randow A, Leonhardt S, Grünendahl M, Teich T (2014): Nutzungsbereitschaft von AAL-Assistenzfunktionen und Verhaltens-Profiling im Projekt A²LICE, unveröffentlicht, AAL Kongress 2014, Berlin.

[17] Gatling, G et al. (2010): Workflow-Management mit SAP, Galileo Press GmbH, Bonn.

[18] Hack, S; Lindemann, M (2007): Enterprise SOA einführen, Galileo Press GmbH, Berlin Heidelberg.

[19] Kretz, D; Teich, T; Kretzschmar, M; Neumann T (2013): Development of a general virtualization approach for energy efficient building automation. International Journal of Energy Engineering, Vol. 3, Iss. 1.

[20] Wütherich, G; Hartmann, N; Kolb, B (2009): Die OSGi Service Plattform - Eine Einführung mit Eclipse Equinox, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg.

[21] Kretzschmar M, Franke S, Kretz D, Scharf O, Teich T (2012): Modulares Visualisierungskonzept für Smart Buildings unter Berücksichtigung von Kommunikationsaspekten mobiler Anwendungen. Intelligente Infrastrukturen und Energiemanagement. W. H. Zwickau.

[22] Kretzschmar M, Scharf O, Kretz D, Teich T (2014): Integration von AAL- und Smart Home-Komponenten in Forschung und Praxis, unveröffentlicht, AAL Kongress 2014, Berlin.

[23] Object Management Group (2012): Unified Modeling Language (UML) – Version 2.5 – UseCases, http://www.omg.org/spec/UML/2.5/Beta1/, Kapitel 18, pp. 388-430, pp. 679-693.

SmartCoping: Ein System zur mobilen Erkennung und Prävention von Stress

Ulrich Reimer

Fachhochschule St. Gallen, Institut für Informations- und Prozessmanagement, CH-9001 St. Gallen
E-Mail: ulrich.reimer@fhsg.ch

Edith Maier

Fachhochschule St. Gallen, Institut für Informations- und Prozessmanagement, CH-9001 St. Gallen
E-Mail: edith.maier@fhsg.ch

Research in Progress Paper

Abstract

Der Beitrag beschreibt die Entwicklung einer mobilen, auf Smartphones und Sensoren basierenden Lösung für die frühzeitige Erkennung von Stress, die auf der real-time Erfassung und Analyse von Vitaldaten wie Herzratenvariabilität sowie Aktivitäts- und Kontextdaten wie Standort oder Tageszeit basiert. Durch Interpretation der Vitaldaten im Kontext, die automatische Anpassung an die Nutzer mittels eines Lernalgorithmus und subjektivem Stress-Feedback während einer initialen Adaptionsphase werden individuelle Stressmuster gelernt. Diese Muster dienen anschließend der Generierung von Stresswarnungen. Der therapeutische Wirksamkeitsnachweis erfolgt in einer Suchtklinik, da Stress ein Hauptrisikofaktor für Rückfälle ist.

1 Einleitung

Der Begriff Stress beschreibt ursprünglich die Reaktion von biologischen Systemen – also auch Menschen – auf Belastung. Immer wenn der Körper etwas als bedrohlich bewertet, reagiert er mit einer Stressreaktion, die an sich nicht gesundheitsschädigend ist. Schwierig wird es, wenn der Körper eine Situation dauerhaft als gefährlich bewertet und eine *chronische Stressreaktion* resultiert. Die Folge sind krankhafte Veränderungen des Körpers, und es kommt zu körperlicher und seelischer Erschöpfung. Von da ist es nicht mehr weit bis zu einem Burnout-Syndrom, dessen Symptome wie Schlafstörungen, Versagensangst oder Depression u.a. zu übermäßigem Alkoholkonsum und Abhängigkeit führen [6; 10].

Aufgrund der schädigenden Wirkung und großen Verbreitung von Dauerstress sowie den daraus folgenden hohen Gesundheitskosten, sind Maßnahmen und unterstützende Hilfsmittel zur Stresserkennung und -bewältigung äußert wünschenswert, was aber voraussetzt, dass Betroffene rechtzeitig wahrnehmen, dass sie gestresst sind. Hier setzt das Projekt SmartCoping[1] ein. Die im Projekt entwickelte Smartphone-App ermöglicht eine *kontinuierliche Überwachung* des Stresspegels und warnt Benutzer, wenn der Pegel einen kritischen Schwellwert überschreitet. Die Betroffenen können sich dann entweder der Stresssituation entziehen oder vorher erlernte Techniken zur Stressreduktion anwenden wie z.B. Atemübungen. Dies wird mittels einer *Biofeedback-Komponente* von der App unterstützt.

Die SmartCoping-App weist somit zwei primäre Anwendungsszenarien auf:

- *Prävention von Dauerstress:* Anwender der App sind stressgefährdete Personen sowie ganz generell Anhänger der Quantified Self Bewegung, die durch kontinuierliche Messung ihrer persönlichen Vital- und Umweltdaten eine Dokumentation ihrer Lebensabläufe und gesundheitlichen Zustände erstellen [16].
- *Unterstützung bei Therapie und Rehabilitation von stressbedingten Erkrankungen:* Anwender sind stationäre und ambulante Patienten sowie Patienten, die nach ihrer Entlassung weiterhin stressgefährdet sind und Unterstützung benötigen. Neben den Patienten als Benutzer sind hier auch die betreuenden Ärzten, Therapeuten und Gesundheits-Coaches eingebunden, die über Web-Browser Zugriff auf die Daten haben, wenn der Benutzer dies erlaubt.

Im folgenden Kapitel werden zunächst der State-of-the Art bzw. die aktuellen Herausforderungen sowie die innovativen Aspekte von SmartCoping diskutiert. Kapitel 3 beschreibt die gegenwärtig entwickelte Anwendung einschließlich deren technischen Umsetzung. Abschließend skizziert Kapitel 4 den aktuellen Stand des Projekts sowie erste Erfahrungen mit einem Prototypen.

2 Herausforderungen und Innovationsgehalt

Auf dem Markt der Gesundheits-Apps gibt es mittlerweile eine Vielzahl an Angeboten zu Gesundheitsthemen, darunter auch Systeme zur Stressbewältigung, z.B. der Stress Tracker von AboveStress Inc., Stress adieu! der Haufe Akademie Gmbh sowie iStress von PsiApps Inc. Während einige Apps den individuellen Stresspegel mittels einer Serie von Fragen ermitteln, nutzen die innovativeren Apps die in den Smartphones integrierten Sensoren sowie externe Sensoren, um Stresssymptome zu erkennen, anzuzeigen und über längere Zeiträume hinweg zu überwachen. Ein interessanter Ansatz wird im Projekt Mobile Heart Health [9] verfolgt, bei dem neben Biosensoren

[1] Siehe www.smartcoping.net; das Projekt wird von der Schweizerischen Kommission für Technologie und Innovation (KTI) unter der Nummer 14049.2 gefördert.

sogenannte „Mood Maps“, ein Tool zur Abfrage und Visualisierung von Stimmungsbildern, für die subjektive Bewertung emotionaler Zustände zum Einsatz kommen. Die EU Projekte Interstress, Monarca, Optimi und Psyche befassen sich mit der Entwicklung von *Personal Health Systems* für Personen mit psychischen Störungen, bei denen Stress eine Rolle spielt [13]. Der Fokus der Projekte liegt vor allem auf Therapie. Einige der Projekte erfassen kontinuierlich Kontextdaten, wie dies auch SmartCoping tut (z.B. körperliche Aktivität, vgl. Kap.3.2), Vitaldaten wie EEG oder EKG werden jedoch stationär zu bestimmten Zeitpunkten gemessen, weshalb keine situationsbedingten Stresswarnungen möglich sind wie in SmartCoping. Insgesamt stellen sich in SmartCoping deshalb ganz andere Herausforderungen.

Allein das Anzeigen von gemessenen Stresssymptomen wie verringerte Herzratenvariabilität und erhöhter Puls erlaubt noch keine zuverlässige Stresswarnung, denn solche Werte können z.B. auch bei sportlicher Tätigkeit auftreten. Eine App, die zuverlässig vor sich aufbauendem Stress warnt, benötigt sehr viel komplexere Logik und geht weit über die gegenwärtig auf dem Markt befindlichen Apps hinaus. In SmartCoping wird in Kooperation mit einer Suchtklinik eine solche App entwickelt, die in der Nachversorgung zum Einsatz kommen soll. Deshalb muss der für die Generierung von Stresswarnungen zugrundeliegende Ansatz medizinisch fundierten Kriterien genügen und seine Wirksamkeit nachgewiesen sein. SmartCoping geht deshalb in den folgenden Aspekten über bestehende Anwendungen zur Stresserkennung hinaus:

- *Interpretation von Vitaldaten im Kontext:* Erfahrungen zeigen, dass die Interpretation unter Realbedingungen gemessener Vitaldaten aufgrund von auftretenden Mess-Artefakten unzuverlässiger ist als unter Laborbedingungen [3; 12]. Dies gilt insbesondere im Falle der HRV-Messung, wenn man statt eines Brustgurts einen alltagstauglicheren Sensor wie ein Armband oder eine Smartwatch verwendet. Um die im täglichen Gebrauch auftretenden Artefakte zu kompensieren, zieht SmartCoping zusätzliche Daten über den Kontext, wie körperliche Aktivität, hinzu.
- *Automatische Adaption an den Benutzer:* Ein großes Problem, Stress mittels HRV zu bestimmen, ist die Tatsache, dass es keinen allgemeingültigen Schwellwert gibt, da die HRV-Werte von Person zu Person sehr unterschiedlich sein können. Deshalb verfügt SmartCoping über eine adaptive Komponente, um die Stresswarnungen an den individuellen Benutzer anzupassen.
- *Subjektive Stressbewertung:* In [8] wurde nachgewiesen, dass subjektiv empfundener Stress weitgehend mit normalisierten physiologischen Messwerten übereinstimmt. Anwender werden daher in der initialen Adaptionsphase der App aufgefordert, ihr persönliches Stressempfinden mitzuteilen. Die erfassten Vitaldaten werden um dieses Feedback ergänzt, woraus benutzerspezifische Stressmuster generiert werden.
- *Medizinisch-therapeutische Wirksamkeit:* Der Einsatz von SmartCoping in der Therapiebegleitung und Nachversorgung erfordert einen medizinisch-therapeutischen Wirksamkeitsnachweis des Ansatzes. Dies wird zum Ende des Projekts durch eine wissenschaftliche Begleitstudie überprüft.

3 Ansatz und Konzeption

In diesem Kapitel werden die verschiedenen konzeptionellen Ansätze, die SmartCoping zugrunde liegen, beschrieben.

3.1 Messung physiologischer Parameter für Stress

Herzratenvariabilität (HRV) gilt als zuverlässiger physiologischer Stressindikator (z.B. [4]). Bei zunehmendem Stress verliert der Körper die Fähigkeit, die Herzrate an sich ändernde Situationen anzupassen, was sich in sinkender HRV widerspiegelt.

Die Messung von HRV verlangt einen Sensor für die Messung der Herzrate in EKG-Genauigkeit, um die Abweichungen im Millisekundenbereich zu erfassen. Unter den aktuell verfügbaren Sensoren leistet dies zurzeit lediglich ein Brustgurt. Während das zeitlich begrenzte Tragen eines Brustgurts für Sport- und Trainingszwecke akzeptabel ist, ist das dauerhafte Tragen nicht praktikabel. Da eine App für Stresswarnung kontinuierliche HRV-Messung voraussetzt, sind Sensoren in der Form eines Armreifs oder einer Uhr geeigneter. Es gibt eine Reihe vielversprechender Sensoren mit hoher Genauigkeit, die neu auf dem Markt kommen. SmartCoping basiert im Moment noch auf einem Brustgurt, wird aber im Laufe des Projekts auf einen der neuen, alltagstauglicheren Sensoren umgestellt.

Die HRV wird in der App aus den vom Sensor mittels Bluetooth 4.0 übertragenen Daten berechnet. Der Sensor schickt entweder für jeden Herzschlag ein Signal oder liefert die Zeitdauer zwischen dem aktuellen und dem vorhergehenden Herzschlag. Daraus berechnet die App jede Minute über das Zeitfenster der vorangegangenen vier Minuten die Abweichungen der Zeitintervalle zwischen zwei Herzschlägen. Es gibt unterschiedliche Ansätze, diese Abweichungen zu berechnen. Sie reichen von der Bestimmung der Standardabweichung der gemessenen Zeitintervalle bis hin zur Spektralanalyse mittels Fouriertransformation [5]. Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit sind in SmartCoping mehrere Algorithmen für die HRV-Berechnung implementiert. Die resultierenden Werte werden zu einem auf das Intervall zwischen 0 und 10 skalierten Wert für den *Stresspegel* aggregiert.

3.2 Interpretation von Vitaldaten im Kontext

Die Messung von HRV durch Sensoren am Handgelenk wird auch bei Einsatz neuerer Sensoren nicht ohne Artefakte erfolgen können. Um dies zu kompensieren, basiert die Stresswarnung in SmartCoping nicht allein auf den HRV-Messwerten, sondern es werden zusätzlich Kontextdaten herangezogen. Aus diesen Daten werden gemeinsam mit den gemessenen HRV-Daten komplexe *Stresserkennungsmuster* abgeleitet, die weitaus zuverlässiger sind als der HRV-Wert allein (vgl. Kap.3.3). Gegenwärtig zieht SmartCoping die folgenden, zusätzlichen Kontextdaten heran:

- *Körperliche Aktivität:* Mit Hilfe des Beschleunigungssensors im Smartphone (oder zusätzlich im HRV-Sensor) lässt sich die körperliche Aktivität des Benutzers feststellen, z.B. ob er ruhig sitzt, geht oder rennt.
- *Standort:* Mit Hilfe des GPS-Empfängers im Smartphone ist der Standort des Benutzers bestimmbar. Die reinen GPS-Koordinaten sind aussagelos, doch kann der Benutzer in der SmartCoping-App die GPS-Koordinaten bestimmter Standorte, an denen er sich häufig aufhält, speichern, z.B. die Wohnung, den Arbeitsplatz oder Wohnungen von Freunden. Diesen Koordinaten kann der Benutzer ein Label zuweisen, welches in das Lernen der Stresserkennungsmuster eingeht, aber auch in der Darstellung der Historie der Stresswarnungen verwendet wird und deren (manuelle) Interpretation unterstützt.
- *Standortwechsel:* Der Wechsel des Benutzers von einem der gespeicherten Standorte zu einem anderen kann ein wichtiger Aspekt bei der Entstehung von Stress sein und ist somit ein potenziell relevantes Merkmal für ein Stresserkennungsmuster.

- *Tageszeit:* Das Vorhandensein von Stress kann zu verschiedenen Tageszeiten unterschiedlich sein. Die Tageszeit ist deshalb als weiteres mögliches Merkmal für Stresserkennungsmuster vorgesehen.

Weitere Kontextdaten wie beispielsweise das Kommunikationsverhalten über das Smartphone können wichtige Merkmale für Stresserkennungsmuster sein. Interessant wären Ursprung und Empfänger von Anrufen, Textnachrichten und Mails, bis hin zu einer semantischen Analyse deren Inhalte. Leider lassen sich diese Daten rein technisch, z.B. unter iOS, gar nicht abgreifen und können deshalb nicht berücksichtigt werden. Es würden damit auch ethische und Datenschutz-Probleme anfallen.

3.3 Erkennung benutzerspezifischer Stressmuster

Ein großes Problem, Stress mittels HRV zu erkennen, ist die Tatsache, dass es keinen allgemeingültigen Schwellwert gibt, da die HRV-Werte von Person zu Person sehr unterschiedlich sein können: Was für eine Person schon ein Stress anzeigender HRV-Wert ist, kann für eine andere Person ein Normalwert sein. Deshalb verfügt SmartCoping über eine adaptive Komponente, um den für den individuellen Benutzer gültigen Schwellwert zu identifizieren. Kombiniert mit den zusätzlichen Kontextdaten (vgl. Kap.3.2) werden *benutzerspezifische Erkennungsmuster für Stress* gelernt (vgl. Bild 1). Dazu gibt der Benutzer während einer initialen Trainingsphase regelmäßig *Feedback* zum subjektiven Stressempfinden. Aus dem Benutzerfeedback und den im aktuellen Zeitfenster aufgetretenen Eingabedaten werden Erkennungsmuster gelernt.

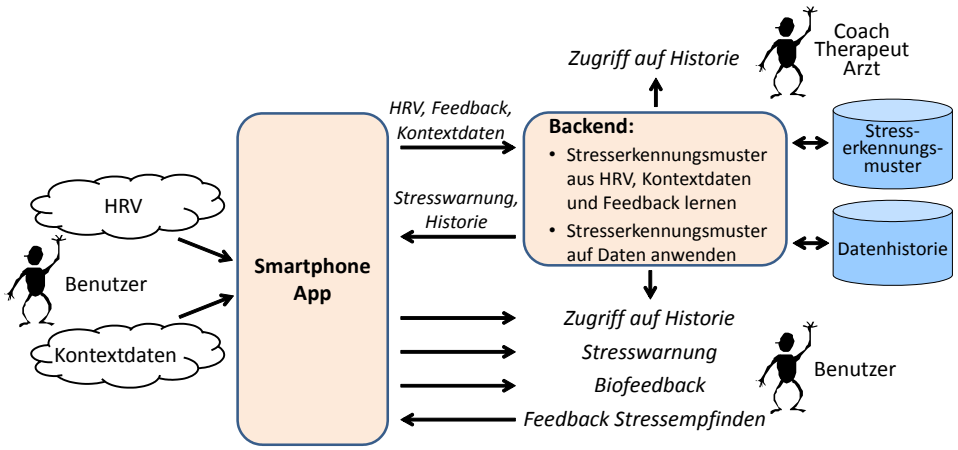


Bild 1: Skizze der Funktionsweise und Architektur des SmartCoping Systems

Das Lernszenario ist Lernen aus Beispielen (*supervised learning*), für das es viele mögliche Algorithmen gibt. Eine Herausforderung ist die *Heterogenität der Eingabedaten*, nämlich numerische Werte für die HRV und für das Maß an körperlicher Aktivität, Zeitangaben wie die Tageszeit sowie Nominaldaten für den Standort und Standortwechsel. Ferner handelt es sich bei den Eingabedaten um eine *Zeitreihe*, wobei das zu berücksichtigende Zeitfenster nicht a priori festgelegt ist, sondern ebenfalls vom Lernalgorithmus optimiert werden muss. Als Lernalgorithmus wird das biologisch-inspirierte neuronale Netz (BINN) des Projektpartners ai-one verwendet [11], welches schon erfolgreich auf Zeitreihendaten angesetzt wurde, z.B. zum Lernen von Erkennungsmustern zur Vorhersage von Börsenkursentwicklungen. Das BINN unterscheidet sich grundlegend von bestehenden neuronalen Netzen:

- Es ist biologisch inspiriert, d.h. verwendet Neuronen mit Axonen, Synapsen und Dendriten.
- Die Stimulation erfolgt durch binäre Spikes, d.h. ein Spike ist vorhanden oder nicht, es gibt also keine Schwellwerte.

- Ein Stimulus an einem Neuron ist durch die zeitliche Abfolge von Spikes, die am Dendriten eingehen, codiert.
- Traversierte Verbindungen zwischen Neuronen werden verstärkt, während nicht traversierte Verbindungen über die Zeit schwächer werden.
- Aufgrund von Stimuli können neue Verbindungen zwischen Neuronen geschaffen werden.
- Insbesondere ist keine vordefinierte Topologie nötig oder eine Ähnlichkeitsfunktion zu definieren.

Das Lernen der Stresserkennungsmuster erfolgt vor allem in der ersten Phase der App-Benutzung und blendet sich zunehmend aus, sobald die gelernten Muster sich durch weitere Lerneingaben immer weniger verändern. Das Benutzer-Feedback zum aktuell empfundenen Stresspegel wird von der App in vorher festgelegten Intervallen eingeholt, wenn sich der HRV-Wert signifikant ändert oder die App aufgrund der bislang gelernten Erkennungsmuster das Vorliegen von Stress vermutet und vom Benutzer eine Bestätigung benötigt. Der Nutzer kann auch von sich aus Feedback zum Stresspegel geben.

3.4 Biofeedback für Stressreduktion

Neben der kontinuierlichen Aufzeichnung des Stresspegels sowie der Warnung bei zu hohem Pegel sieht die SmartCoping-App auch eine Komponente vor, die den Benutzer beim Stressabbau durch *Biofeedback* unterstützt. Die Komponente führt den Benutzer audiovisuell durch Entspannungsübungen, z.B. Atemübungen, und zeigt gleichzeitig den aktuellen Stresspegel an. Der Benutzer sieht somit unmittelbar die Auswirkung der Entspannungsübungen, wodurch der Effekt verstärkt wird. Die Wirksamkeit von Biofeedback über HRV zur Stressreduktion ist in der Literatur gut belegt (z.B. [7; 14]).

3.5 Architektur

Das SmartCoping-System besteht aus den Sensoren, der App auf dem Smartphone sowie aus dem Backend (vgl. Bild 1). Die App berechnet aus den Sensordaten den HRV-Wert und skaliert ihn benutzerindividuell auf einen Stresspegel, der Werte zwischen 0 und 10 annehmen kann. Ferner überträgt die App die berechnete HRV, den Stresspegel sowie alle Sensor- und Kontextdaten an das Backend.

Auf dem Backend werden die Daten gespeichert, so dass die Historie sowohl über einen Web-Browser (für den Benutzer sowie einen Therapeuten oder Coach) als auch über die App angezeigt werden kann. Auf dem Backend läuft der Lernalgorithmus zum Lernen der individuellen Stresserkennungsmuster, die als (biologisch inspiriertes) neuronales Netz definiert sind. Das gelernte neuronale Netz erkennt in den Eingabedaten das Vorliegen von Stress anzeigenden Erkennungsmustern und schickt an das Smartphone eine Meldung, falls eine Stresswarnung generiert werden soll. In der Smartphone-App läuft eine vereinfachte Form des neuronalen Netzes, so dass eine einfachere, allerdings weniger genaue Stresserkennung auch ohne Verbindung zum Backend möglich ist.

4 Ausblick

Das SmartCoping-Projekt läuft noch und implementiert zurzeit den Lernalgorithmus für die benutzerspezifische Stresserkennung. Tests einer ersten Version haben gezeigt, dass selbst wenn Benutzer häufig Feedbacks geben, diese zum großen Teil in ähnlichen Situationen erfolgen, so dass die nötige Abdeckung der Variabilität in den Eingabedaten nicht gewährleistet ist und innert nützlicher Frist keine zuverlässigen Stresserkennungsmuster gelernt werden können. Deshalb wurde der

Feedback-Mechanismus der App erweitert, so dass die App den Benutzer auch nach Feedback fragt, wenn die HRV-Werte signifikant grösser oder kleiner werden, sowie zu Zeitpunkten besonders hoher oder niedriger HRV. Dieses Vorgehen, das Lernen zu beschleunigen, indem aktiv die Qualität der Eingabedaten durch deren gezielte Selektion erhöht wird, entspricht von der Idee her dem *Active Learning* [15].

Nach Fertigstellung des Systems wird die entwickelte Lösung gemeinsam mit der Forel-Klinik, einer renommierten Suchtklinik, in einem medizinisch-therapeutischen Feldtest evaluiert. Ehemals Alkoholabhängige sind bzgl. Stress eine Hochrisikogruppe, denn Stress erhöht die Rückfallgefahr enorm, da damit das Craving, das unwiderstehliche Verlangen nach Alkohol, ausgelöst wird (siehe z.B. [1; 2]).

Mit ehemals Alkoholabhängigen wird eine Hochrisikogruppe zum Validieren des gewählten Ansatzes eingesetzt. Die Testpersonen sind somit hoch motiviert und bleiben bei den Feldtests eher bis zum Schluss dabei. Eventuell werden auch akute Burnout-Kandidaten in die Tests mit einbezogen.

Die SmartCoping-App wird von der Forel-Klinik für die Nachversorgung entlassener Patienten eingesetzt werden. Andere Kliniken haben schon großes Interesse an der App gezeigt und möchten sie für Patienten mit Burnout-Syndrom und Depressionen einsetzen, sobald sie verfügbar ist.

5 Literatur

[1] Barr C, Dvoskin R, Gupte M, Sommer W, Sun H., Schwandt M, Lindell S, Kasckow J, Suomi S, Goldman DHJ, Heilig M (2009): Functional CRH variation increases stress-induced alcohol consumption in primates. Proceedings National Academy of Sciences USA 106(34):14593–14598.

[2] Clarke TK, Dempster E, Docherty SJ, Desrivieres S, Lurdsamy A, Wodarz N, Ridinger M, Maier W, Rietschel M, Schumann G (2010): Multiple polymorphisms in genes of the adrenergic stress system confer vulnerability to alcohol abuse. Addiction Biology 17(1):202–208.

[3] Clifford G (2007): ECG Statistics, Noise, Artifacts, and Missing Data. In: Acharya R, Suri J, Spaan J, Krishnan S (Hrsg), *Advanced Methods and Tools for ECG Data Analysis*. Artech House, Boston.

[4] Delaney JPA, Brodie DA (2000): Effects of Short-Term Psychological Stress on the Time and Frequency Domains of Heart-Rate Variability. Perceptual and Motor Skills 91:514–524.

[5] Fagard R.H., Pardaens K., Staessen J.A., Thijs L. (1998): Power spectral analysis of heart rate variability by autoregressive modelling and fast Fourier transform: A Comparative Study. Acta Cardiologica 53(4):211–218.

[6] Legendre A, Harris R (2006): Exaggerated response to mild stress in rats fed high-fat diet. American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative, and Comparative Physiology 291(5):R1288-1294.

[7] Lehrer P (2013): How Does Heart Rate Variability Biofeedback Work? Resonance, the Baroreflex, and Other Mechanisms. Biofeedback 41(1):26–31.

[8] Mandryk R, Atkins M (2007): A fuzzy physiological approach for continuously modelling emotion during interaction with play environments. International Journal of Human-Computer Studies 6(4):329–347.

[9] Morris M, Guilak F (2009): Mobile heart health: Project highlight. IEEE Pervasive Computing 8(2):57–61.

[10] Ornish D, Brown S, Scherwitz L, Billings J, Armstrong W, Ports T, McLanahan S, Kirkeeide R, Brand R, Gould K (1990): Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? Lancet 336(8708):129–133.

[11] Reimer U, Maier E, Streit S, Diggelmann T, Hoffleisch M (2011): Learning a Lightweight Ontology for Semantic Retrieval in Patient-Centered Information Systems. International Journal of Knowledge Management 7(3):11–26.

[12] Ritter W (2009): Measuring Psychophysiological Signals in Every-Day Situations. In: *Proceedings of HCI International*.

[13] Riva G, Baños R, Botella C, Gaggioli A, Wiederhold BK (2011): Personal Health Systems for Mental Health: The European Projects. In: Westwood JD, Westwood SW, Felländer-Tsai L, Haluck RS, Hoffman HM, Robb RA, Senger S, Vosburgh KG (Hrsg), *Medicine Meets Virtual Reality*. IOS Press.

[14] Sakakibara M, Hayano J, Oikawa L, Katsamanis M, Lehrer P (2013): Heart Rate Variability Biofeedback Improves Cardiorespiratory Resting Function During Sleep. Applied Psychophysiology and Biofeedback:1–7.

[15] Settles B (2012): Active Learning. Morgan & Claypool.

[16] Swan M (2012): Health 2050: The realization of personalized medicine through crowdsourcing, the Quantified Self, and the participatory biocitizen. Journal of Personalized Medicine 2(3):93–118.

Einsatz von mobiler erweiterter Realität in AAL-Lösungen

David Koschnick

Humboldt-Universität zu Berlin, 10099 Berlin, E-Mail: david.koschnick@staff.hu-berlin.de

Frank Fuchs-Kittowski

HTW Berlin, 12459 Berlin, E-Mail: frank.fuchs-kittowski@htw-berlin.de

Heinz Junkes

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, 14195 Berlin, E-Mail: junkes@fhi-berlin.mpg.de

Abstract

In diesem Beitrag werden Potenziale und Chancen des Einsatzes von mobiler Erweiterter Realität (mER) im Rahmen des AAL, insbesondere zur Unterstützung von Senioren und Menschen mit Einschränkungen, herausgearbeitet. Aus den daraus abgeleiteten Anforderungen wird eine Systemarchitektur für solche mER-Assistenzsysteme entwickelt und eine prototypische Implementierung am Beispiel der Medikamenteneinnahme dargestellt.

1 Einleitung

In Deutschland wird der Anteil der älteren Menschen in den nächsten Jahren stark zunehmen [6]. Der demografische Wandel ist ein Treiber für die Entwicklung von Ambient Assisted Living (AAL), d.h. Lösungen, die zur Verbesserung der Lebensqualität älterer Menschen einen Beitrag leisten sollen. Aber gerade ältere Menschen sind oftmals mit den modernen Informationstechnologien überfordert [15]. Statt teurer AAL-Speziallösungen könnten intuitiv zu bedienende, kostengünstige, massenhaft verbreitete [18] mobile Endgeräte (wie Smartphones und Tablets) eine Lösung darstellen. Eine besonders innovative und intuitive Nutzerschnittstelle stellt dabei die mobile Erweiterte Realität (mER) dar. Bei mER werden dem Nutzer im Kamerabild des mobilen Endgerätes digitale Zusatzinformationen zu den sichtbaren Objekten der realen Welt angezeigt. Der Einsatz von mER in AAL-Assistenzsystemen könnte daher potenziell zu einer Erhöhung des Komforts und einer Verbesserung der Lebensqualität älterer Menschen beitragen. Doch dieses Potenzial wird bisher noch nicht genutzt. Ziel dieses Beitrages ist die Überprüfung der Eignung von mER-basierten Assistenzsystemen im Rahmen des AAL zur Unterstützung älterer Menschen bei ihren Alltagsaufgaben aus Nutzersicht sowie aus technischer Sicht. Hierfür werden verschiedene Anwendungsszenarien vorgestellt, die einzelne Problemfelder älterer Menschen abbilden, mögliche Einsatzgebiete für mER-basierte Assistenzsysteme aufzeigen sowie Lebensbereiche identifizieren, in denen eine sinnvolle Unterstützung der Senioren bei ihren alltäglichen Aufgaben erfolgen könnte (Kapitel 3). Anhand der Szenarien werden Anforderungen an ein mER-basiertes AAL-System identifiziert und systematisiert (Kapitel 4). Basierend auf den Anforderungen erfolgt die Konzeption einer generischen Softwarearchitektur, mit deren Hilfe Entwickler unterschiedliche Anwendungsszenarien mit mER-basierten AAL-Assistenzsystemen realisieren können (Kapitel 5). Zudem wird eine prototypische Implementierung für ein Anwendungsszenario aus dem Bereich der medizinischen Versorgung vorgenommen, welche aufzeigt, wie eine Unterstützung bei der Medikamenteneinnahme erfolgen könnte. Damit soll die Realisierbarkeit und der Nutzen von mER-basierten Assistenzsystemen aufgezeigt werden (Kapitel 6). Abschließend wird ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungstendenzen gegeben (Kapitel 7).

2 Mobile Erweiterte Realität (mER) & AAL

Der Begriff Erweiterte Realität (Augmented Reality, kurz AR) bezeichnet die visuelle Ergänzung der optischen menschlichen Wahrnehmung der Realität mit digitalen, kontextabhängigen Informationen [3]. Dem Nutzer werden in seinem Sichtfeld zusätzliche, virtuelle Informationen präsentiert, die in fester räumlicher Beziehung mit Objekten der realen Welt stehen.

Bei der mobilen Erweiterten Realität (mER, mobile Augmented Reality, mAR) werden mobile Endgeräte (wie Smartphones, Tablets) zur gemeinsamen Wahrnehmung von realen und digitalen Informationen genutzt [12]. Dabei werden die digitalen Informationen in ihren räumlichen Kontext gesetzt (z.B. im Kamerabild des mobilen Geräts) sowie die Sicht auf die reale Welt durch diese Informationen angereichert, was eine neuartige Wahrnehmung der Wirklichkeit ermöglicht.

Aufgrund der verfügbaren einfachen und weit verbreiteten technischen Basis (Smartphones, mER-SDKs, AR-Browser etc.) sowie einer Vielzahl potenzieller Anwendungsszenarien für unterschiedliche Einsatzbereiche [22], z.B. in Tourismus [20], Bildung [11], Werbung [14] oder Unterhaltung, wird mER ein großes wirtschaftliches Potenzial zugesprochen [1]. Zudem besteht ein hoher Bedarf an medizinischen Apps, z.B. zur Unterstützung bei der Verabreichung von Medikamenten [20]. Schon 2010 gab es über 7000 Gesundheits-Apps [16], diese Zahl hat sich bis 2012 nochmals verdoppelt [17].

Das Spektrum dieser Apps reicht von Gesundheits-Informations- und -Management-Apps, Weiterbildungs-Apps, Gesundheits-Überwachungs-Apps, Krankheiten-Management-Apps bis hin zu AAL-Apps [5]. Aber im Bereich AAL lassen sich bisher nur wenige Apps mit mER finden. Das MobiMed-System [20] ist ein Beispiel dafür, dass der Einsatz von mER in AAL-Lösungen sinnvoll ist.

Unter dem Begriff „Ambient Assisted Living“ (AAL) werden technische Lösungen entwickelt, welche älteren Menschen bei der Bewältigung von Aufgaben in konkreten Lebensbereichen, wie Wohnen und Versorgen, Medizin und Pflege, Mobilität sowie Unterhaltung und soziale Kontakte helfen [2]. Ziel dieser Assistenzsysteme ist die Erhöhung des Wohnkomforts und eine Verbesserung der Lebensqualität älterer Menschen [2].

Die aktuelle Forschung befasst sich überwiegend mit Fragestellungen aus den Bereichen der Gebäudeüberwachung, der Heimautomation und der Telemedizin [8]. Ein Beispiel hier ist das eCAALYX- ein Monitoring-System für Menschen mit chronischen Krankheiten, wo über tragbare Sensoren und ein Smartphone Gesundheitsdaten des Patienten an die Gesundheitsexperten übermittelt werden [5]. Viele der entwickelten Assistenzsysteme sind aufwendige Speziallösungen für besondere Lebenssituationen und unterstützen nur zu einem geringen Teil die Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs) von älteren Menschen [24]. Beispielsweise kann ein „intelligenter Fußboden“ Stürze erkennen und einen Notruf absetzen [29].

Der Einsatz von mER eignet sich für einfache Assistenzsysteme, welche Senioren bei ihren wiederkehrenden Aufgaben und Problemen sinnvoll unterstützen können. Beispielsweise könnte eine Erinnerungshilfe dazu beitragen, die nachlassenden kognitiven Fähigkeiten auszugleichen und dabei helfen, den Tagesablauf zu strukturieren. Hierbei können Gegenstände (Kühlschrank, Wanduhr) in der Wohnung mit Informationen verknüpft werden, die daran erinnern, dass z.B. noch ein Einkauf zu erledigen ist oder welche Termine anstehen. Die Einbindung solcher mER-Alltagshilfen in den Tagesablauf älterer Menschen, erweitern und ergänzen das Repertoire der AAL-Lösungen mit einfachen und kostengünstigen Systemen. Durch die Erweiterung der Sinneswahrnehmung scheinen mER-Assistenzsysteme geradezu prädestiniert dafür zu sein, Menschen bei ihren täglichen Aufgaben zu unterstützen, indem ihnen bedarfsgerecht aggregierte und gefilterte Informationen zur Verfügung gestellt werden. Ältere Menschen sind häufig mit modernen IT-Systemen überfordert, da diese meist eine hohe Einarbeitung und ein technisches Verständnis erfordern [15]. Die mER-Anwendungen können intuitiv und leicht bedienbar gestaltet werden und stellen noch ein großes bisher ungenutztes Potenzial im AAL dar.

3 Einsatzfelder und Potenziale von mER im AAL

Um mögliche Einsatzfelder und Potenziale für mER-basierte Assistenzsysteme auszuarbeiten, wurden in einer Interviewstudie typische Problemfelder älterer Menschen in den vier zentralen Lebensbereichen identifiziert: Hauswirtschaftliche Versorgung, Medizinische Versorgung, Mobilität und Unterhaltung & soziale Kontakte (Bild1). Befragt wurden hierbei potenzielle Anwender (Senioren), Pflegefachkräfte und Sozialarbeiter aus dem Gesundheits- und Seniorenbereich über semistrukturierte Interviews.

Die Aktivitäten der Senioren verringern sich meist erst mit zunehmenden gesundheitlichen Einschränkungen. Die Selbstständigkeit älterer Menschen hängt von der Fragestellung ab, inwieweit sie ihre Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs) eigenständig bewältigen können. Die ADLs

definieren die Grundbedürfnisse eines Menschen [21], über die zwölf wichtigsten täglich wiederkehrenden Aufgaben des Lebens.

Nachlassende körperliche und geistige Fähigkeiten der Senioren führen zu Handlungseinschränkungen und erschweren die Bewältigung der Alltagsaufgaben. Die Sorge um die Gesundheit [15] und der Verbleib in der eigenen Häuslichkeit hat eine hohe Priorität für die meisten Senioren [27]. Die Förderung der Mobilität, die Wahrung und Wiederherstellung von Gesundheit sind wesentliche Voraussetzungen für eine selbständige Lebensführung im Alter [19]. Durch den Einsatz von mER-basierten Assistenzsystemen können Senioren bei ihren Aktivitäten unterstützt und entlastet werden.

Ein Beispiel für die Einschränkungen der Mobilität im Alter stellt u.a. die Inkontinenz dar; jede dritte Frau über 60 Jahre ist davon betroffen [13]. Inkontinenz kann dazu führen, dass die Betroffenen aus Angst, bei Bedarf keine Toilette zu finden, immer seltener die Wohnung verlassen. Hier kann eine einfache mER-Anwendung für das Smartphone dabei helfen, stets die nächste Toilette in der Umgebung zu finden.

Hauswirtschaftliche Versorgung	- Probleme bei der Organisation des Haushalts (z.B. Kochen, Reinigung der Wohnung) - Einkaufen / Schwierigkeiten bei der Produktauswahl - Einseitige Ernährung / Mangelernährung / Übergewicht - Schwierigkeiten bei der Organisation des Tagesablaufs (Termineinhaltung)
Medizinische Versorgung	- Unsicherheiten bei der Medikamenteneinnahme - Nachlassende geistige und physische Fähigkeiten (Vergesslichkeit) - Chronische Krankheiten (z.B. Diabetes, Arthrose) - Orientierungsprobleme (z.B. durch Demenz im Angangsstadium) - Hilfe in Notsituationen (z.B. Stürze im Haushalt, akute Erkrankungen)
Mobilität	- Funktionsbeeinträchtigungen durch Erkrankungen - Einschränkungen der außerhäuslichen Aktivitäten aufgrund von Ängsten - Probleme beim Finden von barrierefreien Einrichtungen
Unterhaltung und soziale Kontakte	- Verringerung der sozialen Teilhabe und bis hin zur sozialen Isolation - Schwierigkeiten bei der Kommunikation durch nachlassendes Hör- und Sehvermögen - Einsamkeit und Depressionen im Alter - Probleme beim Finden von seniorengerechten Veranstaltungen

Bild 1: Ergebnisse der Interviewstudie - Typische Problemfelder älterer Menschen mit Beispielen

Anhand von zwei Beispielen wird aufgezeigt, wie die Unterstützung von älteren Menschen bei der Verrichtung ihrer täglichen Aufgaben mit Hilfe von mER erfolgen könnte:

Einsatzfeld Hauswirtschaftliche Versorgung - Beispiel Einkaufen

Viele Senioren über 70 Jahre weisen Symptome einer Mangelernährung auf, weil sie zu wenig oder zu einseitig essen und zu wenig trinken [7]. Darüber hinaus leiden etwa 8 Millionen Deutsche an Diabetes, wobei die Hälfte der Diabetiker über 65 Jahre alt ist [10]. Ein Großteil der Diabetiker ist übergewichtig, wodurch besonders auf die Ernährung geachtet werden muss. Bei der heutigen Produktvielfalt fällt es vielen Senioren schwer, zu erkennen, ob ein Produkt für sie empfehlenswert ist [25]. Mit Hilfe der mER kann der Mensch bei seiner Produktauswahl unterstützt werden. Im Supermarkt werden mit der Kamera des Smartphones die Produkte im Regal erfasst, das mER-Assistenzsystem identifiziert diese und präsentiert dem Nutzer über eine Ampelkennzeichnung, welche Lebensmittel für ihn als Diabetiker geeignet sind. Zu jedem Produkt erhält der Nutzer die für ihn relevanten Informationen bedarfsgerecht aufbereitet.

Einsatzfeld Medizinische Versorgung - Beispiel Medikamenteneinnahme

Durch die Einnahme vieler unterschiedlicher Medikamente können Nebenwirkungen oder Unverträglichkeiten auftreten sowie falsche Anwendungen zu Gefährdungen führen [30]. Außerdem wird der Beipackzettel von vielen Senioren nicht verstanden, weil er zu unübersichtlich und kompliziert ist oder aufgrund der Schriftgröße ein Lesen nicht möglich ist. Mit Hilfe der mER-Anwendung kann der Senior die relevanten Informationen zu seinem Medikament abrufen. Neben der Dosierung kann auch geprüft werden, ob das Medikament schon eingenommen wurde bzw. bei Unsicherheiten bezüglich der Anwendung des Medikamentes kann eine virtuelle Person die Anwendungsschritte vorführen. Dadurch können Einnahmefehler vermieden und die Sicherheit des Seniors erhöht werden.

Hauswirtschaftliche Versorgung	- Förderung und Unterstützung der selbständigen Haushaltsführung - Durch Unterstützung beim Einkauf bewusstere Produktwahl möglich - Bewusste Ernährung und abwechslungsreiche Mahlzeiten - Unterstützung des Tagesablaufs und Erinnerung an Termine - Spaß und Freude beim Kochen - Erhöhter Komfort in der Wohnung und Zeitersparnis
Medizinische Versorgung	- Sicherheit bei der Medikamenteneinnahme und Dosierung - Fehlervermeidung bei der Anwendung - Förderung einer gesunden Ernährung - Unterstützung von Menschen mit Einschränkungen - Unterstützung bei der Orientierung in einer neuen Umgebung
Unterstützung der Mobilität	- Förderung der Mobilität - Unterstützung der Orientierung bei leichter Demenz - Unterstützung bei der Planung von außerhäuslichen Aktivitäten - Förderung von außerhäuslichen Aktivitäten durch schnelles Finden von WC`s - Spaß und Freude an Bewegung
Unterhaltung und soziale Kontakte	- Förderung der sozialen Teilhabe - Unterstützung bei der Gestaltung der Freizeit - Förderung des bürgerschaftlichen Engagements – sinnstiftende Beschäftigung - Vorbeugung von Einsamkeitstendenzen - Förderung und Erhalt der kognitiven Leistungsfähigkeit - Erhöhung der Selbstzufriedenheit und Lebensqualität

Bild 2: Potenziale und Chancen von mobiler erweiterter Realität im Rahmen des AAL

Der Einsatz von mER-Assistenzsystemen bietet älteren Menschen vielfältige Möglichkeiten zur Verbesserung ihrer Lebensqualität (Bild2). So kann die selbständige Haushaltsführung unterstützt, der Wohnkomfort verbessert sowie die Sicherheit bei der Medikamenteneinnahme erhöht werden. Des Weiteren kann eine Förderung der Mobilität erzielt werden, indem bei außer- bzw. innerhäuslichen (Krankenhausaufenthalt) Aktivitäten verschiedene Navigations- und Organisationsdienste zur Verfügung gestellt werden. Das Finden von seniorengerechten Veranstaltungen sowie das Pflegen und Erweitern sozialer Kontakte kann Einsamkeitstendenzen vorbeugen und zu einer Erhöhung der Selbstzufriedenheit führen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Senioren der Alltag mit vielen einfachen Hilfen erleichtert und einzelne Tätigkeiten komfortabler gestaltet werden können. Dabei sollen die mER-Assistenzsysteme dem Menschen keine Aufgaben abnehmen, sondern ihn sinnvoll bei seinen Handlungen unterstützen sowie altersbedingte Einschränkungen kompensieren und dadurch zum Erhalt der Selbständigkeit beitragen.

4 Identifikation von Anforderungen an mER-Assistenzsysteme

Basierend auf den Einsatzfeldern wurden 17 verschiedene Anwendungsszenarien für mER-Assistenzsysteme entwickelt und analysiert, um daraus die allgemeinen und technischen Anforderungen für ein mER-Assistenzsystem abzuleiten. Diesbezüglich wurden auf Basis der Ergebnisse der Interviews die einzelnen Szenarien mit Hilfe eines morphologischen Kastens (Bild3) klassifiziert, indem ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede aus technischer Sicht aufgeschlüsselt wurden.

Merkmal	**Ausprägung**			
Einsatzbereich	Hauswirtschaftliche Versorgung	Medizinische Versorgung	Mobilität	Unterhaltung und soziale Kontakte
Einsatzfeld	Informationsassistenz	Entscheidungshilfe	Umgebungssuche	Navigation
Einsatzort	Zuhause	außerhäuslich	innerhäuslich	
Hardware	Smartphone	Tablet-PC		
Verfügbarkeit	Online	Mix	Offline	
Tracking	nicht-visuell	visuell markerbasiert	visuell markerlos	

Bild 3: Morphologischer Kasten für mER-Assistenzsysteme

Die Anwendungsszenarien weisen aus technischer Sicht viele Gemeinsamkeiten auf und konnten zu zwei abstrakten Szenarien generalisiert werden (Bild4).

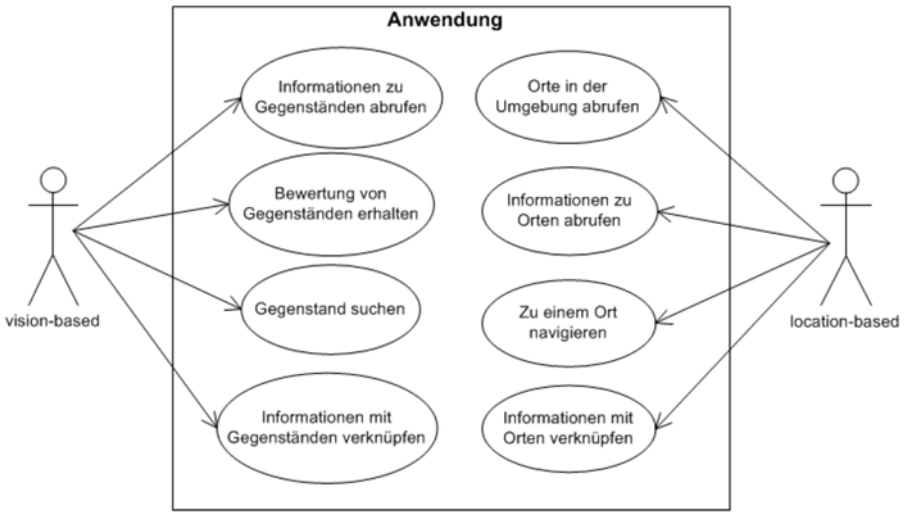


Bild 4: Anwendungsszenarien von mER-Assistenzsystemen

Bei den objektbezogenen Szenarien steht die Erkennung von einem oder von mehreren Gegenständen und die Bereitstellung von Informationen zu diesen im Fokus. Die ortsbezogenen Szenarien beinhalten das Finden von Orten sowie die Navigation im inner- und außerhäuslichen Bereich.

Neben den technischen Anforderungen an das mER-Assistenzsystem, sind besonders hohe Anforderungen an die Bedienbarkeit zu stellen, damit Senioren diese Systeme akzeptieren und eventuelle Barrieren verringert werden können. Die Benutzungsoberfläche soll dem Anwender eine

möglichst einfache und intuitive Interaktion ermöglichen, dies beinhaltet Kriterien wie ein eindeutiger Bedienkomfort, Einfachheit, Lesbarkeit, Verständlichkeit, Robustheit und Sicherheit bei falscher Bedienung (in Anlehnung an [9] S. 24 und [26] S. 57f.).

5 Konzeption eines mER-Assistenzsystems

Um verschiedene Anwendungsszenarien umsetzen zu können, bedarf es einer Softwarearchitektur, welche die zentrale Struktur des Softwaresystems mit seinen unterschiedlichen Komponenten und deren Beziehungen zueinander definiert und beschreibt. Die hier vorgestellte Softwarearchitektur (Bild5) soll Entwicklern die Möglichkeit geben, schnell, einfach und komfortabel eigene mER-Assistenzsysteme realisieren zu können. Bei einer Umsetzung kann die Architektur an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst und bei Bedarf mit anwendungsfallspezifischen Komponenten erweitert werden.

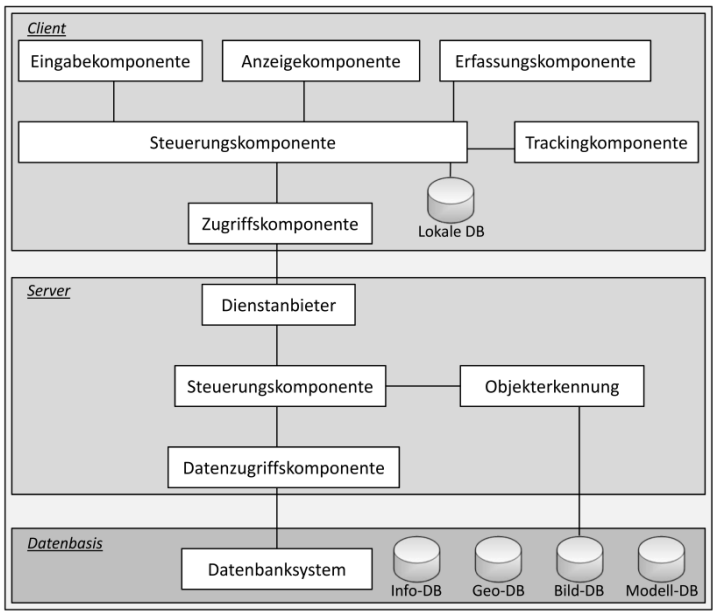


Bild 5: Softwarearchitektur für mER-Assistenzsysteme

Die Architektur besteht aus drei Schichten: einem mobilen Client, einem Server und einer Datenbasis.

Bei dem mobilen Client handelt es sich um die mobile Anwendung, welche der Nutzer auf seinem Smartphone verwendet. Der mobile Client bildet die Präsentationsschicht und beinhaltet einen Teil der Anwendungslogik, beispielsweise das Tracking (Erfassung des Kamerabildes bzw. des Standortes). Der Großteil der Anwendungslogik wird jedoch auf dem Server realisiert, welcher die Verarbeitung der Informationen vornimmt und die Ergebnisse anschließend dem mobilen Client zur Verfügung stellt. Je nach Anwendungsszenario kann die Clientkomponente unterschiedlich gestaltet werden bzw. weitere optionale Komponenten aufweisen.

Die Anzeigekomponente verwaltet die grafische Benutzungsoberfläche und erzeugt die ER-Ansicht. Die Eingabekomponente verarbeitet die Eingaben des Nutzers. Die Erfassungskomponente dient dem Erfassen und Verknüpfen von Gegenständen oder Orten mit neuen ER-Inhalten. Die lokale Datenbank ist verantwortlich für die lokale Speicherung von Daten. Die Steuerungskomponente dient der zentralen Steuerung und Verarbeitung der Daten. Die Trackingkomponente ermöglicht das Tracking

über die Sensoren des Endgerätes. Die Zugriffskomponente stellt die Funktionalitäten für die Kommunikation mit Diensten zur Verfügung.

Da die mobilen Endgeräte nur über begrenzte Ressourcen verfügen, werden die rechenintensiven Arbeitsschritte von einem Server realisiert, welche vom Client über definierte Dienste/Schnittstellen genutzt werden können. Dadurch, dass die Serverarchitektur weitestgehend vom Client losgelöst ist, können unterschiedliche Clients für die verschiedenen mobilen Betriebssysteme entwickelt werden.

Die Datenzugriffskomponente stellt Funktionalitäten für den Zugriff auf die unterschiedlichen Datenbanken zur Verfügung. Die Dienstanbieterkomponente bietet dem Client über Webschnittstellen einen Zugriff auf die Dienste des Servers an. Die Objekterkennungskomponente stellt Bilderkennungsfunktionalitäten zur Verfügung, um aus Bildern vorhandene Objekte extrahieren und identifizieren zu können. Die Steuerungskomponente ist die zentrale Komponente des Servers, welche sämtliche Anfragen an die verschiedenen Verarbeitungskomponenten weiterleitet.

Die dritte Schicht der Architektur stellt die Datenbasis dar, in welcher die Informationen gespeichert sind. Die Datenbasis beinhaltet eine Bild-Datenbank, eine Geo-Datenbank, eine Informations-Datenbank, eine Modell-Datenbank sowie eine Metadatenbank.

Die vorgestellte Softwarearchitektur für mER-Assistenzsysteme ist unabhängig von konkreten Technologien, wodurch sie weitestgehend unabhängig von der Hard- und Softwareplattform ist, auf der die Anwendungen realisiert werden sollen.

6 Prototypische Umsetzung

Um die Realisierbarkeit von mER-Assistenzsystemen nachzuweisen, wurde anhand eines ausgewählten Anwendungsfalles aus dem Bereich der medizinischen Versorgung eine prototypische Anwendung entwickelt. Um Fehler bei der Medikamenteneinnahme zu vermeiden, kann das Assistenzsystem eine Identifikation der Medikamente vornehmen und die Informationen zu Dosierung, Einnahme und Anwendung dem Nutzer präsentieren.

Die Anwendung weist drei Verarbeitungsschritte auf: 1) zunächst wird das Medikament über Bilderkennungsverfahren identifiziert, 2) anschließend werden die benötigten Informationen zu dem Medikament aus der Medikamentendatenbank abgerufen und 3) im dritten Schritt bedarfsgerecht auf dem mobilen Client präsentiert.

Bild 6: Prototyp Funktionalitäten

Der Prototyp besitzt drei zentrale Funktionalitäten, einen Dosierungs-, Such- und Anleitungsmodus (Bild6). Im Dosierungsmodus kann der Nutzer die Dosierung und die Hinweise zur Einnahme zu seinem Medikament erhalten. Im Suchmodus kann nach einem geeigneten Medikament gesucht werden. Im Anleitungsmodus erhält der Nutzer eine Anwendungsanleitung zu einem ausgewählten Medikament indem beispielsweise eine virtuelle Person die einzelnen Anwendungsschritte vorführt.

Der Prototyp zeigt auf, dass mER-basierte Assistenzsysteme realisierbar sind und welchen Nutzen einfache Assistenzsysteme zur Unterstützung des Alltags von älteren Menschen haben.

7 Fazit und Ausblick

Mit der vorgestellten Entwurfsstudie werden Senioren und Menschen mit Einschränkungen einfache Assistenzsysteme zur Verfügung gestellt, die sie in ihren Alltagssituationen unterstützen können und somit ihre Handlungsfähigkeiten stärken sowie zur Verbesserung der Lebensqualität und Autonomie beitragen.

Die hier vorgestellte Softwarearchitektur soll Entwicklern die Möglichkeit bieten, einfach und komfortabel eigene mER-basierte Assistenzsysteme zu realisieren sowie das System an die individuellen Anforderungen des Anwendungsszenarios anzupassen.

Für die zukünftige Entwicklung von mER-Assistenzsystemen sind noch Fragen bezüglich des Datenschutzes und der Rechtskonformität zu klären. Vor allem bei Systemen im medizinischen Bereich ist eine hohe Erkennungsgenauigkeit und Fehlertoleranz erforderlich, um die Sicherheit der Anwender gewährleisten zu können.

Erscheint der Einsatz von Smartphones und Tablets bei Senioren heute noch vage, so werden die „Senioren von morgen“ den Umgang mit solchen Geräten als „normal“ empfinden, da sie in ihrem Berufs- und Privatleben diese routinemäßig nutzen [2]. Die Bereitschaft älterer Menschen, sich am digitalen Leben zu beteiligen, nimmt stetig zu. Bereits heute nutzt jeder dritte Senior regelmäßig das Internet [28].

In Zukunft kann es eine Vielzahl unterschiedlicher mER-Assistenzsysteme geben, welche Menschen bei der Verrichtung ihrer täglichen Aufgaben helfen können. Aus der Vielzahl der Anwendungen kann sich jeder Senior die für ihn relevanten Anwendungen für seine individuellen Bedürfnisse wählen und zusammenstellen.

Aufgrund der steigenden Lebenserwartung der Menschen wird altersgerechten Assistenzsystemen in Zukunft eine immer größere Bedeutung zugesprochen. Die kostengünstigen mER-Assistenzsysteme stellen durch ihre einfache und intuitive Bedienbarkeit eine gute Ergänzung zu den hochpreisigen AAL-Lösungen dar.

8 Literatur

[1] ABI Research (2012): Emerging Applications for Mobile Device Augmented Reality. URL: http://www.abiresearch.com/research/product/1013176-emerging-applications-for-mobile-device-au/. Abgerufen am 10.12.2013.

[2] Albayrak, S; Dietrich, ES; Frerichs, F et. al. (2008): VDE-Positionspapier: Intelligente Assistenz-Systeme im Dienst für eine reife Gesellschaft. Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., Frankfurt/M.

[3] Azuma, RTA (1997): A Survey of Augmented Reality. Presence - Teleoperators and Virtual Environments. 6(4), S. 355-385.

[4] Behringer, R; Klinker, G; Mizell, D; (1999):International Workshop on Augmented Reality 1998 - Overview and Summary. In: Behringer, R; Klinker, G; Mizell, D (Hrsg.): Augmented Reality, Placing Artificial Objects in Real Scenes. Natick: A K Peters, Ltd.

[5] Boulos, MNK; Wheeler, S; Tavares, C; Jones, R (2011): How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: an overview with example from eCAALYX. In: BioMedical Engineering Online, vol. 10, no. 1, article 24.

[6] Egeler, R (2009): Bevölkerungsentwicklung in Deutschland bis 2060. Statistisches Bundesamt.

[7] Engel, M (2004): Essen im Alter. Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.

[8] Fellbaum, K; Hampicke, M (2007): Digitale Vernetzung - Smart-Home. In: sentha - seniorengerechte Technik im häuslichen Alltag, Springer S. 93-115.

[9] Gerlach, G; Schoenheit, I (2009): Kennzeichnung generationsgerechter Produkte und Dienstleistungen. imug Institut.

[10] Hader, C; Graf-Gruss, R (2008): Diabetes mellitus im Alter. In: Diabetologie und Stoffwechsel, 3(2),S. 186.

[11] Hamilton, KE (2013): Augmented Reality in Education. University of Illinois-Urbana, URL: http://augmented-reality-in-education.wikispaces.com/.Abgerufen am 10.12.2013.

[12] Höllerer, T; Feiner,S; Terauchi,T; Rashid, G; Hallaway, D (1999): Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System. In: Computers and Graphics 23(6), Elsevier Publishers, S. 779-785.

[13] Hunskaar, S; Burgio, K; Clark, A; Lapitan, MC; Nelson, R; Sillen, U; Thom, D (2005): Epidemiology of urinary (UI) and faecal (FI) incontinence and pelvic organ prolapse (POP).

WHO-ICS International Consultation on Incontinence. 3rd ed. Paris: Health Publications Ltd, S. 255-312.

[14] IBM Research (2012): Augmented reality makes shopping more personal - New mobile application from IBM Research helps both consumers and retailers. URL: http://www.research.ibm.com/articles/augmented-reality.shtml. Abgerufen am 10.12.2013.

[15] Jakobs, EM; Lehnen, K; Ziefle, M (2008): Alter und Technik - Studie zu Technikkonzepten, Techniknutzung und Technikbewertung älterer Menschen. Apprimus Verlag, Aachen.

[16] Kailas, A; Chong, CC; Watanabe, F (2010): From mobile phones to personal wellness dashboards. In: IEEE Pulse, vol. 1, no. 1, S. 57-63.

[17] Krüger-Brand, H (2012): Gesundheitsapps: Rasante Entwicklung. In: Deutsches Ärzteblatt International, Vol. 109,Issue 31/32, S. 1543.

[18] Klusmann, B (2012): Jeder Dritte hat ein Smartphone. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. URL: http://www.bitkom.org/71858_71854.aspx. Abgerufen am 10.12.2013.

[19] Kruse, A; Gaber, E; Heuft, G; Oster, P; Re, S; Schulz-Nieswandt, F (2002): Gesundheit im Alter. Vol. 10, Robert-Koch-Institut.

[20] Linaza, MT; Marimon, D (2012): Evaluation of Mobile Augmented Reality Applications for Tourism. In: Fuchs, M et al. (Hrsg.): Information and Communication Technologies in Tourism. Springer-Verlag, Wien,S. 260-271.

[21] Maslow, AH (1943): A theory of human motivation. Psychological review, 50(4), S. 370.

[22] Mehler-Bicher, A; Reiß, M; Steiger, L (2011): Augmented Reality - Theorie und Praxis. München.

[23] Möller, A; Diewald, S; Roalter, L; Kranz, M (2012): MobiMed: comparing object identification techniques on smartphones. In: Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design, ACM, S. 31-40.

[24] Ostermeier, C (2009): Die Zukunft des (Ambient) Assisted Living - Eine Bewertung von Konzepten hinsichtlich Alltags- und Markttauglichkeit. Universität Potsdam.

[25] Peters, E; Hess, TM; Västfjäll, D;Auman, C (2007): Adult age differences in dual information processes - Implications for the role of affective and deliberative processes in older adults' decision making. In: Perspectives on Psychological Science, 2(1), S. 1-23.

[26] Rutishauser, F (2007): Seniorenmarketing: Theoretische Grundlagen - Empirische Untersuchung. Diplomica Verlag.

[27] Schneekloth, U; Wahl, HW (Hrsg.). (2008): Selbständigkeit und Hilfebedarf bei älteren Menschen in Privathaushalten: Pflegearrangements, Demenz, Versorgungsangebote. W. Kohlhammer Verlag.

[28] Shahd, M (2012): Soziale Netzwerke bei Senioren beliebt. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.. URL: http://www.bitkom.org/73346_73342.aspx. Abgerufen am 10.12.2013.

[29] Steinhage, A; Lauterbach, C (2008): SensFloor®: Ein AAL Sensorsystem für Sicherheit, Homecare und Komfort. In: Deutscher AAL-Kongress Berlin, Tagungsband 1, S. 37-41.

[30] Thiem, U (2009): Morgens drei, Mittags zwei, Abends drei Tabletten. In: RUBIN, Winter 09/10, S. 56-59.

e-Health for Homecare – Multinationales Requirements Engineering mittels Pull-Strategie in der Laienpflege

Klemens Auinger

FH Oberösterreich, Fakultät für Gesundheit und Soziales, Research Group LIA,
A-4020 Linz, E-Mail: Klemens.Auinger@fh-linz.at

Johannes Kriegel

FH Oberösterreich, Fakultät für Gesundheit und Soziales, Professur für Gesundheitsmanagement,
A-4020 Linz, E-Mail: Johannes.Kriegel@fh-linz.at

Abstract

Anforderungsanalysen mit einem Pull-Ansatz fokussieren weniger auf die Meinung von Experten sondern primär auf jene der Kunden. Bei der Entwicklung von e-Health Lösungen wird aktuell in der Regel noch vordergründig auf Push-Strategien gesetzt. Im Zuge des Forschungsprojekts DALIA (Assistant for daily life activities) wurden quantitative Kundendaten in einer Umfrage, unter Laienpflegern aus sechs Ländern, unterteilt in die Kategorien D-A-CH und Benelux, erhoben. Durch den konsequenten Pull-Ansatz im Projekt konnten relevante Länderunterschiede hinsichtlich e-Health Anforderungen identifiziert und analysiert werden. Hieraus lassen sich relevante Faktoren der Analyse für eine erfolgsversprechende Entwicklung hinsichtlich Zielsetzung, Ausgestaltung, Mehrwert und Ergebnismessung aufzeigen.

1 Problemstellung

Der Taylorismus hat im vergangenen Jahrhundert zu einer Segmentierung der Produktionsprozesse und dadurch zu einer Vielzahl an isolierten und standardisierten Einzelschritte für die beteiligten Arbeiter geführt. Diese Systemorganisation entwickelte sich in den letzten Jahrzehnten von einem Wettbewerbsvorteil zu einer Innovationsbarriere in einem kompetitiven Umfeld. In den letzten Jahren wurde der damit verbundenen rückläufigen Wertschöpfung sowie der sinkenden Mitarbeiterzufriedenheit mit einem verstärkten Technologieeinsatz, zur Aufwertung der monotonen Einzelaktivitäten und zur Motivation der Mitarbeiter, begegnet. Eine vergleichbare Entwicklung ist aktuell auch im Bereich der privaten Lebensumwelten zu beobachten. Hier hat der Individualismus zu einer Individualisierung der Lebenssituationen und zu Einzelhaushalten geführt. Diese Lebensräume isolieren insbesondere unterstützungsbedürftige Menschen, daher wird zunehmend versucht auch hier durch Technologieeinsatz die Lebenssituationen der Menschen zu verbessern. Dabei führen die Assistenzsysteme zu einer Aufwertung insbesondere des häuslichen Umfelds und wirken sich aktivierend und motivierend auf die Menschen und ihr soziales Umfeld aus.

Ein besonderes Anwendungsfeld stellt hier der Homecare Bereich sowie die Laienpflege dar. Hierbei handelt es sich um auf das häusliche Umfeld fokussierte sozial- und gesundheitsbezogene übergreifende Betreuungsformen für ältere, beeinträchtigte bzw. sozial isolierte Menschen. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Laienpflege im Rahmen der integrierten und umfassenden Gesundheitsversorgung zu, welche jedoch aufgrund der Institutionalisierung des Gesundheits- und Sozialwesens bislang eine unzureichende und vergleichsweise geringe Unterstützung erfährt. Eine Möglichkeit zur Verbesserung der isolierten Lebenssphären und der damit verknüpften Laienpflege bieten unterstützende Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), die im Rahmen von e-Health- und Ambient Assistent Living (AAL)-Anwendungen entwickelt und angeboten werden.

Betrachtet man die aktuellen auf dem Markt und in der Anwendung befindlichen e-Health und AAL Produkte und Dienstleistungen für den Homecare Bereich, so wird deutlich, dass diese nur in geringer Anzahl und Verbreitung anzutreffen sind. Die Ursachen hierfür sind vielfältig (z.B. Qualität des Services, Flexibilität der Anwendung, Sichtbarkeit des Mehrwertes, Finanzierung der Leistung), wobei insbesondere die unzureichende Integration in bestehende Strukturen und Prozessen eine Barriere darstellen. Ein möglicher Ansatz zur Überwindung dieser Hemmnisse ist die verstärkt an den Kundenanforderungen orientierte Entwicklung und Ausgestaltung umfassender hybrider Dienstleistungen. Hybride Dienstleistungen sind in diesem Zusammenhang kunden- und lösungsorientierte Produkt-Dienstleistungsbündel, die sowohl Hardware- und Software- als auch Serviceelemente zu einem eigenständigen neuen kundenindividuellen Lösungsgeschäft verbinden und integriert anbieten [5] [16].

Die Entwicklung hybrider Dienstleistungen [16] erfolgt oftmals alleinig nach dem Push- oder Pull-Prinzip. Die angebotsorientierte und technologiebasierte Push-Strategie umfasst dabei ein neues Produkt, welches in den Markt „gedrückt“ wird, wobei das Produkt bzw. der Nutzen den anvisierten Kunden im Vorfeld meist unbekannt ist. Demgegenüber orientiert sich die Pull-Strategie mittels Screening an den Kundenwünschen und -anforderungen, wobei die Produktanbieter versuchen ihr Angebot auf die Nachfrage der potenziellen (End-)Kunden strategisch auszurichten. Ein optimaler Push-Pull-Mix hängt dabei u.a. vom Produkttyp, der Kundennachfrage, der Länge des Distributionskanals sowie der Verfügbarkeit von aussagekräftigen Informationen ab. Mitunter sind hierbei erfolgreiche Innovationen bei Dienstleistungen auf Kundeninitiativen angewiesen [10].

Die Entwicklung erfolgreicher hybrider Dienstleistungen hängt dabei von vielen Faktoren ab. Neben den internen und externen Erfolgsfaktoren [9] (z.B.: Patienten Empowerment, Servicequalität) solcher Lösungen liegt ein entscheidender Faktor bei der Methodologie im Entwicklungsprozess. End-user Requirements und der gesamte Requirements Engineering Prozess sind hier von robusten empirischen Daten abhängig. Verschiedenste Technologie Akzeptanzmodelle in der Literatur haben bereits einige relevante Schlüsselfaktoren für die Akzeptanz identifiziert und diese erweitert (Bsp. UTAUT[1]). Vor der Akzeptanz der Technologie steht bei der Entwicklung das Erkennen und Analysieren der Kundenanforderungen. Der vorliegende Beitrag stellt die Laienpfleger[2] in den Mittelpunkt der Betrachtung und zeigt die Erkenntnisse aus dem Einsatz einer aktiven Pull-Strategie.

Die Bedeutung der umfassenden Nutzereinbindung ist zwar schon lange bekannt [13], wird aber immer noch unterschätzt. Der Einsatz einer Pull-Strategie erfordert die Anknüpfung an die Erkenntnisse aus der Entwicklung mittels Push-Strategie. Wie in Bild 1 (nachfolgend) erkennbar ist, sind die Verknüpfungen der Faktoren komplex und überlappend. Dennoch kann durch eine Hauptzuordnung, wie beispielsweise die Nutzereinstellungen zu Daten und Sicherheit, diese mit dem rechtlichen Rahmen abgeglichen werden. Entscheidend für hybride Dienstleistungen sind die Pfade der Erfolgsfaktoren. Die Leistungswünsche der Nutzer hängen sowohl mit der Idee als auch mit der verfügbaren Technologie auf der Konzeptionsebene zusammen. Von der Service Seite aus betrachtet kann der Pull-Aspekt als eine erste Stufe von Pre-Service-Interaktion mit dem Nutzer aufgefasst werden. Das Schaffen gemeinsamer Werte mit dem Kunden ist auch im e-Health und AAL Bereich für erfolgreiches und nachhaltiges Service Engineering unerlässlich [12]. Externe Einflussfaktoren (z.B.: gesellschaftliche Veränderungen, rechtliche Rahmenbedingungen) begrenzen und formen die sich ergebenden Möglichkeiten bei der Dienstleistungsentwicklung sowie die relevanten Stakeholdergruppen. Sie stellen somit den Rahmen zur Verfügung, in dem eine hybride Dienstleistung sich erfolgreich etablieren kann.

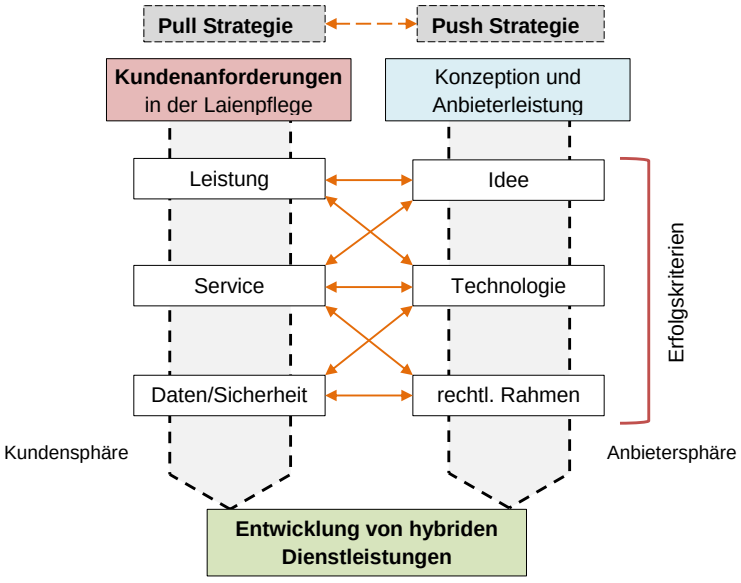


Bild 1: Entwicklung von hybriden Dienstleistungen mittels Pull- und Push-Strategie

[1] Unified Theory of Acceptance and Use of Technology [17]

[2] Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Die Faktoren Leistung, Service und Daten, als Kernaspekte der Nutzeranforderungsdimensionen, können mittels entsprechender empirischer Methoden erfasst und hinsichtlich der Relevanz für den Erfolg der Entwicklung der hybriden Dienstleistung untersucht werden – wie der vorliegende Beitrag anhand konkreter Ergebnisse nachfolgend belegt.

Die Pull-Push-Verknüpfung (siehe Bild 1) erfolgt anhand von Erfolgskriterien. Auf der Anbieterseite sind in früheren Studien bereits sogenannte Stellhebel in der Erfolgsspirale der Entwicklung von e-Health Dienstleistungen [9] identifiziert worden. Die Stellhebel [9] der Push-Seite sind:

- Ideengenerierung
- Technologieentwicklung
- rechtliche Rahmenbedingungen.

Dem gegenüber stehen auf der Pull-Seite die Anforderungen der Kunden: Leistung, Service und Daten. Diese lassen sich inhaltlich mit den drei Stellhebeln verknüpfen. Anbieter- und Kundensphäre werden durch die Verknüpfungen abgeglichen und fungieren als gegenseitiges Korrektiv.

1.1 Das Projekt DALIA

DALIA (Assistant for daily life activities) ist ein europäisches AAL Joint Programm Forschungsprojekt, welches modulare und integrative Lösungen entwickelt. Neben klassischen AAL Features wird auch die sinnvolle Integration von e-Health Aspekten angestrebt. Die Modularität erlaubt es, Features entsprechend der unterschiedlichen Bedürfnisse der Zielgruppen aus den verschiedenen teilnehmenden Ländern zur Verfügung zu stellen. Das Forschungskonsortium besteht aus Mitgliedern aus fünf Ländern (Österreich, Schweiz, Belgien, Holland und Luxemburg). Die Laienpflege steht im Mittelpunkt der Bestrebungen, ein Assistenzsystem für ältere Menschen und deren Betreuer zu entwickeln. Als Laienpflege wird im Projekt die Pflege von Angehörigen als auch Nicht-Angehörigen durch Laien definiert. Diese Personen besitzen keine professionelle Ausbildung im Sinne eines Pflegedienstleisters. Die Aufgabe wird dabei in der Regel unentgeltlich verübt oder zumindest nicht gewerblich abgegolten. Bei der Tätigkeit handelt es sich vorwiegend um Unterstützung bei alltäglichen Aufgaben. Medizinische Aufgaben können aus rechtlichen Gründen nicht übernommen werden. Die Anbindung der Laienpfleger und Pflegebedürftigen an professionelle Pflegedienste und medizinische Versorgung, sofern notwendig, erfolgt über die zentrale Schnittstelle im Haushalt. Ein persönlicher virtueller Avatar stellt das Interface für die Interaktionen zur Verfügung. Die sowohl zu pflegenden Personen als auch die Laienpfleger nutzen die Avatar-Schnittstelle, um unkompliziert das System zu bedienen. Der Zugriff von außen ist nicht an den Avatar gebunden. Dieser soll primär die Hürde der Älteren und Laien zur Nutzung reduzieren. Hierbei ist beim Interface-Design eine länder- und kulturspezifische Anpassung für die Zielgruppe unerlässlich, um unkomplizierte und gezielte Interaktion mit dem System zu ermöglichen. Endnutzerorganisationen, also Pflegedienstanbieter, sind als Projektpartner an der Entwicklung maßgeblich beteiligt. Um einen ganzheitlichen Requirements-Engineering-Prozess zu ermöglichen, wurden vor allem die Laienpfleger im Sinne eines umfassenden Screenings mittels quantitativer Methoden eingebunden. Kombiniert mit klassischen qualitativen Methoden ergibt sich so ein umfassendes Bild der Zielgruppenbedürfnisse. Echte Endnutzereinbindung ist ein essentielles Erfolgskriterium bei der Entwicklung [7] von e-Health Lösungen und AAL Dienstleistungen. Aufgrund grenzüberschreitender Aktivitäten einiger Projektpartner konnte in der Analyse der Daten auch Deutschland als weiteres Land identifiziert werden. Damit wurde die Einteilung in die Gruppen

D-A-CH (Deutschland, Österreich, Schweiz) und Benelux (Belgien, Niederlande und Luxemburg) als Vergleichskategorie möglich.

1.2 Forschungsfrage

Die Forschungsfrage des vorliegenden Artikels leitet sich aus dem Projekt DALIA mit Fokus des e-Health Anteiles ab. Folgende Forschungsfrage bildet den Kern der Analyse:

- Welche relevanten länder- und akteurspezifischen Kundenanforderungen beeinflussen die Entwicklung von erfolgsversprechenden e-Health Lösungen zur Unterstützung der Laienpflege im häuslichen Umfeld?

Definitionen und Festlegungen:

- Als häusliches Umfeld wurde im engeren Sinn die Wohnsituation der Pflegebedürftigen, ohne betreutes Wohnen, definiert, in der Regel das Haus/die Wohnung der betroffenen Personen. Dazu zählen im weiteren Sinne auch jene Räumlichkeiten und Aufenthaltsorte, die von den Personen noch selbst und ohne fremde Hilfe aufgesucht werden können.
- Die Länder wurden zur Analyse kategorisiert in die beiden Gruppen D-A-CH und Benelux.
- Zur Festlegung von erfolgsversprechenden Lösungen wurden die erfolgskritischen Stellhebel der Erfolgsspirale [9] (Idee, Technologie und rechtlicher Rahmen) herangezogen.

1.3 Rahmen

Gerade im e-Health Sektor einer vernetzten Gesellschaft spielt insbesondere der rechtliche Rahmen eine große Rolle bei der Entwicklung von Produkten. Ferner werden Produkte nicht mehr nur für den nationalen Markt entwickelt, sondern vielmehr für multinationale Regionen, wobei in Europa die unterschiedlichen nationalen Bestimmungen zu berücksichtigen sind. Neben den rechtlichen Unterschieden prägen aber auch die Geschichte/Kultur und die Sprache der einzelnen Länder die relevanten Nutzeranforderungen [14]. Nationale politische Interessen sind ebenfalls bei der Entwicklung von hybriden Dienstleistungen gesondert zu berücksichtigen. Ein empirisch fundiertes Requirements Engineering mit echter Nutzereinbindung muss diese unterschiedlichen Rahmenbedingungen mit einbeziehen. Die Unterteilung der Länder in der vorliegenden Arbeit in Benelux und D-A-CH basiert auf der Grundlage des DALIA Projekts und stellt eine ideale Dichotomisierung der Zielgruppen dar. Im Zuge der Datenanalyse zeigten sich bei der gewählten Gliederung signifikante Unterschiede im Vergleich zu anderen Kombinationen. Somit ist der Unterschied zwischen dem primär deutschen Sprachraum sowie dem französischen und niederländischen Sprachraum hinsichtlich der vorliegenden Analyse von Bedeutung.

2 Methode

2.1 Vorgangsweise

Bei DALIA wurde zur Einbindung der Endnutzer im Requirements Engineering ein mehrstufiger empirischer Prozess verwendet (umfassend dargestellt in [2]). Kreativtechniken und Experteninterviews als erste Stufe stellen die Basis für die darauffolgende Stufe, der Einbindung von Pflegedienstexperten, dar. Diese lieferten wiederum die relevanten Informationen für das Sampling der nächsten beiden Stufen, die Analyse der Laienpfleger (secondary end-user) und der Pflegebedürftigen (primary end-user). Das mehrstufige Sampling ermöglicht in einem iterativen

Prozess die begleitende Anpassung des theoretischen Rahmens (siehe nachfolgendes Empowerment Modell). Für die Entwicklung der Fragen für die Laienpfleger sowie für das gesamte Requirements Engineering wurde als Rahmen ein Empowerment Modell [2] verwendet (basierend auf [1]) und im Zuge der Erhebungsstufen entsprechend modelliert. Das eingesetzte Modell stellt somit die theoretische Basis und die inhaltliche Gliederung aller eingesetzten Erhebungsinstrumente im Projekt sicher.

Kernkomponenten	Empowerment (Leistungskomponenten)
Technologische Inklusion	Kommunikation
Service Wissen	Gesundheitskompetenz
Emotionen	Persönliche Gesundheitsinformationen
Ökonomische Barrieren	Entscheidungsfindung
	Selbstpflege Support

Tabelle 1: Empowerment Modell des DALIA Projekts

Erst wenn die Kernkomponenten des Modells entsprechend ausgestaltet werden, so die Annahme des Entwicklungsteams, können die restlichen Empowerment Komponenten vom Endnutzer umfassend genutzt werden [2]. Das Wissen über den entsprechenden e-Health Service als auch über den emotionalen Zugang zur Technologie ermöglicht erst den in den Alltag integrierten Umgang mit den AAL und e-Health Features.

2.2 Datenerhebung

Die Daten für die vorliegende Analyse stammen aus der Onlinebefragung (potentieller) Laienpfleger. Das Sampling dazu wurde in den jeweiligen Ländern von den Projektpartnern vorgenommen und kann als Target Sample [4] gesehen werden. Jeder Projektpartner verpflichtete sich geeignete Teilnehmer aus der Zielgruppe in ihrem Land und Umfeld zu identifizieren und zur Umfrage per Mail einzuladen. Durch dieses Vorgehen sollte auch die Non-Response Rate (Antwortausfall bei einzelnen Fragen) niedrig gehalten werden. Der Umfang des Fragebogens wurde bewusst kurz gehalten (26 Fragen/Fragebatterien), um keine bekannten Effekte durch die Dauer bzw. den individuellen Aufwand für die Durchführung der Befragung [6] auf die Daten zu generieren. Die Fragen standen dabei in einer englischen und einer deutschen Version zur Auswahl. In mehreren Pre-Tests wurde das Wording so angepasst, dass bei nicht nativ englisch Sprechenden und bei Personen, die den Fragebogen in Deutsch bearbeiten die gleichen Interpretationen und Assoziationen zu den Fragestellungen ermöglichen (language matching). Technisch wurde die Onlineumfrage mittels dem Anbieter questback (ehemals Globalpark/Unipark) realisiert.

2.3 Datenbeschreibung und -analyse

Die Responserate betrug aufgrund der delegierten Samplingmethode insgesamt 73% (n=221). Dieser Wert ist ein gemittelter Wert, da aufgrund des Designs und des Datenschutzes die Einladungen zur Umfrage nicht mit den Antworten verknüpft wurden. Die Zuordnung erfolgt daher über die Länderangabe, welche als Pflichtantwort implementiert wurde. Bei der Analyse der Ergebnisse wurde neben der klassischen deskriptiven Statistik zur Feststellung der Unterschiede eine ANOVA (Varianzanalyse) aufgrund der Nominalskala [3] D-A-CH und Benelux, durchgeführt. Das gesetzte Minimum um eine ausreichende Annäherung an eine Normalverteilung einer Stichprobengröße zu erhalten wurde mit mindestens 100 erachtet. Daher sollten mindestens 20 Teilnehmer pro Projektpartnerland für Vergleichsanalyse adressiert werden. Das gesetzte Minimum wurde mit einer

Größe von 221 überschritten. Die Umfrage wurde von Mitte Juli bis Ende August durchgeführt. Trotz Urlaubszeit konnte ein durchaus konstanter Rücklauf bis zum Ende festgestellt werden. Diese Gliederung konnte auch durch den Versuch verschiedener Länderkombinationen entsprechend validiert werden. Entsprechende signifikante Zusammenhänge wurden vermehrt in der geplanten Einteilung gefunden. Die Gliederung der Ergebnisse folgt der Einteilung aus Abbildung 1 (Leistungen, Service, Daten/Sicherheit). Dadurch werden die Querverbindungen zu den Stellhebeln [9] (Idee, Technologie und rechtlicher Rahmen) sichtbar.

3 Ergebnis

3.1 Leistungen

Die in der Befragung enthaltenen e-Health Features (Leistungen) wurden, wie in der nachfolgenden Grafik dargestellt, gereiht. Die vier speziellen e-Health Features in der Befragung gehören strukturell gesehen zur Kategorie der Leistungen. Diese wurden in einer umfassenden Fragenbatterie mit diversen AAL und projektspezifischen Features und Leistungen hinsichtlich des Nutzens für die Laienpflege beurteilt. Die Items wurden anhand einer 4er Skala (wichtig, eher wichtig, eher unwichtig, unwichtig) von den Befragten bewertet.

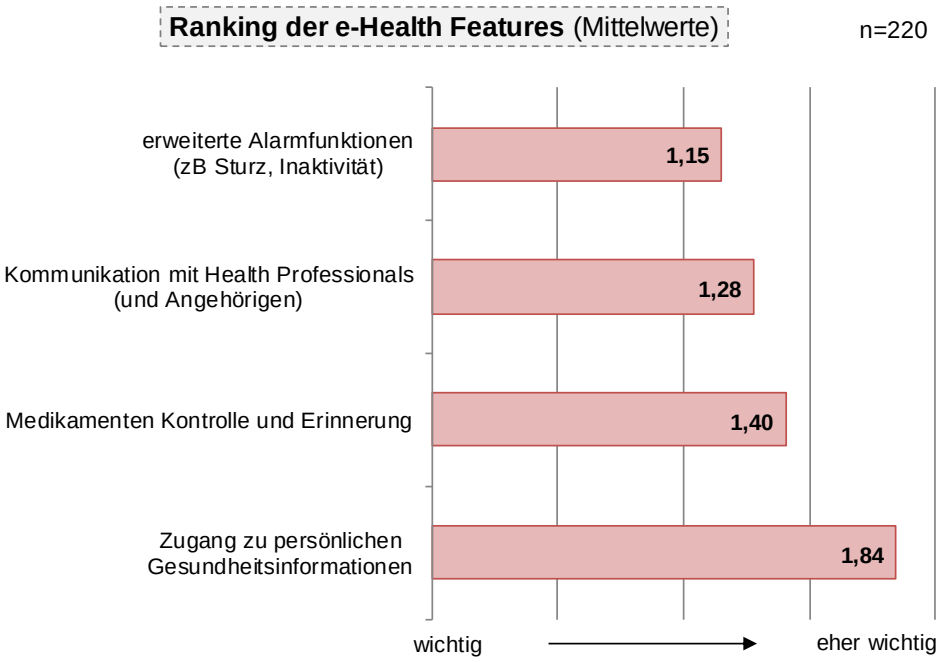


Bild 2: Ranking e-Health Features

Zwischen Benelux und D-A-CH gibt es hinsichtlich der Reihung keine signifikanten Unterschiede bei den Laienpflegern. Interessant ist hier vor allem die Bewertung des Zugangs zu den persönlichen Gesundheitsinformationen. Aus Sicht der Laienpfleger wird diese Funktion weniger wichtig bewertet. Klassische Alarmfunktionen aber auch die Kommunikation zu Health Professionals oder Angehörigen wird als für die Praxis wesentlich wichtiger gewertet. Die Laienpfleger interessiert der Abruf von Gesundheitsdaten der Gepflegten aus praktischen Gründen weniger als die Unterstützung hinsichtlich Sicherheit im Sinne von Alarmfunktionen. Hier wird dem Laienpfleger, so die Annahme der Autoren,

mehr subjektive Sicherheit bei seiner Betreuungstätigkeit geboten. Die Relevanz der Patientendaten scheint hier Richtung Pflegepersonal und Mediziner delegiert zu werden.

Beim Feature „Medikamenten Kontrolle und Erinnerung“ ist eine starke Verschiebung der Bedeutung für die Laienpfleger erkennbar (siehe Bild 3). Medikamenten Kontrolle meint eine softwareseitige Lösung mit Kontrollfragen zur Einnahme der Medikamente im Sinne von guided intake sowie die kalendergebundene Erinnerung mit Alarmierung zur Einnahme. In den Benelux Ländern wird eine erheblich höhere Wichtigkeit dieser Funktion gesehen. 76,7% der Benelux Befragten bewerten die Funktion mit *wichtig*. Wohin gehend 60,5% der Befragten aus der D-A-CH Region dieses Feature als *wichtig* einstufen. Der Unterschied ist signifikant auf einem Niveau p=0,008 (ANOVA). Bezogen auf die Forschungsfrage stellt der Unterschied einen Erfolgsfaktor bei den Kundenanforderungen dar. Für das Bedürfnis der Laienpfleger im Benelux Markt ist daher der Fokus auf diese Leistung erfolgskritischer als in der D-A-CH Region.

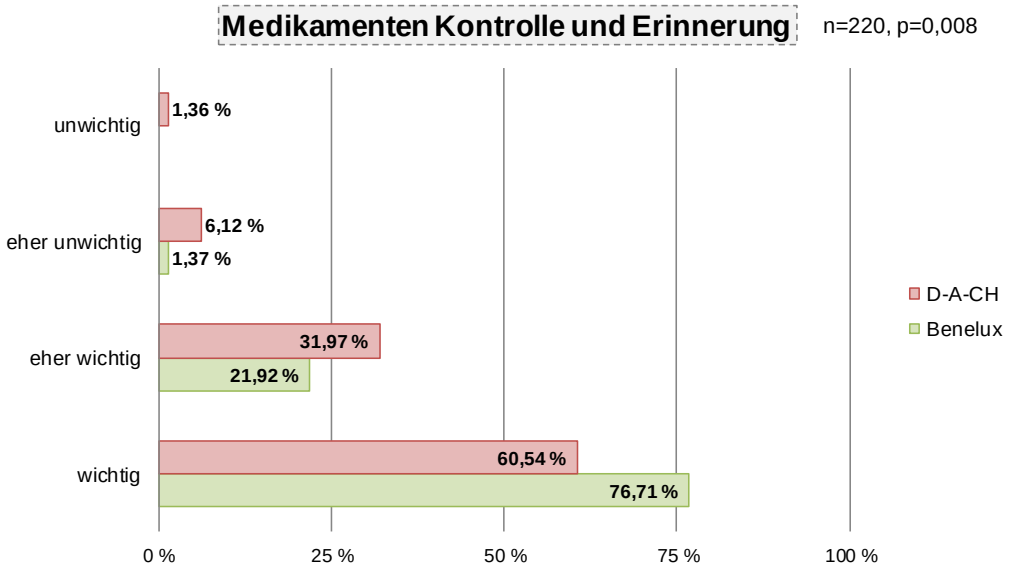


Bild 3: Ländervergleich Kontroll- und Erinnerungsfunktion Medikamenteneinnahme

Kommunikation als e-Health Feature ist sowohl für Laienpfleger in der D-A-CH als auch in der Benelux Region ein wichtiges Thema (siehe Tabelle 2). Ein direkter Draht zu Pflege- und medizinischen Personal ist für ca. 75% der Befragten *wichtig*.

	Kommunikation mit Health Professionals (und Angehörigen)			
	wichtig	eher wichtig	eher unwichtig	unwichtig
Benelux	76,71 %	21,92 %	1,37 %	0,00%
D-A-CH	74,15 %	23,81 %	0,68 %	1,36 %

Tabelle 2: Kommunikation (n=220)

Beim Zugang zu persönlichen Gesundheitsinformationen beziehungsweise zu Gesundheitsdaten der gepflegten Personen ist nach Einschätzung von 50% der Laienpflegern nur mit *eher wichtig* das am schlechtesten bewertete e-Health Feature innerhalb der Befragung (siehe Tabelle 3).

	Zugang zu persönlichen Gesundheitsinformationen			
	wichtig	eher wichtig	eher unwichtig	unwichtig
Benelux	38,89 %	50 %	8,33 %	2,78 %
D-A-CH	31,72 %	50,34 %	15,17 %	2,76 %

Tabelle 3: Zugang zu persönlichen Gesundheitsinformationen (n=217)

Der Länderunterschied ist nicht signifikant, folgt aber dennoch in der Gesamtbetrachtung der Daten dem generellen Unterschied zwischen D-A-CH und Benelux. Im deutschsprachigen Raum wird das Feature somit etwas konservativer gesehen. Wie bereits beim Ranking der Features deutlich wurde, hat der direkte Datenzugang für die Laienpflege vor allem aus praktischen Gründen eine geringere Relevanz. Die wichtigste in der Umfrage abgefragte Funktion für die Laienpflege stellt die Alarmfunktion dar (siehe Tabelle 4). Hierbei ist die gesamte Spannweite von AAL bis hin zu e-Health als Telemonitoring angesprochen. Mit einem Gesamtwert von ca. 85% bei der Einstufung als *wichtig* sowie keine einzige Nennung von *eher unwichtig* oder *unwichtig* übertrifft der Aspekt alle anderen möglichen Leistungen weit.

	Erweiterte Alarmfunktionen (z.B.: Sturz, Inaktivität)			
	wichtig	eher wichtig	eher unwichtig	unwichtig
Benelux	82,19 %	17,81 %	0 %	0 %
D-A-CH	86,39 %	13,61 %	0 %	0 %

Tabelle 4: Erweiterte Alarmfunktionen (n=220)

Hinsichtlich der e-Health Leistungen in der Erhebung kann zusammenfassend festgehalten werden, dass Laienpfleger sich vorwiegend auf Alarmfunktionen und Kommunikation fokussieren. Nutzer aus den Benelux Staaten erachten beim Teilbereich Medikamentenkontrolle und Erinnerung deren Wichtigkeit signifikant höher als pflegende Laien aus der D-A-CH Region.

3.2 Service und Design

Die Ausgestaltung des Services und des Designs, als integrale Aspekte der realen Nutzbarkeit für die Zielgruppe Laienpfleger, umfasst vor allem den Bereich Bedienbarkeit. In der D-A-CH Region wird die Bedienbarkeit jeglicher Geräte und Services signifikant häufiger (p=0,005) als wichtiges Tätigkeitsfeld gesehen als von Laienpflegern in den Benelux Staaten. 44,8% der D-A-CH Befragten sehen hier eine großes Herausforderung, vor allem für die zu Pflegenden. Bei den Befragten aus Benelux gaben nur 26,4% die Bedienbarkeit als wichtiges Themenfeld an. Laienpfleger erwarten somit auch Unterstützung für ihre Gepflegten bei der Handhabung jeglicher Geräte und Dienste. Eine weitere interessante und vor allem signifikante Entdeckung bei der Analyse ist die unterschiedliche Präferenz bei der Eigenfinanzierung von hybriden Dienstleistungen zwischen den beiden Regionen. Konkret wurde gefragt, welche Form der Finanzierung für die Installation sowie Wartung und Service, sofern selbst zu bezahlen, wünschenswert ist. Laienpfleger aus Benelux präferieren auffallend stärker ein Leasing/Mietmodell (d.h. regelmäßige Zahlungen) als jene aus der D-A-CH Region (siehe Tabelle 5).

	Welche Form der Finanzierung …			
	Leasing/Miete	staatliche Finanzierung	einkommensbasierend	Direktzahlung
Benelux	55,71 %	12,86 %	27,14 %	4,29 %
D-A-CH	32,39 %	21,83 %	33,80 %	11,97 %

Tabelle 5: bevorzugte Finanzierungsmodelle (hybride Dienstleistungen)

58,7% nannten die Pflegedienstleister als für den Vertrieb von hybriden Dienstleistungen und den damit verbundenen Services als *am besten geeignete* Einrichtung. Laienpfleger sehen somit die bestehenden Dienstleister aus der Heimpflegebranche auch als Anbieter für die Unterstützung in der Laienpflege. Wohnbaugesellschaften wurden hingegen von weniger als 3% als mögliche Anbieter gesehen. Zusammenfassend kann über die Serviceausgestaltung gesagt werden, dass ein Modell mit monatlichen Raten für hybride Dienstleistungen von Laienpflegern bevorzugt wird.

3.3 Datensicherheit

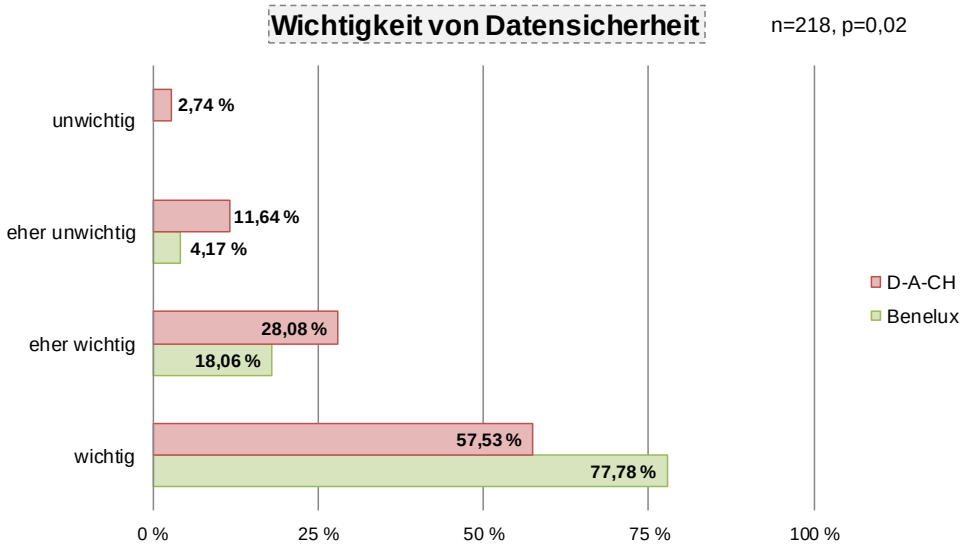


Bild 4: Wichtigkeit von Datensicherheit für Laienpfleger

Datensicherheit ist für e-Health Lösungen nicht erst seit der medialen Aufbereitung durch den NSA Abhörskandal [15] oder den kommerziellen Verkauf von Patientendaten an Marktforschungsunternehmen ein Thema. Die Teilnehmer der Umfrage wurden gefragt, wie wichtig Ihnen Datensicherheit bei e-Health und AAL Lösungen ist. Gegen alle Erwartungen der Studienautoren wurde hierbei ein signifikanter Unterschied (p=0,02) zwischen Benelux und D-A-CH bei der Analyse sichtbar. Für 77,8% aus Benelux ist Datensicherheit wichtig, hingegen nur für 57,5% aus D-A-CH. Bei der Gesamtskala wird die Verschiebung der Wichtigkeitsbewertung in vollem Ausmaß sichtbar (siehe Bild 4). Fast 15% der Laienpfleger aus D-A-CH bewerten das Thema sogar nur mit eher unwichtig oder unwichtig. Hier kann im Gesamtbild von einem größeren Grundvertrauen bei den Lösungen und Leistungen der D-A-CH Befragten ausgegangen werden. Zusätzlich erregt das Thema im Gesundheitskontext im deutschsprachigen Raum weniger Aufsehen als in den Benelux -Staaten. Ob ein höheres Grundvertrauen oder eine geringere thematische Sensibilisierung die Ursache für den Unterschied ausmacht, lässt sich aufgrund der Daten nicht ableiten. Für die Entwicklung von Lösungen stellt der Unterschied eine wichtige Herausforderung für den europäischen Markt dar.

Neben unterschiedlichen rechtlichen Grundlagen in den einzelnen Ländern ist somit auch die subjektive Wahrnehmung der Nutzer entsprechend zu berücksichtigen.

Mittels eines semantischen Differentials wurde die Präferenz zwischen den Polen *Privatsphäre* und *Datensicherheit* gemessen. Eine höhere Datensicherheit verlangt auch das Sichern der Daten außerhalb der Sphäre des Gepflegten. Bei den qualitativen Vorerhebungen zum Fragebogen wurden die beiden Aspekte von potentiellen Laienpflegern als zusammengehörige Pole gesehen, also unabhängig von einer technischen und rechtlichen Realität. Mittels einer Zehnerskala konnten die Befragten im Rahmen der Online-Erhebung ihre Idealvorstellung justieren (siehe Bild 5).

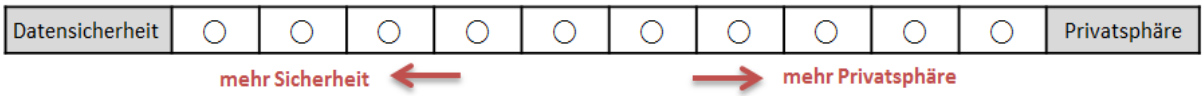


Bild 5: Darstellung des semantischen Differentials (10er Skala)

Hier gab es keine relevanten Unterschiede zwischen D-A-CH und Benelux (siehe Tabelle 6). Grundsätzlich kann eine minimale Tendenz hin zur Privatsphäre ausgemacht werden. Allgemein betrachtet ist das Verhältnis mit einem Mittelwert von 3,15 bei einer Umrechnung in eine 5er Skala beziehungsweise ein Wert von 5,84 bei der Originalskala sehr neutral zueinander. Die Werte sind umso interessanter in Relation zur Beantwortung der Wichtigkeit von Datensicherheit.

	Zeichnen Sie bitte … ein, ob ihnen mehr Sicherheit oder mehr Privatsphäre wichtig ist.				
	Datensicherheit				Privatsphäre
Benelux	4,48 %	22,39 %	32,84 %	29,85 %	10,45 %
D-A-CH	5,84 %	24,09 %	32,85 %	25,55 %	11,68 %

Tabelle 6: Ergebnis semantisches Differential (umcodiert zu 5er Skala)

Bei den Fragen zwischen Datensicherheit und Privatsphäre antworteten die Befragten mit einem Polüberhang bei maximaler Privatsphäre. Am häufigsten wurde hier ein eher ausgeglichenes Verhältnis bevorzugt. Beim alleinigen Thema Datensicherheit hingegen, also bezogen auf eine konkrete e-Health Leistung ohne das Thema Privatsphäre, wird die Datensicherheit als sehr wichtig empfunden. Das liegt auch daran, dass ohne Pol mit Datensicherheit auch der damit verbundene Schutz der Privatsphäre gesehen wird. Sichere Daten bedeuten somit auch den Schutz vor unerlaubtem Zugriff. Dieser ambivalente Bezug zum Thema belegt die Relevanz des Kontextes. Ein wichtiger Faktor bei der Entwicklung von hybriden Dienstleistungen zeigt, dass die technische Lösung alleine nicht ausreicht, es muss ein Kontext zur subjektiven Wahrnehmung der Nutzer hergestellt werden. Sobald das Thema *Privatsphäre* gegenüber der *Datensicherheit* als eigener Pol auftaucht, verschiebt sich die Präferenz hin zur Privatsphäre.

4 Zusammenfassender Ausblick

Bezogen auf die Perspektive der Laienpfleger kann festgehalten werden, dass die Kundenanforderungen in den Bereichen Alarmfunktion, Medikamentenkontrolle, Datensicherheit und Privatsphäre sowie Kommunikation zu Health Professionals, wie im Text dargestellt, eine erkennbare relevante Anforderung auf eine erfolgreiche Dienstleistungsentwicklung haben. Die signifikanten Länderunterschiede zwischen der D-A-CH Region und Benelux können dabei als „konservativer versus innovationsfreundlicher“ begriffen werden. Im deutschen Sprachraum wird interessanterweise

gerade bei der Datensicherheit mehr Grundvertrauen gegenüber hybriden Dienstleistungen aufgebracht als in den Benelux Staaten. Die befragten Laienpfleger wünschen sich unter anderem die Unterstützung professioneller Pflegedienste als Anbieter der Lösungen im Sinne eines stellvertretenden (Kauf)Verhaltens [8], um komplexe Aspekte und Entscheidungen an die Pflege zu delegieren und professionelle Anleitung zu erhalten. Das Empowerment der Patienten steht dabei im Mittelpunkt anstelle des technisch Machbaren, denn gerade Laienpfleger haben konkrete und sehr praktische Prioritäten, die vor allem die Sicherheit der Patienten betreffen.

Es konnte gezeigt werden, dass ein Pull-Ansatz die klassischen Push-Strategien im Verlauf der Dienstleistungsentwicklung ergänzen muss sowie eine ganzheitliche Strategie [11] angewendet werden sollte. Der Einsatz einer quantitativen Befragung als letzte Stufe einer Anforderungsanalyse liefert verwertbare Ergebnisse. Aufgrund der speziellen Zielgruppe „Laienpfleger“ ist die Form der Stichprobe ein sogenanntes deskriptives Target Sample. Verallgemeinerungen über den Horizont der Laien- und Heimpflege hinaus sind daher nur bedingt zulässig, liefern aber dennoch aussagekräftige Indizien für angrenzende Bereiche. Die kulturellen Länderunterschiede können durch den dargestellten quantitativen Analyseansatz gut herausgearbeitet werden und liefern entscheidende Hinweise bei multinational e-Health Entwicklungsprojekten.

5 Literatur

[1] Alpay, L. et al (2011): An empowerment-based approach to developing innovative e-health tools for self-management. Health Informatics J (17): 247-55

[2] Auinger, K; Kriegel, J (2013): Identifikation von Nutzeranforderungen durch Kreativtechniken am Beispiel des europäischen AAL Projekts DALIA (Assistant for daily life activities). In: Duisberg, F (Hrsg.), *e-Health 2014*. MF Verlag, Solingen: 277-282

[3] Backhaus, K et al. (2008): Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer, Berlin

[4] Brick, J. M (2011): The Future of Survey Sampling. Public Opinion Quarterly (75): 872-888

[5] Engelhardt, WH et al. (1993): Leistungsbündel als Absatzobjekte. Zeitschrift für Betriebswirtschaftliche Forschung, 45 (5):394-426

[6] Galesic, M; Bosnjak, M (2009): Effects of Questionnaire Length on Participation and Indicators of Response Quality in a Web Survey. Public Opinion Quarterly (73): 349-360

[7] Høstgaard, A. et al. (2011): Methods to identify, study and understand End-user participation in HIT development. BMC Medical Informatics and Decision Making (11): 1-11

[8] Kraigher-Krainer, J (2007): Das ECID-Modell. Fünf Kaufentscheidungstypen als Grundlagen der strategischen Unternehmensplanung. DUV, Wiesbaden

[9] Kriegel, J et al. (2013): Identifizierung strategischer Erfolgsfaktoren im Rahmen der (Weiter)Entwicklung marktreifer eHealth Dienstleistungen. In: Ammenwerth E et al. (Hrsg.), *eHealth2013 - Health Informatics meets eHealth*. Band 293. OCG, Wien: 191-196

[10] Lay, G et al. (2011): Stiefkind Service-Innovation? Informationsquellen, organisatorische Zuständigkeiten und ihre Einflüsse auf den Erfolg mit Dienstleistungen. http://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/49306/1/667439552.pdf Abgerufen am 19.09.2013

[11] Maldonado, T (2007): Digitale Welt und Gestaltung. Birkhäuser, Basel

[12] McColl-Kennedy, J. R et al. (2012): Health Care Customer Value Cocreation Practice Styles. Journal of Service Research (15): 370-389

[13] Ornetzeder, M (2006): Nutzergruppen als Gestalter technischer Innovationsprozesse am Beispiel erfolgreicher ‚Nachhaltigkeitstechnologien' In: Buching, E; Felt, U (Hrsg.), *Technik- und Wissenschaftssoziologie in Österreich. Stand und Perspektiven*. VS Verlag, Wiesbaden: 79-102

[14] Perchonok, J; Montague E (2012): The Need to Examine Culture in Health Technology. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (56): 1847-51

[15] Schreyer, P (2013): Warum werden wir abgehört? Eine Bewusstwerdung und ihre Folgen. http://www.heise.de/tp/artikel/39/39553/1.html Abgerufen am 20.08.2013

[16] Spath, D; Demuß, L (2003): Entwicklung hybrider Produkte – Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel. In: Bullinger, HJ; Scheer, AW (Hrsg.): Service Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. Springer, Berlin: 469-506

[17] Venkatesh, V et al. (2003):. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. MIS Quarterly (27):425-478

Improving patients' adherence by enabling pharmacist-patient communication beyond face-to-face encounters: An analysis of genres of Pharmacist-Patient Health Information Systems

Dirk Volland

University of St. Gallen, ITEM , St. Gallen, Switzerland, E-Mail: dirk.volland@unisg.ch

Klaus Korak

Konsortium Pilot Alphastreams, Zurich, Switzerland, E-Mail: kk@alphastreams.com

Tobias Kowatsch

University of St. Gallen, ITEM, St. Gallen, Switzerland, E-Mail: tobias.kowatsch@unisg.ch

Research in Progress Paper

Abstract

Pharmacist-Patient Health Information Systems (PPHIS) enable continuous communication between pharmacist and patient subsequent to their face-to-face encounter and aim to address the pervasive and costly phenomenon of patients' non-adherence. To further improve the design of PPHIS and their underlying design principles, the present research-in-progress paper describes the use of genre analysis. Results from the first build-and-evaluate cycles are reported and an outlook on the pilot study with 21 Swiss pharmacies and about 500 expected patients is provided.

1 Introduction

Non-adherence behavior is pervasive across countries and therapeutic fields resulting in substantial, but avoidable costs [5], [6], thus making adherence to treatment a priority for healthcare reforms [3]. Among other factors, communication between healthcare professionals and patients has been identified as major determinant of patients' adherence (e.g. [10], [12], [14]).

To this day, however, healthcare professional-patient communication and therefore support and interventions are mainly restricted to the physical spaces of their healthcare institutions such as hospitals, physicians' practices, and pharmacies. This also limits the impact of healthcare professionals' support on patients' adherence. As long as patients are "inside" these institutions, mature processes ensure that both health professionals and patients follow distinct procedures and pathways. A hallmark of these institutions and reflective of their refined internal procedural organization are well-developed genre systems [16]. Genres are "socially constructed and recognized […] templates for social interaction" [17, p. 15]. As sequences of interrelated communicative actions, genre systems organize the temporal, spatial, and social dimensions of interactions between healthcare professionals and patients [17]. Structured communication and with it associated genre systems come to an abrupt halt as soon as patients leave these institutions. Communication and, in turn, interaction and collaboration "outside" institutions is absent or unstructured at best. This absence and the resulting loss of guidance have detrimental effects on patients' adherence, and therefore on therapy quality, outcomes, and associated costs [5], [10].

The current work aims to address this fundamental asymmetry between "inside" and "outside" by developing a system that enables community pharmacists to follow-up and efficiently support their patients over the time of convalescence. Pharmacist-Patient Health Information Systems (PPHIS) enable continuous communication between the pharmacist and the patient subsequent to their face-to-face encounter [12]. Because it is still unknown which communicative practices are created by and emerge in a PPHIS, the general objective of the work at hand is to gain a principal understanding of communicative practices by employing genre analysis [16]. Genre analysis allows for the investigation of emerging communicative practices and their organizational implications when introducing new information systems [8], [16]. This approach has been successfully applied in the healthcare context investigating clinical information systems [4] and in the design and evaluation of IS [1], [4], [7].

Once identified, genres can be used as organizing structures that shape social interactions [17] in an effort to increase patients' adherence to treatment regimes. An example of existing genres and genre systems in pharmacist-patient interaction is presented in Figure 1. All elements represent genres or subgenres. For example, the face-to-face encounter represents a subgenre of the prescription fill process, but a genre with regard to the subgenre of usage instructions. The prescription fill process consists of a sequence of interrelated genres, i.e. the prescription, the face-to-face encounter, the drug label instructions, and the personalized drug information letter that together form a genre system.

More specifically, to further improve the PPHIS and its design principles that were developed in the first build-and-evaluate cycles [12], we seek to gain a better understanding of communication between pharmacists and patients and how it needs to be structured and designed when the patient has left the pharmacy. This information is needed to pre-configure communication functionality of the PPHIS and as such instantiate the system with specific genres that structure communication between pharmacist and patient that go beyond providing the ability to spontaneously communicate as it could already be realized by email or SMS communication. We therefore ask: Which communicative genres, i.e. communication functionalities, need to be integrated into PPHIS?

In the remainder of this paper, we first describe the PPHIS in more detail. Then we introduce methods, followed by first results. We conclude with presenting expected theoretical and practical contributions of our research.

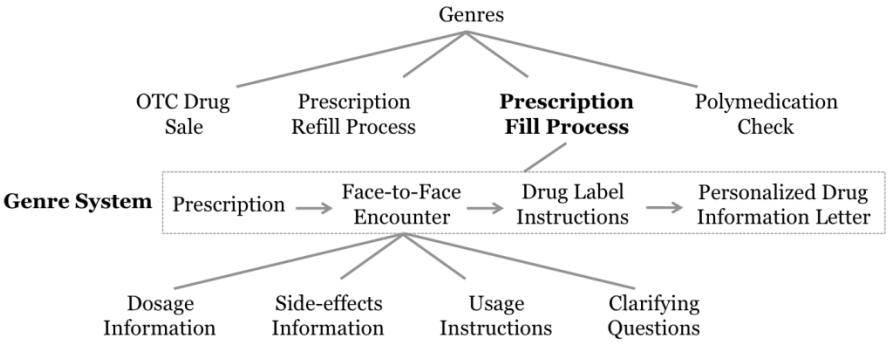


Figure 1: Example of genres and genre system (prescription fill process)

2 Pharmacist-Patient Health Information System (PPHIS)

PPHIS, its definition, theoretical background, and underlying design principles have been introduced in [12]. Based on these design principles (cf. Table 1), a prototype consisting of a communication and monitoring interface for pharmacists tailored to a tablet-PC and a communication interface for patients in the form of a smartphone application was implemented and evaluated. Figure 2 shows the business process model diagram [11] of the general process of interaction between pharmacist and patient that is enabled by the PPHIS. The left part of the diagram illustrates the process inside the pharmacy and the right side the interaction after the patient has left the pharmacy.

The PPHIS combines the following functionality: First, it enables the pharmacist to configure a follow-up with the patient that is structured by several interaction-elements over the time of the patient's therapeutic process. Examples of interaction elements are the provision of health information on a specific day and several feedback types like the request for therapy progress or success, medical parameters like blood pressure, or feedback in form of a photo. Following configuration, a personalized code is generated that is provided to the patient in person and additionally send to the patient's mobile phone by SMS including a download link for the patient-app. Upon activation of the app using a personalized code, the pre-configured interaction elements can be accessed and completed by the patient at the respective time points following the pharmacy-visit.

A typical follow-up for a patient with eczema could involve text or video-based information on how to apply an ointment on the first day, a request to report progress or a photo of affected skin on the fifth day, and a final success control on the tenth day. In addition to the pre-configured elements, pharmacist and patient can also spontaneously use a chat-like dialog-feature to exchange textual information or ask questions, as well as arrange personal follow-up appointments using an integrated booking system. Table 1 shows how design principles of the PPHIS match the implemented functionality.

Table 1: PPHIS design principles and functionality

Design Principle [12]	**Functionality**
DP1 (Extended communication): Pharmacist can follow up with a patient and communicate with a patient during the time of therapy and adjust it depending on feedback from patient.	Pharmacist can pre-configure a follow-up for a patient that triggers communication and feedback events and as such structures the follow-up. Ad-hoc communication can be started from both pharmacist and patient whenever needed through a chat-like dialog function.
DP2 (Information): Pharmacist can provide health-information to a patient during the time of therapy. **DP3** (Motivation): Pharmacist can motivate a patient during the time of therapy. **DP4** (Strategy): Pharmacist can provide strategic support to a patient during the time of therapy.	Pharmacist can choose among the following interaction elements when pre-configuring a follow-up, respectively start an ad-hoc communication during therapy when needed: (1) Photo-Feedback, (2) Therapy-Success-Feedback, (3) Send message, (4) Therapy-Progress Feedback, (5) Arrange follow-up appointment, (6) Pain-Scale-Feedback, (7) Medical-Parameter-Feedback, and (8) Question &Answer.
DP5 (Instantiation): Pharmacist can choose from a given set of informational, motivational, and strategic elements and instantiate them for the given situation over a specified time pattern.	Pharmacist can pre-configure and save interaction templates that include patterns of interaction elements and they can adjust these templates for individual patients at the time of the face-to-face encounter.

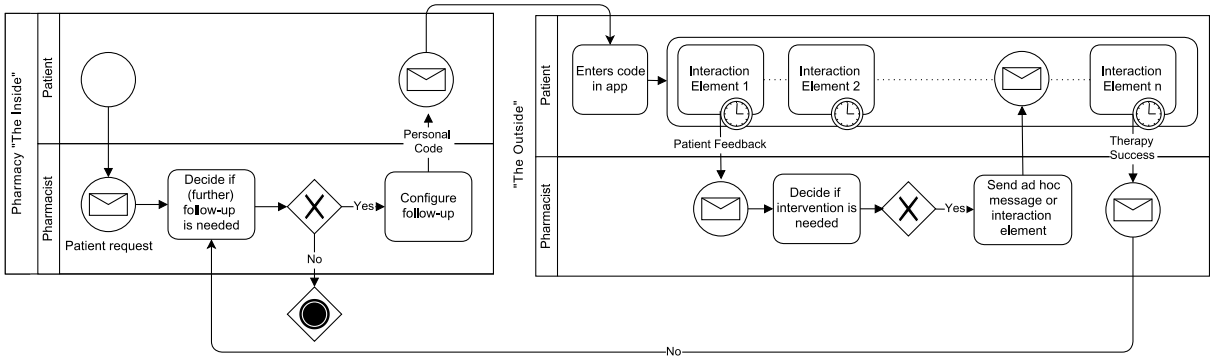


Figure 2: BPMN diagram of pharmacist-patient interaction with the PPHIS

3 Method

The introduced PPHIS has been pre-evaluated in 21 Swiss pharmacies over a period of two months. Pharmacists were asked to run follow-ups of their choice with internal staff but as realistic as possible with regard to the defined situation and indication and the process of the follow-up. After completion, 20 of the pharmacists were interviewed and completed an online survey. We asked for the usefulness of the different communication-features of the system on a 7-point Likert-scale ranging from strongly disagree (1) to strongly agree (7). One-sample t-tests were applied to check if the calculated average differs from the scale's medium of 4.

4 First Results and Outlook

The pharmacy-internal pilot with 102 employees taking the roles of both pharmacists and patients included 307 instantiations of follow-ups that resulted in a total of 1042 interactions of which 778 were textual messages between pharmacist and patient and 264 were feedback documentations. In the absence of actual patients, content analysis of existing messages was of limited value, but gave first indications of a possible future usage by pharmacists. "Patients" extensively used pre-configured structured feedback types, however, the amount of messages sent shows also the importance of spontaneous communication. Pharmacists stressed the importance of a flexible but fast configuration of follow-ups. With regard to the results of the subsequent survey, pharmacists rated the feedback by photo as the most useful one (*Mean*: 6.37, *SD*: 1.01, $p<.001$). Feedback on final therapy success was ranked second (*Mean*: 5.89, *SD*: 0.93, $p<.001$) and sending a message to a specific patient third (*Mean*: 5.84, *SD*: 1.25, $p<.001$). The other features were feedback on therapy progress (*Mean*: 5.79, *SD*: 1.13, $p<.001$), arrangement of a personal appointment (*Mean*: 5.26, *SD*: 1.33, $p<.001$), feedback on a pain scale (*Mean*: 5.16, *SD*: 1.34, $p<.001$), feedback parameters such as blood pressure (*Mean*: 5.00, *SD*: 1.79, $p<.05$), sending health information (*Mean* 5.00, *SD*: 1.63, $p<.01$), and question and answer (*Mean*: 4.95, *SD*: 1.51, $p<.01$). The expected duration of follow-ups ranged from one to more than eleven days.

The findings from the continuous interaction with the pharmacists during the design cycle and the survey provide an answer to the research question and resulted in the user interfaces as shown and described in Figure 3 and Figure 4 that will be used in the field study as described in the following.

Starting from this first instantiation of genres, we will have a field study involving actual patients of the 21 pharmacies beginning in September 2013. We expect about 500 patients to use the PPHIS over a period of two months. For each follow-up, we collect data that defines the context of the follow-up: pharmacist's defined purpose of follow-up, pharmacist's defined diagnosis, drug, duration, predefined structure and content of follow-up, as well as demographic variables such as gender and age. Generated log files will be analyzed quantitatively and qualitatively involving textual analysis and a coding scheme based on the 5W1H framework that can be used to analyze communication for emerging genres [17]. The framework postulates six questions to assess purpose (why), content (what), participants (who), timing (when), location (where), and form (how) of a genre. Coding reliability will be judged using two additional researchers to code a stratified sample of messages and by calculating Cohen's kappa. This analysis provide purposes, forms, contents, and frequency of communication that emerge within the usage of the PPHIS by pharmacists and patients and therefore enable the identification of genres that can be used to further pre-structure the communication. Social network analysis techniques [15] will be used to analyze how genres are interrelated and connected in form of genre systems. Here, genres present the nodes of the network, while the edges represent the strength and direction of the ties between different genres. The respective calculations will be done using UCINET 6.456 [2], providing first insights into the contexts under which specific communication needs of participants evolve, i.e. recurring patterns and sequences of communication. In addition to the collected data, patients and pharmacists receive a survey at the end of each therapy cycle that asks about the patient's adherence behavior based on a rating scale to measure medication adherence as suggested in [9]. This will provide insights into how the usage of the PPHIS influences patients' adherence.

Figure 3: Pharmacist user interface on a tablet-PC

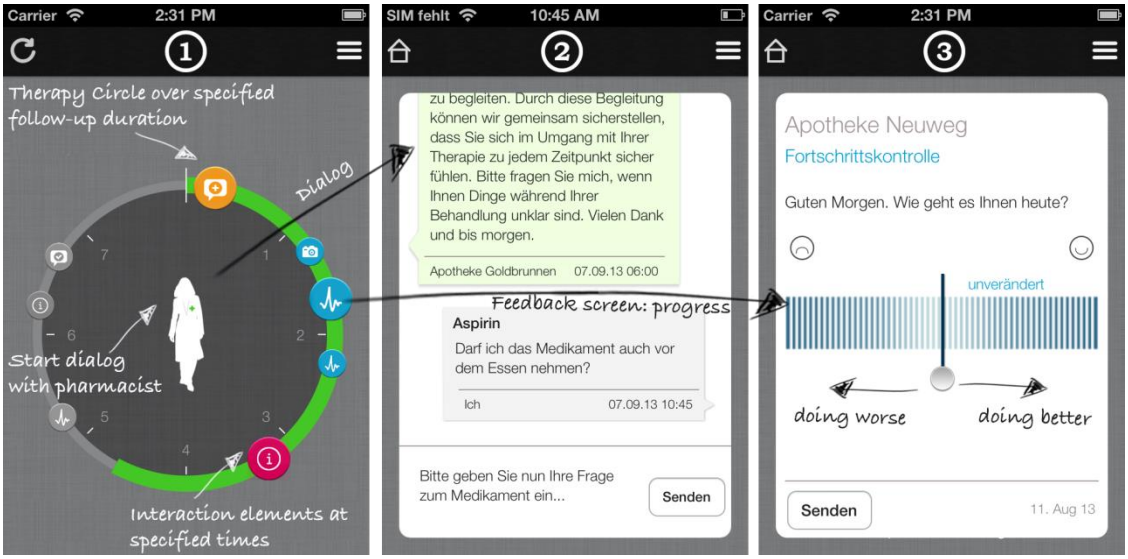


Figure 4: Patient user interface on a smartphone: (1) Main screen's therapy circle, (2) Dialog with pharmacist, (3) Example of a feedback element (therapy progress feedback)

5 Expected Theoretical and Practical Implications

In the study and outlook detailed in this research-in-progress paper, we describe the analysis of communicative practices that emerge in a PPHIS by employing the concept of genre of communication. Presented results that are based on first usage of the PPHIS prototype by pharmacists and a survey provide initial insights into which genres should be instantiated in PPHIS.

With regards to theoretical contributions, this study suggests the use of genre analysis to identify how communication, its structure and elements, could be pre-structured in PPHIS. It extends the work of [12] and provides a first instantiation of genres.

With regard to practical contributions, this study introduces genres of communication that are valuable from a pharmacist's point of view with regard to using PPHIS. The right instantiation of PPHIS might provide an efficient solution to extend communication beyond the personal encounter inside the pharmacy and provide pharmacists a tool to guide their patients throughout the therapeutic process, which may improve patients' adherence but also their satisfaction with the therapeutic process and their loyalty to the pharmacist. The pharmacist, being in many cases the last healthcare professional in personal contact with a patient that starts a therapeutic process, may be the right person to address patients' non-adherence behaviors in the future, also for economic reasons when being compared with the physician. PPHIS and their efficient configuration are a prerequisite for starting this process.

The paper presents the current state in the design research process. The findings so far are limited to the perspective and evaluation of pharmacists but neglect the patient's view and actual behavior. This limitation will be addressed within the field study involving actual patients of the 21 pharmacies.

6 References

[1] Antunes, P; Costa, CJ (2003): From genre analysis to the design of meetingware. In *Proceedings of the 2003 int. ACM SIGGROUP conference on Supporting group work*, New York, US.

[2] Borgatti, S; Everett, M; Freeman, L (2002): Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.

[3] Cutler, DM; Everett, W (2010): Thinking Outside the Pillbox − Medication Adherence as a Priority for Health Care Reform. New England Journal of Medicine 362(17): 1553–1555.

[4] Davidson, E (2000): Analyzing genre of organizational communication in clinical information systems. Information Technology & People 13(3): 196–209.

[5] DiMatteo, MR; Giordani, PJ; Lepper, HS; Croghan, TW (2002): Patient adherence and medical treatment outcomes: a meta-analysis. Medical Care 40(9): 794–811.

[6] DiMatteo, MR; Haskard-Zolnierek, KB; Martin, LR (2012): Improving patient adherence: a three-factor model to guide practice, Health Psychology Review 6(1): 74–91.

[7] Firth, D (2002): Emergent online communities: The structuring of communicative practices over the Internet. In Applegate, L; Galliers, R; DeGross, J (eds.), *Proceedings of the 23rd International Conference on Information Systems*. Barcelona, Spain.

[8] Firth, D; Lawrence, C (2003): Genre analysis in information systems research. The Journal of Information Technology Theory and Application (JITTA) 5(3): 63–77.

[9] Kalichman, SC; Amaral, CM; Swetzes, C; Jones, M; Macy, R; Kalichman, MO; Cherry, C (2009): A simple single-item rating scale to measure medication adherence: further evidence for convergent validity. Journal of the Int. Association of Physicians in AIDS Care. 8(6): 367-374.

[10] Martin, LR (2010): Health behavior change and treatment adherence: Evidence-based guidelines for improving healthcare. Oxford University Press.

[11] Object Management Group (2011): Business Process Model and Notation (BPMN). http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0. Accessed on 01.09.2013.

[12] Volland, D.; Korak, K.; Brückner, D.; Kowatsch, T., (2013): Towards Design Principles for Pharmacist-Patient Health Information Systems, 8th International Conference, DESRIST 2013, Helsinki, Finland, June 11-12, 2013, Proceedings Vol. 7939 LNCS, Springer, Germany, 519-526.

[13] Taitel, M; Jiang, J; Rudkin, K; Ewing, S; Duncan, I (2012): The impact of pharmacist face-to-face counseling to improve medication adherence among patients initiating statin therapy. Patient preference and adherence 6: 323-329.

[14] Thompson, L; McCabe, R (2012): The effect of clinician-patient alliance and communication on treatment adherence in mental health care: a systematic review. BMC Psychiatry 12(1): 87.

[15] Wasserman, S; Faust, K (1994): Social network analysis: Methods and applications (8th ed.), Cambridge University Press.

[16] Yates, J; Orlikowski, W (1992): Genres of Organizational Communication: A Structurational Approach to Studying Communication and Media. The Academy of Management Review 17(2): 299–326.

[17] Yates, J; Orlikowski, W (2002): Genre Systems: Structuring Interaction through Communicative Norms, Journal of Business Communication 39(1): 13–35.

Optimierung der Steuerung logistischer Versorgungsprozesse am Beispiel von Textilien im Krankenhaus

Lasse van de Sand

Hochschule Niederrhein, Fachbereich 10 – Gesundheitswesen, 47805 Krefeld,
E-Mail: lasse.vandesand@hsnr.de

Hubert Otten

Hochschule Niederrhein, Fachbereich 10 – Gesundheitswesen, 47805 Krefeld,
E-Mail: hubert.otten@hsnr.de

Abstract

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Optimierung der Steuerung von logistischen Versorgungsprozessen am Beispiel der Textilversorgung in einem Klinikum der Maximalversorgung. So wird aus routinemäßig erfassten wäschelogistischen Lieferdaten, eine kostenoptimale Versorgungsfrequenz unter Berücksichtigung von Sicherheitsbedürfnissen des Klinikums zu ermittelt. Weiterhin werden die errechneten Textilverbrauchswerte mit Informationen des Datensatzes gemäß §21 Krankenhausentgeltgesetz in Zusammenhang gebracht, um eine Aussage über den Einfluss dieser Informationen auf den Verlauf des Textilverbrauches treffen zu können. Letztlich ergibt sich auf Grundlage der Informationen des §21 Krankenhausentgeltgesetz die Möglichkeit ein Prognosemodell für den zu erwartenden Verbrauch unterschiedlicher Textilien in einer Klinik zu entwickeln.

1 Einleitung

In dem vorliegenden Artikel wird die Möglichkeit dargelegt, eine Methode zu entwickeln, die es ermöglicht, ausgehend von den routinemäßig im Rahmen der Wäscheversorgung eines Krankenhauses erhobenen Daten, eine unter Kosten- und Sicherheitsaspekten optimale Steuerung der zugehörigen Logistikprozesse vorzunehmen. Gegenwärtig steht die Textilversorgung üblicherweise nicht im Zentrum der Optimierungsbestrebungen von Krankenhäusern. Daher ist anzunehmen, dass dieser Bereich eine Reihe bisher unerschlossener Wirtschaftlichkeitspotentiale bietet. Zur exemplarischen Ableitung dieser Potentiale wird aus, von Seiten eines Klinikums der Maximalversorgung zur Verfügung gestellten, Lieferdaten zunächst tagesbezogene Wäscheverbrauchsmengen errechnet. Basierend auf diesen Verbrauchsmengen kann dann eine, am Konzept des Servicegrades orientiere, Berechnung optimaler textiler Sollbestände unter Einbezug verschiedener, möglicher Versorgungsfrequenzen durchgeführt werden. Als Resultat wird für jede klinische Bedarfsstelle und jeden Wäscheartikel quantifizierbar, welche Lagermengen im jeweilig betrachteten Versorgungsrhythmus zur Gewährleistung einer spezifischen Versorgungssicherheit erforderlich sind. Zur Beurteilung der monetären Dimensionen werden sowohl die kapitalbezogenen Kosten der Wäschelagerung als auch die im Zusammenhang mit der textilbezogenen Ver- und Entsorgung entstehenden Prozesskosten in die Analysen einbezogen. Im Hinblick auf die angestrebte Entwicklung einer Steuerungsmöglichkeit der wäschelogistischen Organisation und Prozesslandschaft wird es damit möglich, für den wäschelogistischen Bereich eines Klinikums eine kostenoptimale Versorgungsfrequenz, unter Berücksichtigung von individuellen Sicherheitsbedürfnissen und organisatorischen Rahmenbedingungen, abzuleiten. Somit kann die Organisation der Wäschelogistik innerhalb eines Krankenhauses, sowohl im Bezug zur Häufigkeit als auch zur Art der zugehörigen Prozessdurchführungen, kostenoptimal gestaltet werden. Um einen möglichen Zusammenhang des Textilverbrauches mit medizinischen und sonstigen Leistungsdaten zu prüfen, wird auch der Datensatz gemäß §21 des Krankenhausentgeltgesetztes in die Untersuchungen einbezogen. Ziel ist es zu prüfen, in wie weit sich der vermutete Zusammenhang bestätigt und ob es theoretisch möglich ist, den Wäscheverbrauch einer Klinik in Abhängigkeit ausgewählter medizinischer Routinedaten zu prognostizieren.

1.1 Berechnung hypothetischer Textilverbrauchswerte

Im Rahmen der Dokumentation innerhalb des wäschelogistischen Bereiches von Kliniken werden aktuell in der Regel keine realen Verbrauchs- sonder Liefermengen nachgelegter Wäscheartikel erfasst. Um aus den dokumentierten Liefermengen artikel- und bereichsbezogene Verbrauchswerte zu errechnen, bedarf es daher der Entwicklung einer allgemeingültigen Verteilungsformel. Da innerhalb des hier betrachteten Klinikums für jeden Wäscheartikel in Abhängigkeit der einzelnen Bedarfsstelle (z.B. Ambulanz, Normalstation, OP etc.) spezifische Sollmengen definiert sind, dienen die im Datenbestand verzeichneten Liefermengen zum Ausgleich zwischen den ermittelten realen (Rest-)Beständen und festgelegten Sollmengen der Textilien. Die Liefermengen repräsentieren damit den angefallenen Verbrauch im Zeitraum zwischen zwei Lieferzeitpunkten. Betrachtet man den jeweils aktuellen Liefertermin, ist es zur Berechnung des Verbrauches notwendig, die dort ausgewiesene Liefermenge auf den Zeitraum bis zum vorherigen Liefertermin aufzuteilen. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, eine Gleichverteilung vorzunehmen oder die Verteilung in Abhängigkeit weiterer Kriterien (z.B. Wochentag, Uhrzeit) zu modifizieren. In Absprache mit den Verantwortlichen des Klinikums wird im weiteren Verlauf dieser Ausarbeitung die Annahme einer Gleichverteilung getroffen. Das grundlegende theoretische Konzept dahinter gestaltet sich hierbei wie folgt:

- Es besteht kein Unterschied der Verbrauchsmenge in Abhängigkeit der Uhrzeit (z.B. Vormittagsverbrauch ist nicht höher als Nachmittagsverbrauch).
- Der nächtliche Wäscheverbauch ist zu vernachlässigen.
- Durch die bisher überwiegend tägliche Belieferung der Bedarfsstellen an den Wochentagen Montag bis Freitag ist es möglich, tagesbezogene Verbrauchsschwankungen adäquat abzubilden.
- Die Wochentage Samstag und Sonntag sind untereinander hinsichtlich der Verbrauchsintensität als gleichwertig anzusehen.

In wie weit diese Annahmen mit der klinischen Realität übereinstimmen kann, in Ermangelung der erforderlichen Bewertungsgrundlage, hier nicht geprüft werden. Insbesondere die angenommene Unerheblichkeit des Wäscheverbrauches von genauen Uhrzeiten sollte in künftigen Analysen kritisch hinterfragt werden. Basierend auf den üblichen klinischen Abläufen erscheint diese Annahme zumindest für bestimmte Artikel unwahrscheinlich. Als Beispiel sei der Verbrauch an Handtüchern im Rahmen der morgendlichen Grundversorgung der Patienten durch das Pflegepersonal genannt. Hier erscheint es wahrscheinlich, dass der Verbrauch überwiegend am Beginn eines Tages entsteht. Unabhängig davon ist es auch bei einer unterstellten Gleichverteilung des Textilverbrauches erforderlich, den Zeitpunkt der Wäschelieferungen an die klinischen Bedarfsstellen zu berücksichtigen. Gemäß der Angabe des Klinikums erfolgen diese immer gegen Mitte des Tages (im unmittelbaren Anschluss an die Feststellung des Bedarfs). Somit dient die am aktuellen Lieferdatum gelieferte Textilmenge sowohl zur Abdeckung des Verbrauchs des halben aktuellen, als auch des halben vorherigen Lieferdatums. Letztlich ergibt sich somit folgender Berechnungsansatz zur Aufteilung der aktuellen Liefermengen:

$$V1 = \frac{\text{Liefermenge (aktuell)}}{\text{Anzahl Tage von letzter bis aktueller Liefermenge-1}} \quad (1)$$

$$V2 = V1*0{,}5 \quad (2)$$

$$V3 = V1*0{,}5 \quad (3)$$

2 Berechnung optimaler Textillagermengen

Im Hinblick auf die optimale Steuerung der wäschelogistischen Versorgung eines Klinikums besteht das Ziel, optimale Wäschelagermengen für sämtliche der eigesetzten Textilien in Abhängigkeit von möglichen Versorgungsfrequenzen und Sicherheitsbedürfnissen zu berechnen. Ebenso wie die berechneten Wäscheverbrauchswerte sollen die optimalen Lagermengen letztlich gegliedert nach Artikel und klinischer Bedarfsstelle vorliegen. Als Ansatzpunkt dient das Konzept zur Nutzung von Servicegraden zur Bestimmung optimaler Lagermengen. Im Folgenden werden die in diesem Zusammenhang einige der wesentlichen methodischen Ansatzpunkte systematisch vorgestellt.

2.1 Exkurs: Konzept des Servicegrades

Der Begriff des Servicegrades bezeichnet ein prozentuales Maß für den Anteil, der innerhalb eines definierten Zeitraumes eintreffenden Bedarfsmeldungen, die verzögerungsfrei aus dem aktuellen Lagerbestand bedient werden können. Als alternative Bezeichnungsmöglichkeit gilt der Begriff des Lieferbereitschaftsgrades.[3] Rechnerisch lässt sich der Servicegrad ermitteln als.[3]

$$SG = \frac{\text{Anzahl termingerecht erfüllter Bestellungen im Betrachtungzeitraum}}{\text{Anzahl sämtlicher Bestellungen im Betrachtungzeitraum}} * 100 \quad (4)$$

Beispielhaft bedeutet ein Servicegrad von 99%, dass in 99 von 100 Bedarfsfällen der benötigte Artikel direkt im Lager vorhanden ist und dem Anwender ohne weiteren Zeitverzug zur Verfügung gestellt werden kann. In einem dieser 100 Bedarfsfälle ist der betreffende Artikel jedoch nicht direkt abrufbar und muss zunächst beschafft werden. Als weitere Dimension des Servicegrades kann, neben der termingerechten Erfüllung, eine mengen- und qualitätsgerechte Ausführung der Kundenanforderungen einbezogen werden. Bei Integration dieser zusätzlichen Kriterien ergibt sich der Servicegrad gemäß folgender Formel:[9]

$$\text{SG} = \frac{\text{Termin-,mengen-und qualitätsgerecht ausgeführte Aufträge}}{\text{Anzahl aller Kundenaufträge}} * 100 \quad (5)$$

Es wird ersichtlich, dass in Abhängigkeit der gewählten Anforderungskriterien differierende Berechnungsergebnisse möglich sind. Neben dem Einbezug unterschiedlicher Kriterien zur Bewertung der anforderungsgerechten Erfüllung (Termin, Menge, Qualität) finden sich in der Literatur weitere Differenzierungsansätze im Kontext der Berechnung von Servicegraden. Hinsichtlich der Bezugsbasis gilt es grundsätzlich zwischen einer Berechnung des Servicegrades als Bedarfsservice oder Stückservice zu unterscheiden. Die Ermittlung als Bedarfsservice basiert auf der Anzahl eingegangener und bedienter Bedarfspositionen und entspricht damit im Wesentlichen den obigen Ansätzen. Die Berechnung des Servicegrades als Stückservice erfordert den direkten Einbezug von Bestellmengen. Rechnerisch ermitteln sich Servicegrade als Bedarfs- oder Stückservice gemäß folgender Formeln.[4]

$$\text{SG als Bedarfsservice} = \frac{\text{Anzahl bedienter Bedarfspositionen}}{\text{Anzahl aller Bedarfspositionen}} * 100 \quad (6)$$

$$\text{SG als Stückservice} = \frac{\text{bediente Nachfragemenge}}{\text{Gesamtmenge der Nachfrage}} * 100 \quad (7)$$

Auch hier wird ersichtlich, dass es in Abhängigkeit der Bezugsbasis zu unterschiedlichen Berechnungsergebnissen kommen kann. Einige Definitionen sehen eine weitere Differenzierung des Servicegrades in α- und β-Servicegrad vor. Der α-Servicegrad drückt dann die Wahrscheinlichkeit aus, dass innerhalb eines Zeitraums die gesamte Nachfrage nach einem Produkt entsprechend der gesetzten Kriterien befriedigt werden kann. Der β-Servicegrad entspricht dem Anteil der prognostizierten Nachfragemenge, welche erwartungsgemäß anforderungsgerecht bedient werden kann.[5] Somit ermöglicht der β-Servicegrad den Einbezug unternehmensindividueller Erwartungswerte.[10] Es ist erkennbar, dass keine absolute Trennschärfe zwischen den unterschiedlichen Definitionen des Begriffes „Servicegrad“ besteht. Bei der Interpretation oder Anwendung von Servicegraden ist es demnach von entscheidender Bedeutung, die jeweiligen theoretischen Basiskonzepte in die Überlegungen einzubeziehen. Ausgehend von den hier dargelegten Definitionsmöglichkeiten bezeichnet der Begriff des Servicegrades im weiteren Verlauf dieser Arbeit den auf die Dimensionen der termin- und mengengerechten Erfüllung reduzierten und als Stückservice berechneten α-Servicegrad. In der betrieblichen Praxis dient die retrospektive (empirische) Ermittlung von Servicegraden unter anderem der Prüfung der eigenen Lieferbereitschaft. Das Konzept des Servicegrades kann jedoch auch genutzt werden, um ausgehend von einer angestrebten Lieferbereitschaft, optimale Lagermengen in Abhängigkeit von den individuellen Sicherheitsbedürfnissen eines Unternehmens festzulegen.

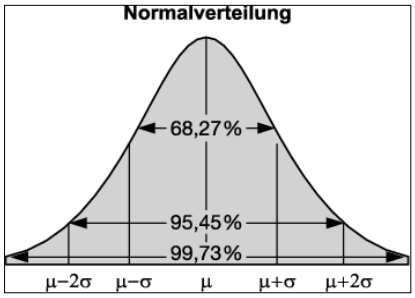
2.1.1 Servicegrade und optimale Lagermengen

Die theoretische Grundlage des Konzeptes zur Nutzung von Servicegraden im Kontext der Definition optimaler Lagermengen besteht in der Annahme, dass das mengenmäßige Nachfrageverhalten einer Normalverteilung entspricht. Die so genannte Normalverteilung stellt eine häufig verwendete theoretische Verteilung dar. Ihre hohe Bedeutung leitet sich unter anderem aus dem Umstand ab, dass durch sie eine Vielzahl empirischer Häufigkeitsverteilungen approximiert werden kann.[11] Als alternative Bezeichnung gilt der Begriff der Gaußschen Glockenkurve. Die Abbildung 1[7] zeigt in qualitativer Form eine solche Verteilung. Der ausgewiesene Erwartungswert μ entspricht hierbei dem Mittelwert einer zufällig verteilten Variablen.[1] Die Standardabweichung σ versteht sich als Streuungsmaß und errechnet sich als positive Quadratwurzel der Varianz einer solchen Zufallsvariablen.[8] Grundsätzlich entspricht die Wahrscheinlichkeit, dass eine normalverteilte Zufallsvariable einen Wert in einem bestimmten Intervall annimmt, der Fläche unterhalb der Gaußschen Glockenkurve innerhalb der Intervallgrenzen.[1] Bei Festlegung der Intervallgrenzen durch μ und σ einer normalverteilten Zufallsvariablen lassen sich demnach definierte Wahrscheinlichkeiten für die Annahme bestimmter Wertebereiche angeben. Dieser Zusammenhang wird letztlich bei der Berechnung optimaler Lagermengen in Abhängigkeit definierter Servicegrade genutzt. Das wesentliche Charakteristikum dieses Ansatzes besteht in einer retrospektiven Analyse des artikelbezogenen Nachfrageverhaltens (Ermittlung von μ und σ der Nachfragemenge), sowie dem Einbezug von servicegradabhängigen Sicherheitsfaktoren. Die Tabelle 2 [6] führt einige dieser definierten Sicherheitsfaktoren auf. Die zu wählende Bestands- bzw. Lagermenge errechnet sich gemäß folgender Formel[6]:

$$\text{Opt. LM} = \text{MW Nachfrage} + \text{Sicherheitsfaktor*Stabw. Nachfrage} \qquad (8)$$

Unter der gängigen Annahme, dass die Nachfragemenge eine normalverteilte Zufallsvariable darstellt ist die optimale Lagermenge folglich mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit dazu geeignet, die reale Nachfragemenge jederzeit abzudecken. Die Verwendung von Servicegraden ermöglicht es damit letztlich (prospektiv), eine optimale Lagermenge in Abhängigkeit der bisherigen Nachfragerealität unter Einbezug von Sicherheitspräferenzen des Anwenders zu bestimmen. Letztlich führen höhere Sicherheitsbedürfnisse des Klinikums (ausgedrückt über die Wahl hoher Servicegrade) immer zu einer Erhöhung der notwendigen Sicherheitsbestände und damit auch zu entsprechenden kapitalbezogenen Kosten der Anschaffung und Einlagerung.

Abbildung 1 - Normalverteilung



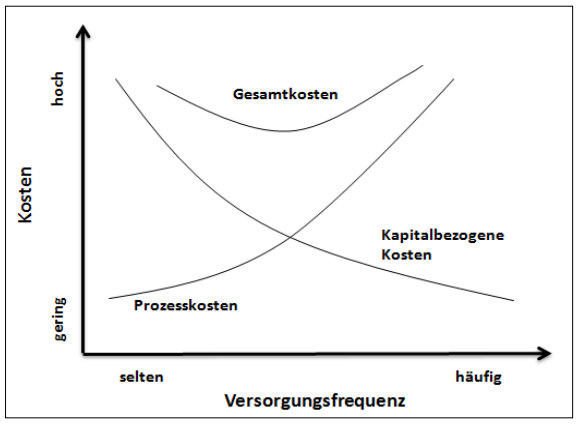
2.2 Kapitalbezogene Lagerkosten und Kosten logistischer Prozesse im Kontext von Lieferfrequenzen und Servicegraden

Betrachtet man die durch gelagerte Artikel entstehenden kapitalbezogenen Kosten, sowie die durch die Belieferung mit selbigen Artikeln anfallenden Prozesskosten im Kontext einer gegebenen Versorgungsfrequenz und eines gegebenen Servicegrades, so lässt sich ein allgemeingültiger Zusammenhang feststellen. Je häufiger Gesamtunternehmen (z.B. Krankenhaus) und einzelne Abteilungen (z.B. bettenführende Stationen) mit einem bestimmten Artikel beliefert werden, umso geringer kann der Sollbestand der Lagermenge gewählt werden. Daraus resultiert im Zeitverlauf eine Reduktion der Kapitalbindung bei gleichzeitiger Erhöhung der Prozesskosten. In analoger Form führt eine Reduktion der Versorgungsfrequenz zu einer Erhöhung der kapitalbezogenen Kosten und einer Verminderung der im Kontext der Versorgung anfallenden Prozesskosten. Beispielhaft lassen sich als Bestandteile der Prozesskosten benennen:

- Kosten der Bedarfsermittlung
- Kosten der Bestellung- und Bestellübermittlung
- Kosten der Kommissionierung und des Transports
- Kosten der Einlagerung am Bedarfsort

Die Abbildung 2 [11] zeigt die angesprochenen Kostenverläufe in qualitativer Form in Abhängigkeit von Versorgungsfrequenz und Servicegrad. Es wird deutlich, dass die Bestimmung einer kostenoptimalen Lieferfrequenz auch immer die Berücksichtigung von kapitalbezogener Kosten und Prozesskosten erfordert. Nur durch die Berücksichtigung dieser Wechselwirkung kann es gelingen eine nach den genannten Kriterien optimal gestaltete Wäschelogistik innerhalb eines Klinkums zu implementieren.

Abbildung 2 – Kosten und Versorgungsfrequenz



3 Ergebnisse der Verbrauchsberechnung (Gesamtklinikum)

Im Betrachtungszeitraum (03.05.2011 – 28.07.2011) errechnet sich für das analysierte Klinikum ein Wäscheverbrauch über alle Textilartikel von 326.850 Stück. Dieser Gesamtverbrauch verteilt sich auf 56 unterschiedliche Bedarfsstellen (bettenführende Stationen und Fachabteilungen). Betrachtet man die absolute Höhe des Textilverbrauches im Zeitverlauf, so zeigen sich deutliche, periodische Schwankungen der Verbrauchswerte (vgl. Abbildung 3).

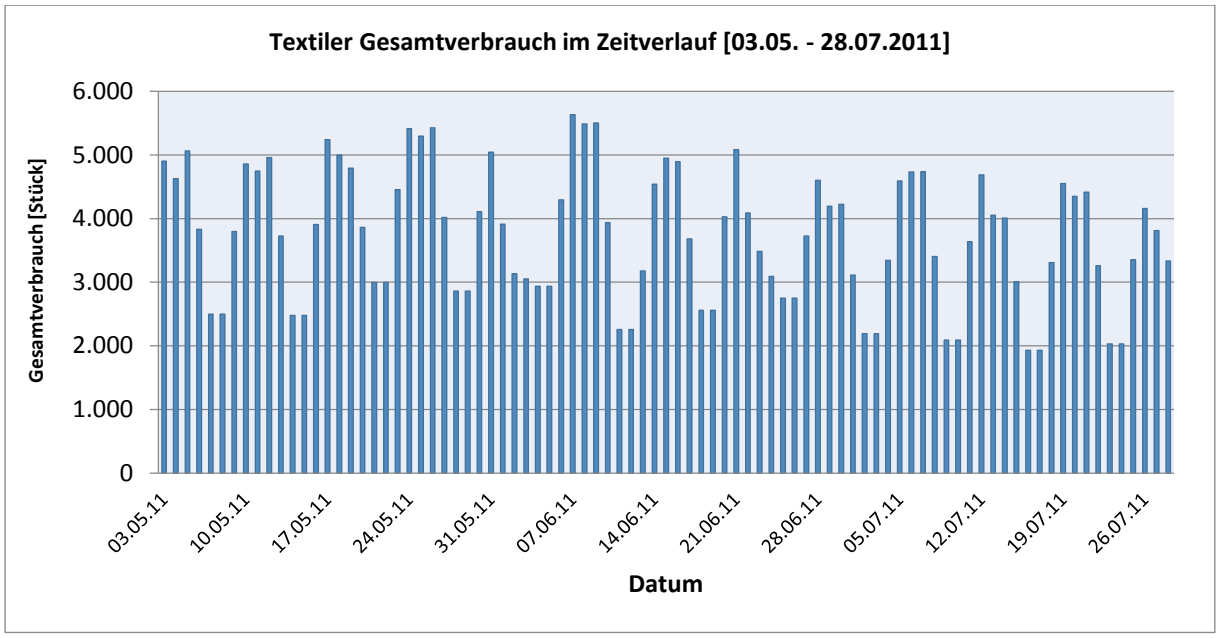


Abbildung 3 - Textiler Gesamtverbrauch

Bezieht man den jeweiligen Wochentag (Montag – Sonntag) in die Analyse ein, so wird deutlich, dass die Tage von Dienstag bis Donnerstag als überproportional verbrauchsintensiv zu charakterisieren sind. Die Wochenenden (Samstag und Sonntag) zeichnen sich dahingegen durch einen deutlich geringeren Wäscheverbrauch aus. Die Tabelle 1 fasst einige der in diesem Zusammenhang relevanten statistischen Maßzahlen zusammen. Die Übereinstimmung der Werte an Samstagen und Sonntagen begründet sich rechnerisch in dem Umstand, dass an diesen beiden Tagen keine Wäschelieferungen erfolgen.

	Wochentag						
	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
Gesamtverbrauch	45.145	63.317	59.251	57.983	41.990	29.582	29.582
Mittelwert	3.762	4.871	4.558	4.460	3.499	2.465	2.465
Stabw	414	408	535	777	383	367	367
Maximum	4.457	5.635	5.486	5.501	4.019	2.996	2.996
Minimum	3.178	4.159	3.814	3.136	3.005	1.931	1.931

Tabelle 1 - Statistische Kennzahlen Textilverbrauch Gesamtklinikum

Auf Grund des gewählten Abrechnungsmodells im Rahmen der textilen Versorgung des hier betrachteten Klinikums (externer Dienstleister, Abrechnung über kg-Preise) können unter Einbezug der Gewichte der textilen Artikel ebenfalls Aussagen über die monetäre Dimension der insgesamt angefallenen Textilverbräuche getroffen werden. Die verbrauchsbezogene Kostenanalyse der Wäscheversorgung zeigt, dass sich im Betrachtungszeitraum ein Abrechnungsbetrag von insgesamt 143.427,42 € auf Basis der Kilogrammpreise ergibt. Der zeitliche Verlauf entspricht hierbei weitgehend demjenigen des stückmäßigen Textilverbrauches (vgl. Abbildung 4).

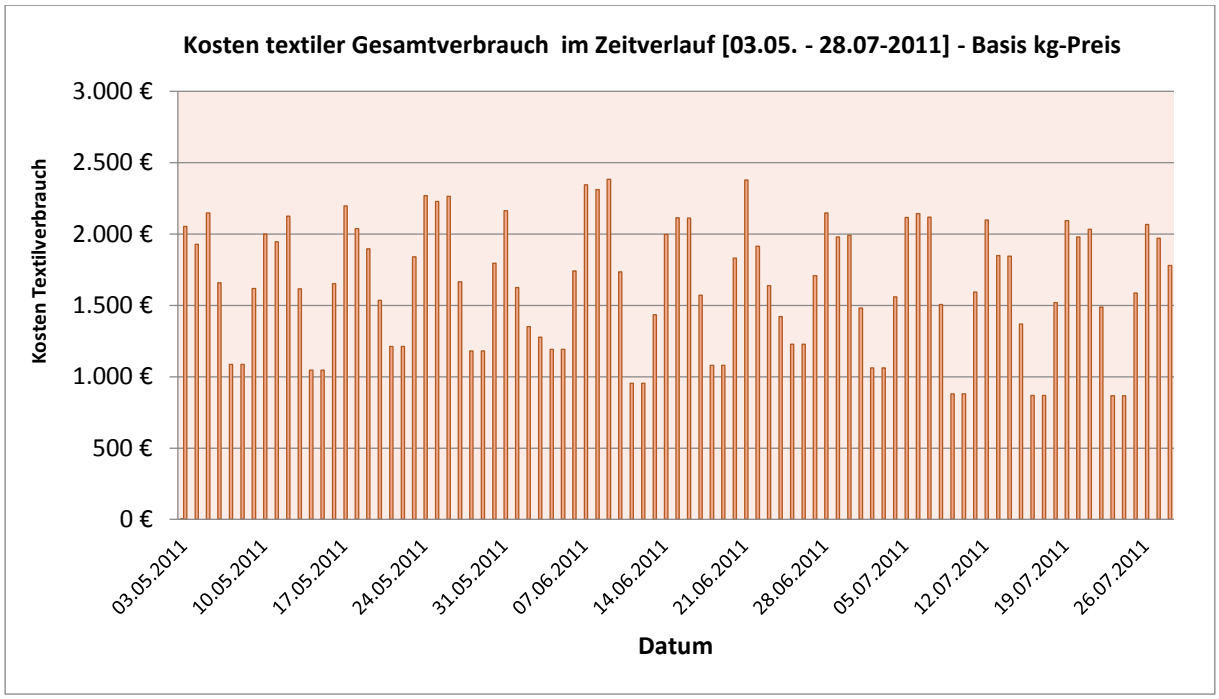


Abbildung 4 - Kosten textiler Gesamtverbrauch

Insgesamt zeigen sich damit sowohl im stück-, als auch im kostenmäßig betrachteten Verbrauchsverlauf wochentagabhängige Schwankungen. Dies weist grundsätzlich auf eine mögliche Konzentration des klinischen Leistungsgeschehens an den als besonders verbrauchsintensiv zu charakterisierenden Wochentagen (Dienstag, Mittwoch, Donnerstag) hin. Zudem zeigt die Übereinstimmung von stückmäßigen und preisbezogenen Verbrauchsverläufen für das Gesamthaus einen relativ homogenen Einsatz des Artikelspektrums auf. So lassen sich die Unterschiede in der Höhe der entstehenden Kosten hauptsächlich durch die Mengenentwicklung begründen. Tage an denen besonders kostenintensive Textilien verbraucht werden sind somit nicht ersichtlich. Diese Aussage relativiert sich jedoch vor dem Hintergrund des gewählten Abrechnungsmodells, da sich die hier ausgewiesenen Kosten auf Basis von Kilogrammpreisen berechnen. Die unterschiedlichen Anschaffungspreise, welche sich im Wesentlichen in Abhängigkeit von Komplexität und Qualität des Produktes ergeben, sind in diesem Kapitel nicht berücksichtigt.

4 Bestimmung einer kostenoptimalen Versorgungsfrequenz im Kontext von Servicegraden, kapitalbezogenen Textilkosten und krankenhaus-internen Prozesskosten

Grundsätzlich bietet die Gegenüberstellung von kapitalbezogenen Wäschekosten und ver- und entsorgungsbezogenen Prozesskosten die Möglichkeit, eine unter Kostengesichtspunkten optimale Lieferfrequenz für jeden der berücksichtigten Servicegrade zu bestimmen. Es ist nahvollziehbar, dass geringe Lieferfrequenzen zu hohen kapitalbezogenen Kosten und relativ geringen Prozesskosten führen. Eine häufige Belieferung bedingt im Umkehrschluss geringe kapitalbezogene Kosten bei einem gleichzeitigen Anstieg der Prozesskosten. In dem aktuellen, zwischen dem Klinikum und dem beauftragten Dienstleister bestehenden, Abrechnungsmodell profitiert jedoch zunächst primär dieser externe Dienstleister von einer Reduktion der kapitalbezogenen Textilkosten. So gehen ein Abbau von Kapitalbindungskosten und eine Verringerung der Abschreibungsbeträge vollständig zu dessen

Gunsten. Lediglich die Kategorie der Lagerhaltungskosten führt bei der Erschließung von Einsparpotentialen auch direkt zu einem Abfall der Kosten auf Klinikseite. Die ermittelten Prozesskosten für die direkte Ver- und Entsorgung der einzelnen Bedarfsstellen innerhalb des Klinikums sind hingehen auch komplett dem Klinikum zuzurechnen. Die Prozesskosten, welche sich auf Seiten des Dienstleisters ergeben (Waschen der Wäsche, Beladen der LKWs zu Anlieferung etc.), hier nicht betrachtet. Nach Angaben des Dienstleisters lassen sich diese Kosten allenfalls in Randbereichen (z.B. Häufigkeit der LKW-Fahrten zur Wäscheanlieferung) über die Wahl von Lieferfrequenz und Servicegrad beeinflussen und stellen hauptsächlich eine Funktion des realen Wäscheverbrauches des Klinikums dar. Demnach verbleiben die folgenden hier betrachteten Kostenkategorien:

a) Auf Dienstleisterseite:

Jährliche Kapitalbindungskosten

Jährliche Abschreibungsbeträge für Abnutzung der Textilien

Jährliche Lagerhaltungskosten

b) Auf Klinikseite:

Jährliche Lagerhaltungskosten

Jährliche Prozesskosten für Ver- und Entsorgung der Bedarfsstellen

Stellt man diese jährlichen Kosten von Klinikum und Dienstleister gegenüber und ermittelt zusätzlich die resultierenden Gesamtkosten (Kosten Dienstleister + Kosten Klinikum), ergibt sich für exemplarisch gewählte Lieferfrequenzen die Darstellung in Abbildung 5.

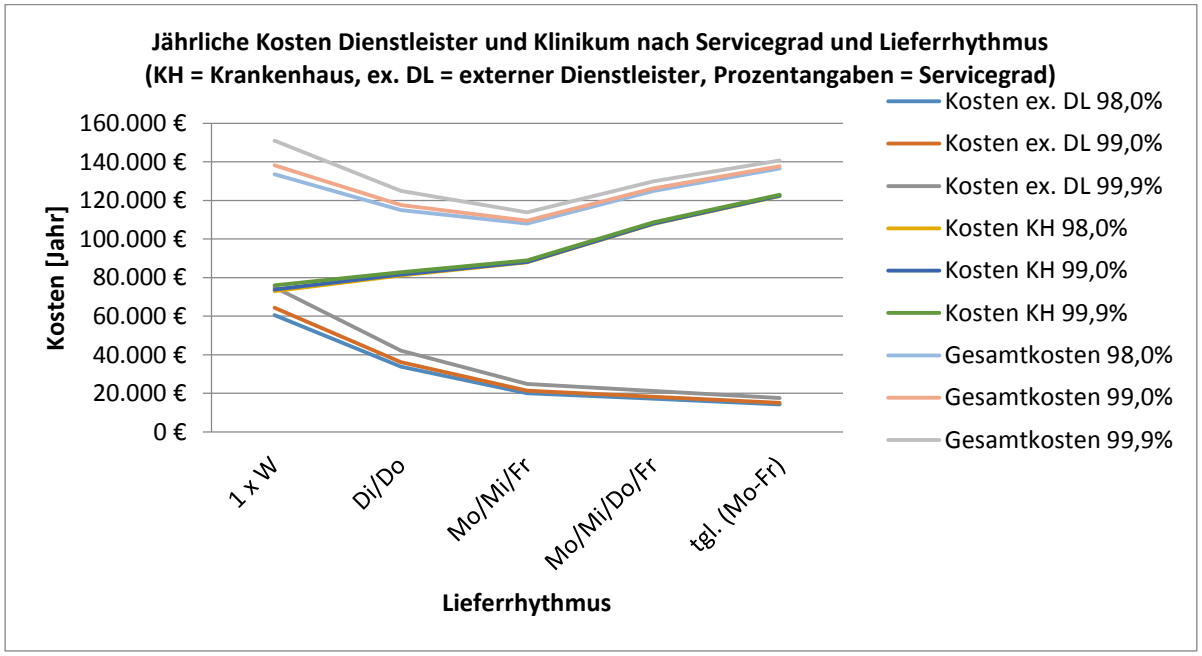


Abbildung 5 – Jährliche Kosten in Abhängigkeit von Lieferrhythmus und Servicegrad

Es wird deutlich, dass bei Betrachtung der Gesamtkosten, der Lieferrhythmus Montag, Mittwoch, Freitag als kostenoptimale Entscheidungsalternative zu beurteilen ist. Im konkreten Fall muss bedacht werden, dass sich die Gesamtkosten auf Dienstleister und Klinikum verteilen. Nimmt man die gegenwärtige Situation einer überwiegend täglichen Wäscheversorgung (Montag – Freitag) als Ausgangspunkt, ergeben sich bei unterstellter Reduktion der Frequenz auf die Liefertage Montag, Mittwoch und Freitag auf Seiten des Dienstleisters Mehrkosten. Verrechnet man diese auf Seiten des Dienstleisters entstehenden Mehrkosten mit den entsprechenden Einsparungen des Klinikums, so ergeben sich die Einsparpotentiale gemäß Tabelle 2.

Potentiale bei Umstellung von tgl. Belieferung (Mo. - Fr.) auf die Liefertage Mo., Mi. und Fr.	
Servicegrad	**Jährliche Potentiale**
98,0%	-28.580,35 €
99,0%	-28.122,89 €
99,9%	-26.881,21 €

Tabelle 2 - Einsparpotentiale nach Verrechnung

Die Einsparpotentiale zeigen, dass das Klinikum selbst bei voller Kompensation der frequenzbedingten Mehrkosten des Dienstleisters Einsparungen in einer jährlichen Höhe zwischen 27.963,05€ (Servicegrad 98,0%) und 26.115,07€ (Servicegrad 99,9%) realisieren kann.

5 Auswertung des Zusammenhangs von Textilverbräuchen und Merkmalen des Datensatzes gem. § 21 Krankenhausentgeltgesetz.

Mit dem Ziel eine rechnerische Aussage darüber zu treffen, in wie weit die aus dem Datensatz gemäß §21 KHEntgG extrahierten Informationen in einer linearen Beziehung mit den innerhalb des Klinikums im Betrachtungszeitraum entstandenen Textilverbräuchen stehen, werden im Folgenden bivariante Korrelationen zwischen verschiedenen Merkmalen bestimmt. Sämtliche im weiteren Verlauf dieser Analyse ausgewiesenen Korrelationskoeffizienten verstehen sich als empirische Korrelationskoeffizienten nach Bravais-Pearson.[2] Es soll damit einschätzbar werden, ob es möglich ist, anhand eines der aus dem Datensatz gemäß §21 des Krankenhausentgeltgesetztes extrahierten Merkmale eine Prognose des realen Gesamtwäscheverbrauches abzuleiten. Die Tabelle 3 führt die gemeinsamen Korrelationskoeffizienten des insgesamt (artikelunabhängig) im Klinikum im Betrachtungszeitraum entstandenen stückmäßigen Wäscheverbrauchs und der betrachteten Informationen des Datensatzes gemäß §21 des Krankenhausentgeltgesetzes auf.

Leistungsdaten	Korrelationskoeffizient
Anzahl Aufnahmen	0,76
Anzahl Entlassungen	0,59
Mittelwert (Aufnahmen + Entlassungen)	0,76
Patientenzahl	0,73
Anzahl Prozeduren	0,81
Anzahl operative Prozeduren	0,77
Anzahl inkontinenter Patienten	0,13
Alter in Jahren (Durchschnitt aller Patienten)	0,12
Alter in Jahren (Durchschnitt ohne Geburten)	0,00

Tabelle 3 - Korrelationskoeffizienten bzgl. Gesamttextilverbrauch

Es zeichnet sich ein starker positiv linearer Zusammenhang zwischen dem entstandenen Textilgesamtverbrauch und der Anzahl aller durchgeführter Prozeduren ab (Korrelationskoeffizient: 0,81). Dies gilt gleichfalls für die Anzahl der geleisteten operativen Prozeduren (Korrelationskoeffizient: 0,77). Ebenso besteht ein deutlicher positiv linearer Zusammenhang zwischen dem insgesamt im Klinikum während des Betrachtungszeitraumes angefallenen Verbrauch an Textilien und der Anzahl aufgenommener (Korrelationskoeffizient: 0,76) sowie im Krankenhaus einliegender (Korrelationskoeffizient: 0,73) Patienten. Auch die ermittelte Korrelation mit dem Mittelwert aus neu aufgenommenen und entlassenen Patienten drückt eine derartige Beziehung der Variablen aus (Korrelationskoeffizient: 0,76). Die Anzahl der entlassenen Patienten weist einen mittleren positiv lineare Beziehung mit dem stückmäßig erfassten Wäschegesamtverbrauch auf (Korrelationskoeffizient: 0,59). Die übrigen einbezogenen Leistungsdaten zeigen mit Korrelationskoeffizienten zwischen 0,00 und 0,13 keinen bzw. allenfalls einen ausgesprochen schwachen positiv linearen Zusammenhang mit dem Textilverbrauch des Klinikums. Da eine alleinige Betrachtung eines der, aus dem Datensatz gemäß §21 KHEntgG extrahierten, Merkmale hinsichtlich einer Prognose des wahrscheinlichen Gesamtwäscheverbrauches von geringer praktischer Relevanz ist, bietet sich die Durchführung einer multiple Regressionsanalyse an.[2] Ziel dieser Analyse in diesem Kontext ist es, in Abhängigkeit der einbezogenen unabhängigen Variablen (Informationen des Datensatzes gemäß §21 KHEntgG) eine möglichst hohe Übereinstimmung zwischen prognostiziertem und realem Wäschegesamtverbrauch (abhängige Variable) herzustellen. Zu diesem Zweck wurden insgesamt vier verschiedene multiple Regressionsanalysen mit jeweils unterschiedlicher Zusammenstellung der unabhängigen Variablen durchgeführt. Die jeweils einbezogenen Variablen können der Tabelle 4 entnommen werden.

Regression	Einbezogene unabhängige Variablen
I	Anzahl Aufnahmen
	Patientenzahl
	Anzahl Prozeduren
II	Mittelwert (Aufnahmen + Entlassungen)
	Patientenzahl
	Anzahl Prozeduren
III	Anzahl Aufnahmen
	Patientenzahl
	Anzahl operative Prozeduren
IV	Mittelwert (Aufnahmen + Entlassungen)
	Patientenzahl
	Anzahl operative Prozeduren

Tabelle 4 - Einbezogene Variablen

Auf einen simultanen Einbezug der Kriterien „Anzahl Aufnahmen“ und „Mittelwert (Aufnahmen + Entlassungen)“ wird auf Grund ihrer direkten gegenseitigen Abhängigkeit verzichtet. Auch die Kriterien „Anzahl Prozeduren“ und „Anzahl operative Prozeduren“ werden nicht innerhalb einer Regressionsanalyse verwendet, da beide Kriterien den prozedurale Aufwand innerhalb des Klinikums abbilden. Als Nullhypothese [2] gilt in diesem Zusammenhang die Annahme, dass die aus dem Datensatz gemäß §21 des Krankenhausentgeltgesetzes extrahierten Merkmale keine Auswirkungen auf den im Klinikum anfallenden Textilgesamtverbrauch haben. Die Alternativhypothese [2] besteht in der Unterstellung eines Effektes dieser Merkmale auf den stückmäßigen Gesamtwäscheverbrauch. Die Tabelle 5 führt die, sich auf Grundlage der Textilverbrauchsprognose mittels der jeweiligen Regressionsgleichungen ergebenden, Abweichungen von den realen Textilverbrauchswerten im Betrachtungszeitraum auf.

Prognose	Mittlere Abweichung prognostizierter Verbrauch von realem Verbrauch [Stück]
I	11,48%
II	12,12%
III	11,49%
IV	13,15%

Tabelle 5 – Prognoseergebnis multiple Regression

Letztlich kann daraus abgeleitet werden, dass ein Einbezug der in den Regressionsgleichungen I bzw. III verwendeten unabhängigen Variablen zu einer bestmöglichen Prognose des

Gesamtwäscheverbrauches führt. Die Belastbarkeit der Ergebnisse ist in zukünftigen Analysen erneut zu beurteilen, da in der vorliegenden Situation nur eine relativ schmale Datenbasis zur Ableitung der Regressionsgleichungen besteht (87 berücksichtigte Tage). Der bisher nicht über die einbezogenen unabhängigen Variablen erklärbare Anteil der Varianz des stückmäßigen Gesamttextilverbrauches ist dabei vor dem Hintergrund weiterer Merkmale zu prüfen. Insbesondere weitere medizinische Kriterien wie z.B. die PCCL-Werte einliegender Patienten konnten in der vorliegenden Ausarbeitung nicht berücksichtigt werden. Hierzu ist zukünftig ein Einbezug weiterer klinischer Routinedaten (z.B. Daten auf DRG-Ebene) notwendig. Sollte es gelingen, eine weitergehende Erklärbarkeit der Varianz des Textilverbrauches und eine nahezu 100%ige Verbrauchsprognose zu erreichen, so würde es möglich, die wäschelogistische Versorgung (Bestellmengen, Sollbestände etc.) nicht nur kostenoptimal sondern in Abhängigkeit medizinischer und organisatorischer Routinedaten auch prospektiv planen und zu gestalten

Literaturverzeichnis

[1] Bosch, K. (2002). *Statistik Wahrheit und Lüge*. Oldenbourg: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.

[2] Hippmann, H.-D. (2003). *Statistik - Lehrbuch für Wirtschafts und Solzialwissenschaftler, 3. Auflage*. (H.-D. Hippmann, Hrsg.) Stuttgart: Schäffer-Peoschel Verlag Stuttgart.

[3] Oeldorf, G., & Olfert, K. (2004). *Kompakt Training Materialwirtschaft.* (K. Olfert, Hrsg.) Leipzig: Kiehl Verlag GmbH.

[4] Oeldorf, G., & Olfert, K. (2004). *Materialwirtschaft, 11. Auflage.* (K. Olfert, Hrsg.) Leipzig: Kiehl Verlag GmbH.

[5] Prangenberg, A. (2010). *Auswahl und Beurteilung alternativer Gestaltungselemente in der Materialwirtschaft von Krankenhäusern* (Bde. Münsteraner Schriften zur Medizinökonomie, Gesundheitsmanagement und Medizinrecht, VI). (W. von Eiff, A. Prinz, N. Senninger, & H. D. Steinmeyer, Hrsg.) Münster: Lit Verlag Dr. W. Hopf.

[6] Roth, L. (2012). *Sicherheitsbestand*. Abgerufen am 16. November 2012 von http://www.sicherheitsbestand.de/seite-3-3-2.htm

[7] Schaich, E., & Schmidt, K. (2010). *Gabler Wirtschaftslexikon*. (G. Verlag, Herausgeber) Abgerufen am 20. September 2012 von http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/2071/normalverteilung-v7.html

[8] Schwarze, J. (1994). *Grundlagen der Statistik - Beschreibende Verfahren.* (J. Schwarze, Hrsg.) Herne, Berlin: Verlag Neue Wirtschafts-Briefe GmbH.

[9] Stausberg, M., & Kranefeld, A. (2008). *Kennzahlen für die Distribution.* (M. Stausberg, Hrsg.) Kissing: WEKA Media GmbH & Co. KG.

[10] Suchanek, B. (1996). *Sicherheitsbestände zur Einhaltung von Servicegraden.* Frankfurt am Main, Berlin, Bern, New York, Paris, Wien: Europäischer Verlag der Wissenschaften.

[11] Wibbeling, S. (2006). *Zielorientierte und wirtschaftliche Gestaltung der krankenhausinternen Materialversorgung*. (A. Kuhn, Hrsg.) Dortmund: Verlag Praxiswissen.

Improving Comprehensibility of Medical Information - Proof-of-Concept for Patient Information Leaflets

Till Blesik

University of Cologne, Faculty of Management, Economics and Social Sciences, D-50923 Cologne, E-Mail: till.blesik@smail.uni-koeln.de

Tobias Dehling

University of Cologne, Faculty of Management, Economics and Social Sciences, D-50969 Cologne, E-Mail: dehling@wiso.uni-koeln.de

Ali Sunyaev

University of Cologne, Faculty of Management, Economics and Social Sciences, D-50969 Cologne, E-Mail: sunyaev@wiso.uni-koeln.de

Abstract

Many patients have difficulties with comprehending written and spoken health information presented to them. Additionally, detailed explanation of medication use and further implications are too complex and expensive to be carried out by medical professionals whenever they are prescribing medication. An alternative approach to transform medical information in an easier understandable form could save cost for medical service providers and help to increase patients' adherence. We present a requirements framework for medical information translation systems. Furthermore, concept, architecture, and actual implementation of a web application leveraging crowdsourcing are illustrated. To demonstrate that the crowdsourcing approach is suitable to improve comprehensibility of medical information, a proof-of-concept experiment is conducted.

1 Introduction

Without a medical background, patients are neither able to fully comprehend given written and spoken health information nor able to interpret it correctly [16, 27]. Transformation of such information into an easier understandable form by the prescribing medical professional is a complex and therefore expensive operation. Transformation of the information into a more comprehensible format would save cost for medical service providers and allow for creation of innovative applications for presenting medical information. Furthermore, lack of understanding is one barrier to adherence [30] – "the extent to which a person's behavior […] corresponds with agreed recommendations from a health care provider" [11]. By providing easy understandable medical information, it could be possible to enhance patients' adherence and increase the quality of their treatment. A better understanding of their illness could additionally motivate patients to be proactive, empower them to take a more active role in managing their own health, and enable them to reap more benefits from personalized health care.

Transformation of medical information consists mainly of two tasks: translation and enrichment. There are several approaches to perform these tasks with strongly varying degree of computer use ranging from live-transformation during the patient-doctor dialogue to completely automated transformation. While live-transformation provides high quality and customization to patients' needs, automated transformation delivers fast results with low cost at any time [1]. To combine advantages of both approaches, computer-aided transformation by experts or a crowdsourcing-approach could be used.

Crowdsourcing describes the "act of taking a job traditionally performed by a designated agent and outsourcing it to an undefined, generally large group of people" [19]. In this paper, we apply crowdsourcing for the translation of medical information because crowdsourcing represents a good way to obtain high-quality translations from non-professional translators for relatively low cost [29]. To the best of our knowledge, no concept currently exists that describes problems and requirements for implementation of a crowdsourcing translation system for medical information. We test the applicability of crowdsourcing for transformation of medical information by implementing a web application prototype and conducting a proof-of-concept experiment.

2 Crowdsourcing

Crowdsourcing is derived from outsourcing and was first used by Jeff Howe in an article for 'Wired' magazine [18]. In the context of translations, crowdsourcing can be defined as "the process by means of which organizations can tap into the wisdom of their dedicated external community and use the wisdom for their benefit, i.e. with low cost, for more languages, and within the specified time frame" [1]. Besides low cost, a dedicated community represents an additional aspect that makes the definition suitable for the scope of our research. When comparing different translation approaches, crowdsourcing emerges as promising solution. Comparison of human and machine translation leads to the selection of human translation due to significantly better performance in the crucial quality dimension [7]. In contrast to professional translation, the costs are significantly lower when employing a crowdsourcing approach while quality of results remains similar [1, 29]. Since disadvantages of machine and professional translation are avoided, crowdsourcing translation seems to be a promising approach for the developed web application, named ePill crowd (epill.uni-koeln.de/crowd, (in German)).

One of the most famous crowdsourcing systems is Wikipedia. Wikipedia provides various medical information. Rajagopalan et al. [23] compared the quality of cancer information found on Wikipedia with a professionally maintained database. Articles of Wikipedia and the professional database have similar depth and accuracy, but the professionally edited articles appeared to be more readable. On the one hand, this confirms other studies saying that crowdsourcing can create high quality information, but on the other hand it imposes the challenge of generating well readable results. Wikipedia's concept is a promising approach and is adapted for the development of ePill crowd. ePill crowd was developed as an ancillary web application to ePill, which makes patient information leaflet information available in a web application and offers supplementary services [5, 6].

3 ePill crowd Requirements

Medications are created to fight any attack on a person's health [2]. Unfortunately, tampering with nature eliminates not only threats but creates also risks [15]. Many laws, regulations, and administrations handle this tightrope walk, affecting all drug related areas. Elements covered in this section are not selected by importance for drugs in general, but by relevance for ePill crowd. For example, the European Medicines Agency (EMA, www.ema.europa.eu/ema) is in charge of making recommendations for drug approvals, following strict regulations, and ensures drug quality, safety, and efficiency. Beyond doubt, this approval process is of high importance. Nevertheless, most laws focusing on the approval process do not fit the scope of our research.

3.1 Content accordance check

Directive 2001/83/EC [9], which addresses medicinal products for human use, is highly relevant for ePill crowd because it explains which indications must appear on the exterior packaging and leaflet of medications. Article 54 of the directive contains a list of 14 particulars, numbered (a) to (n), that must appear on the outer or immediate packaging, for example: Product name – denominations depending on dosage and pharmaceutical form (a). A list of excipients known to have a recognized action or effect (d). Instructions how to use the medicine (n). Although some particulars are only relevant for the physical product, like expiry date (h), most are generally applicable. To be in line with current European norms, **inclusion of EU-norm particulars** is a requirement for ePill crowd.

Article 59 stipulates that "the package leaflet shall be drawn up in accordance with the summary of the product characteristics". Summary of products characteristics (SPC) provide information on how to safely and effectively use medical products. SPC content must be approved in an official assessment. SPC provide "the most impartial and complete information about prescription-only medicines" [26]. Albeit SPC are not well suited to convey medication information [2], SPC are the most complete and objective information source a patient can access. Hence, provided information should be in accordance with SPC, but easier to understand. Consequently, **accordance with the summary of product characteristics** is another requirement.

3.2 Quality Assurance

Transformation is supposed to make information easier to understand. Yet, making medical information available holds substantial risks. In the best case, ePill crowd users' adherence will increase, which will also lead to improvement of users' quality of life [11]. Erroneous information, misinterpretation or wrongly derived treatment can have fatal consequences [20]; for instance, a misfortunately stuck key that results in a typographic error for Insulin or Valium dose rate – e.g.,

making it ‘11’ units instead of ‘1’ unit – would most likely cause the death of any user relying on it. To avoid negative consequences or harm to users’ health, best possible precautions have to be taken. Therefore, **quality assurance of transformed content** is an important requirement.

Since transformations require input data, quality assurance for input data is necessary. The underlying database is derived from ePill [5], which provides basic leaflet information that was obtained from an older version of Gelbe Liste (www.gelbe-liste.de). Hence, for the prototype, we assume that the basic dataset is error-free. Necessity of quality assurance for input data depends on the type of medical information processed. In the context of this paper, it can be solved organizationally through design – by only accepting data from published leaflets or using official data sources for the summary of product characteristics. For other systems that work with personal medical records, for example, personal health records where patients enter their own data, more extensive quality assurances have to be implemented. Directive 95/46/EC requires that “every reasonable step must be taken to ensure that data which are inaccurate or incomplete […] are erased or rectified” [10].

3.3 Overview

Content accordance		
Requirement 1	EU-Norm particulars	The system must provide the particulars required by EU-Norm 2001/83/EC – Article 54.
Requirement 2	Summary of product characteristics	Provided information must conform to information contained in summary of product characteristics.
Quality assurance		
Requirement 3	Quality assurance of transformed content	Quality of transformed information must be ensured.

Table 1: Requirements framework

Table 1 summarizes the law- and regulation-based core requirements for ePill crowd. If these core requirements are not fulfilled, it will be dangerous and unethical to make the resulting transformed information publicly accessible and they will most likely fail authorization processes for publishing.

4 System Design

4.1 Concept

ePill crowd is supposed to support the translation process by leveraging crowdsourcing. A translation process has three main elements; a source language, a translation process, and a target language [24]. The ePill crowd process flow is derived from the elements of the translation process and adapted to the identified requirements (Figure 1). First, information (source language) has to be made available. It has to be considered how the information should be stored, how to best present information, and how to reach high accessibility. Second, tools have to be provided to make it as easy as possible for the crowd to transform the information (translation). Third, it has to be assured that transformed content (target language) meets the quality requirements.

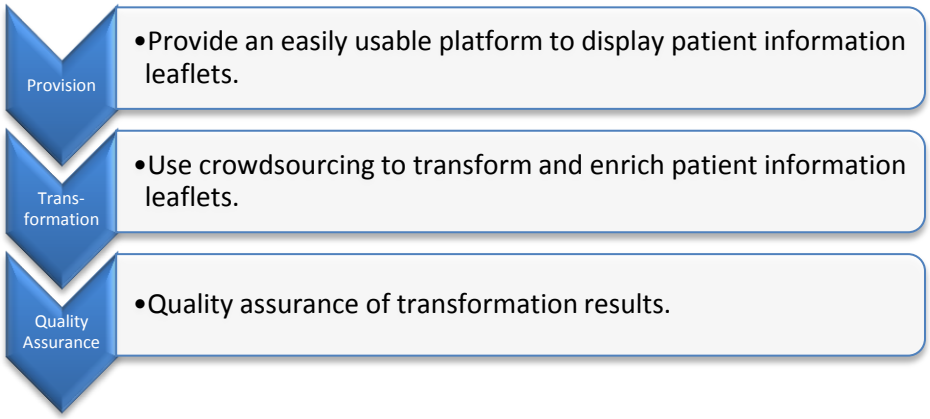


Figure 1: Process flow of ePill crowd

4.2 Architecture

An initial idea of ePill crowd is already insinuated by the process flow (cf. Figure 1). The rise of crowdsourcing is closely connected with advancing internet technology [8]. The internet perfectly supports crowdsourcing mechanisms. Therefore, ePill crowd will be developed as **web application**. A web application has many advantages: it can be "easily accessed and consulted at any time, can ease locating of desired information, it can more comfortably point users to further information, it can be updated easily, and it offers a customizable structure as well as interactive content" [5].

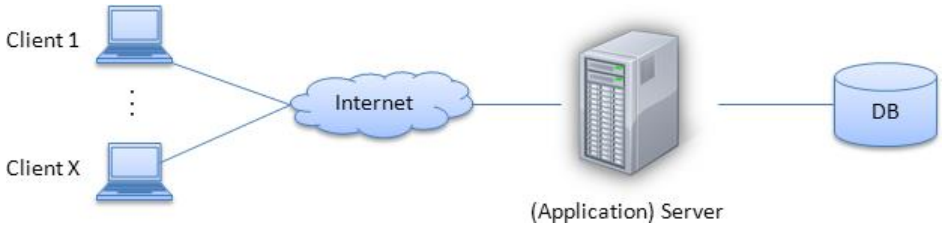


Figure 2: Simplified web application architecture

As shown in Figure 2, basic web application architectures typically consist of clients connected via the internet to a server that has access to a database. Clients send requests via the internet to the application server. The application server extracts necessary data from the database and delivers response information back to the clients via the internet. Large and complex web applications need an appropriate architecture. For instance, load balancing could be necessary to handle the workload of highly frequented applications. Redundant databases could help to assure data security and consistency. Replication of the elements of the host architecture helps to increase applications' availability and scalability [5].

ePill crowd is built upon the Model-View-Controller (MVC) architectural pattern [3]. An architectural pattern [3] divides software into predefined subsystems, defines responsibilities for each subsystem, and provides guidelines to organize subsystem relationships. For systems that feature human-computer interaction – so called interactive systems, like ePill crowd – the MVC pattern is well-suited [3]. Applications following the MVC pattern are divided into three components as shown in Figure 3. The model contains data and database logic. Views are responsible for displaying information. Program logic and event handling is implemented in the controller. In combination, views and controllers comprise the user interface (UI). The controller acts as intermediary between model and view. For

example, if a user opens the web application, the controller queries data from the model, which extracts it from the database, and transfers it to the view where the information is graphically represented and displayed to the user. The MVC pattern makes it easy to develop and maintain an application [5, 21]: The application's look is independent of the model and controller components, and can be changed without changing underlying data structures or logic. Multiple interfaces can simultaneously be maintained to adapt to specific purposes. Furthermore, the MVC pattern works well with complex system architectures. An application with high workload, multiple interfaces, and large data volume could be spread about many server clusters. Application logic and load balancing can be implemented on servers with high processing performance. Models can be handled on database servers with large storage capacities. Different types of views can be handled on specialized servers offering, for example, data-stream compression for mobile clients or high graphics performance for thin-clients.

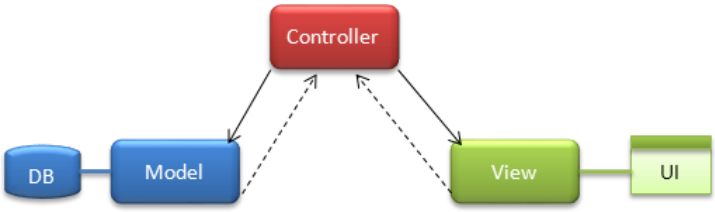


Figure 3: Model-View-Controller Pattern

5 Implementation

ePill crowd employs the Wikipedia approach because it represents a promising approach for creation of high quality medical information [23]. In addition to the constructs used by Wikipedia, like editable content pages, references, and message boards, two additional constructs are used: Activity and question. Activity refers to actions for changing medication texts, changing text statuses, changing medication discussion text, posting or answering questions, and changing question statuses. Questions can be posted for parts of medication information or the whole medication text. Type or content of questions is not specified, users can ask for general advice or specific advice regarding incomprehensible text parts.

5.1 Provision of medication information

With respect to page layout, it is recommended to use recognizable environments, conform to standard design paradigms [17], and imitate existing components [13]. Since ePill crowd is similar to Wikipedia, ePill crowd offers a similar graphical user interface (cf. Figure 4). A search bar is placed on the center top *(A)*. After typing a couple of letters, possible autocomplete matches are shown. If the entered search string matches a medication exactly, the medication will directly open after submission. For ambiguous search terms, a list of possible matches pops up and medications can be opened by clicking on them. There is a menu on the left side *(B)*, which is grouped by functionality. The first item leads to the start page.

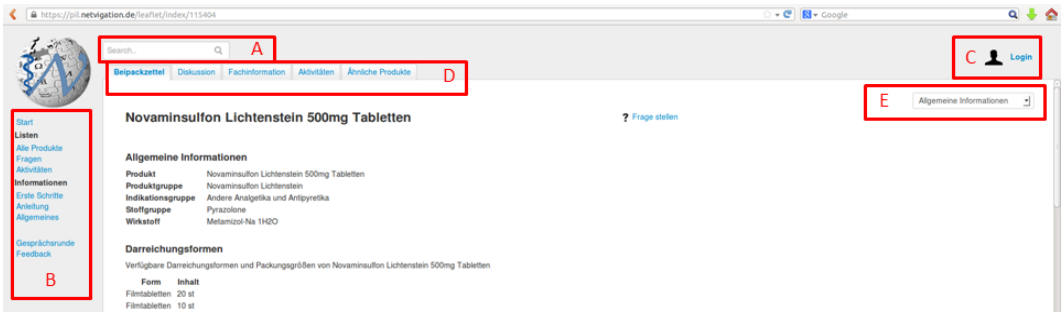


Figure 4: ePill crowd GUI layout

Elements on the start page (Figure 5) are displayed as tiles. This eases possible customization of the start page by removing or adding content. At the top (*Start-A*), a welcome text is displayed including links to system functions and content, for example, links to manuals, which help to get started. Furthermore, unsolved questions (*Start-B*), newest questions (*Start-C*), and newest activities (*Start-D*) are shown. Users can directly see open questions and proof-read recent changes. Thus, this design helps to foster participation.

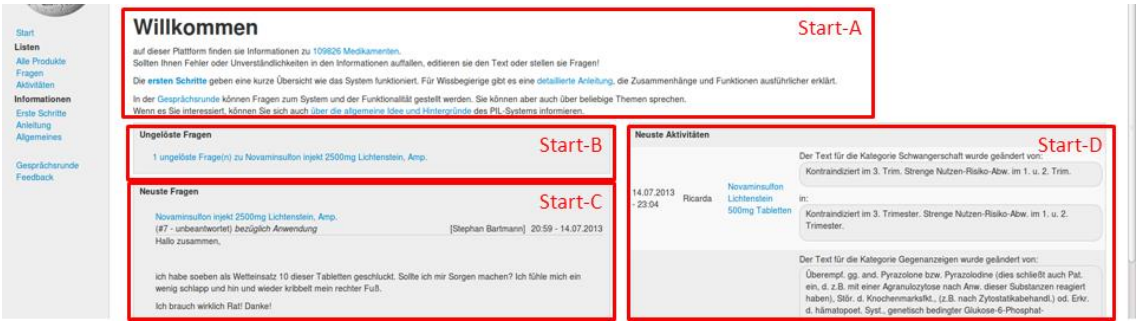


Figure 5: The system's start page

The second menu group of *(B)* gives access to several lists that provide possibilities to get a detailed overview of specific content. In the first list, all medications are alphabetically listed. The second list shows medications for which questions exist. All activities are displayed in the third list. The third menu group of (*B*) holds pages offering information on ePill crowd itself and assistance with ePill crowd use. First steps are described on the page linked first. Second, a more detailed manual is provided. The last page provides general information about the system, the authors, and the motivation for ePill crowd. In the fourth and last menu group of (*B*), a chat area can be accessed and feedback can be given. Users can register and log in on the upper right side (*C*). Registered users can use some additional features. If a text they edited is edited again or if the status of one of their questions is changed, they will receive notifications. Extra menu points are also available. They can view their own questions and activities. If desired, logged in users will get recommendations for medications they could improve through adaptation of SuggestBot's [4] functionality. To find recommendations, ePill crowd combines the knowledge of which texts a user edited and searches for similar medications using contained substances. If a leaflet is opened, functions and views related to the opened leaflet are reachable over the tabs on top of the content area *(D)*. Leaflet information is provided in the first tab. The second tab holds questions regarding the respective medication and a corresponding discussion section. In the third tab, specific information is provided, that is, SPC can be posted. Activities are listed in the fourth tab, representing the change history of the medication page. The last tab generates a

list of medications which are similar with respect to medication group and substances. To navigate leaflet contents, a dropdown menu is always shown on the upper right of the content area *(E)*.

5.2 Transformation of Medication Information

The goal of the transformation is to enrich leaflet information and improve comprehensibility. To foster user contribution, crowd contribution systems must allow for higher degrees of freedom [12, 14]. ePill crowd must be able to handle heterogeneous input and support consolidation of input into a joint artifact. The input must be text. Existing text can be edited and new text can be added. It is, for example, possible to format text by making parts of it bold or structure it using lists. Users can transform text in every possible way within each editable part. To avoid deletion of required particulars, it is not possible to edit the highest structural level of leaflets. If text for required particulars is missing, a message requesting users to contribute missing information will be displayed. Figure 6 shows leaflet text in normal mode (left) and in edit mode (right). To edit text, users click the pen icon (🖉) directly above the text. They can then use the disk icon (💾), which replaced the pen icon, to save their changes. Users can post questions to each text part or about the medication as a whole by clicking the question mark (?). Posted questions are displayed and discussed in the discussion tab. Question status can be switched between answered and unanswered. The question and discussion feature solves the dilemma that people who could improve text usually already understand the text and do not see the need for improvement. Questions can be seen as an indication for bad comprehensibility and provide a function to solve complicated or very special cases without messing up leaflet information. The activity tab shows all activities for the respective medication, can be used to see previous text versions, and to undo them. Activities can be filtered for changes applied to leaflet information and can even be reduced to one text category. Users who want to contribute are supported by the ‘similar products’ tab and the ‘Give me work!’ menu point. With these features, users can find further products that could spark their interest and lie within their area of expertise.

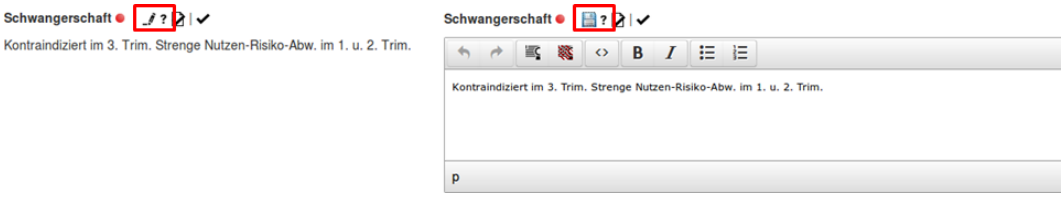


Figure 6: Leaflet text in normal mode and in edit mode

5.3 Quality Assurance

It is crucial that high quality of provided information is assured. Misinterpretation or wrongly derived treatment can have fatal consequences [20]. In ePill crowd, two functions are implemented to support quality control even further than the Wikipedia approach of having multiple control readers and editors. The control elements for both quality assurance functions are shown in Figure 7.

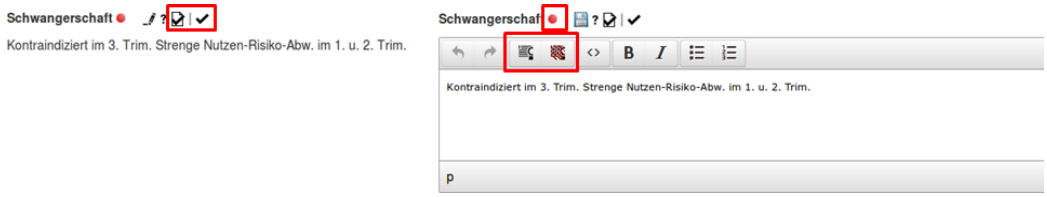


Figure 7: Elements to operate quality assurance functions

If text is edited, the new version does not replace the original text but is saved separately. Further changes will apply to the separately saved text. Texts can have two states: either verified or edited. Edited text can be changed by everyone and is only subject to quality control of the crowd. Verified versions are former edited versions that were approved by authorized users. If a verified version and an edited version exist, the edited version is displayed. The verified version can always be accessed using the 'sheet with check mark' (☑) icon, which also indicates the existence of two versions by being displayed or not displayed. Rights to approve edited versions, which changes the status to verified and triggers replacement of former verified versions, is only given to users with a sophisticated medical background. Approval is the sole function not available for every user and should be used carefully. Systems like ePill crowd should have clear guidelines stating who is allowed to approve edited versions. Such guidelines depend on the context the system is used in. A possible guideline would be to allow approvals only if the edited text was verified by an official agency. In the ePill crowd proof-of-concept experiment only medically educated users were allowed to approve edited versions. The second quality assurance function enables users to annotate text with references (add citation: , remove citation:) to more specific information, which are displayed as tooltip via mouse-over effect (e.g., terms like 'seldom' or 'often' can be linked to a table that lists actual percentages). In edit mode, marked text can be linked to a corresponding text part of a reference. References can only be made to text that is provided in the 'specific information' tab. Medically educated users can discuss whether referenced text parts are sufficient to prove leaflet information and, if necessary, edit it. Next to each text part, a small colored circle is displayed. The circle changes its color, depending on the percentage of referenced text in the information. Switching between red, yellow and green, the circle uses a traffic light metaphor to signal users the reliability of provided information. This approach could motivate users to apply references in order to reach a green light level. Functionality to differentiate between verified and normal information is the only function not fitting the Wikipedia approach. Given the special system focus, this consistency break is justifiable by the need to always be able to offer verified information.

6 Fulfillment of Requirements

Content accordance	
✓ Requirement 1 (EU-Norm particulars)	The leaflet's top-level structure cannot be edited and shows always the required particulars. If no information is available, the particular is shown and the user is asked to contribute the respective information.
✓ Requirement 2 (Summary of product characteristics)	The reference function supports the process of making leaflet information conform to summary of product characteristics (SPC). SPCs can be contributed for each product. Users are motivated to reference leaflet information to SPC information.
Quality assurance	
✓ Requirement 3 (Quality assurance of transformed content)	Although there is no automated quality check, the Wikipedia approach enables every user to check the quality. The reference function includes the traffic lights system as possible quality indicator. Furthermore, leaflet information can be verified, providing a fallback function if edited information is suspicious.

Table 2: Achievement of requirements

As shown in Table 2, the implementation meets all requirements. Requirement 2, conformance to summary of product characteristics, is the only one not completely fulfilled. Even though the system supports conformance to SPC and motivates users to apply it, it is not enforced. This issue could be

addressed by allowing information to get approved only if at least 50% of it is referenced. Utility of such restrictions should be carefully addressed in further research in order to avoid implementation of misdirecting incentives. Depending on the operator's intentions, some implementation decisions could be adjusted, but overall the system is fit for use.

7 Proof-of-Concept

As proof-of-concept, a scenario-based experiment where users had different tasks depending on their role was conducted. System usage data was collected and combined with responses to a post-experiment questionnaire. The experiment was focused on eliciting findings regarding comprehensibility improvements and implications for similar systems. Multiple measurements were employed: usability was measured using the system usability scale (SUS) [25] and motivation was assessed using methods adapted from Nov [22] and Yang and Lai [28]. At the end of the experiment, 16 users were registered in ePill crowd and an email was sent to all users, asking them to fill out an online questionnaire. Finally, 14 completely filled out questionnaires were received (response rate = 87.5%). Except for one questionnaire, all could be mapped to registered users: 5 medically educated users and 9 normal users responded. 6 participants were female (42.8%) and 8 participants were male (57.2%). The average age was 30, 12 participants were between 23 and 28, and two participants were 55 and 56 years old respectively. All participants were either students with a finished universal degree or trained nurses. Given the small sample size (n=14), findings can only be seen as tendencies.

For usability, a SUS-Score of 74.46% was calculated. Following the categorization of Tullis and Albert [25] issues exist, but it is close to a good system with minor issues. In order to conduct user-based comprehensibility measurement, all edited text parts and their original versions were opposed to each other in the survey. Users were asked about their assessment of comprehensibility improvement. In total, the approval level was rated with 4.57 out of possible 5 points. All users perceived the text's comprehensibility to be increased. Applied changes, that could explain the increase of perceived comprehensibility, can be grouped in three categories. First, abbreviations were changed to their written-out form. Second, text parts were added to explain medical terms. Third, lists and font-effects were applied to structure text parts. In user-participation based systems, it is important to identify user's motivation. To measure participation, two indicators were used: (1) number of activities performed by the user and (2) number of logins. Activities and logins were both logged by ePill crowd. Nov [22] used six motivational categories that explain volunteers' motivation (protective, values, career, social, understanding, and enhancement) and two motivations frequently used in research on open source software development (fun and ideology) to explain users' motivation for contribution. Nov found fun and ideology to be the top motivations, but only fun correlated significantly with the amount of contributions. In the case of ePill crowd, 'fun' was the main motivational factor (Pearson $r=0.72$, $p=0.17$) for users with specific medical knowledge and 'social' was significantly (Pearson $r=0.69$, $p=0.04$) the most important motivational factor for users without medical knowledge. Yet, it is doubtful, if this will be the case in a non-experimental system environment. In addition, computed statistics are only indicative and should be considered with care due to the small sample size. Yang and Lai [28] constructed an integrated motivation model to examine the knowledge sharing behavior of Wikipedians. Their method measures how knowledge sharing behavior is affected by intrinsic motivation, extrinsic motivation, external self-concept and internal self-concept. They found out that internal self-concept based motivation has the highest influence and that, in contrast to Nov's finding [22], people may initially engage in virtual communities for fun but intrinsic motivation is rarely a dominant motivation for knowledge sharing. In

our ePill crowd proof-of-concept experiment, intrinsic motivation factors were the most important for users (Pearson r=0.45, p=0.15). This result contributes to the former finding that 'fun' is the most important motivation factor for contribution. Moreover, users felt that sharing knowledge in a system like ePill crowd would improve their professional status. Interestingly, this is the only extrinsic motivation factor with significant and at least moderate correlation (Pearson r=0.58, p=0.03).

8 Conclusion

Requirements for medical information transformation systems can theoretically be fulfilled by a web application. Functions can be implemented to automatically check data or at least support and motivate users to perform checks that cannot be automated. Since all users perceived the text's comprehensibility to be improved, a crowdsourcing approach is capable of producing easier understandable medical information. We presented a framework of core requirements to create a system that conforms to basic laws and regulations and built a web application based on it. The implemented web application's concept is derived from the main elements of a translation process, fostering the goal of information transformation. Information system quality goals like availability, scalability or maintainability are satisfied by the used architecture. A web application is accessible with any browser from any device and synergizes with the crowdsourcing concept. For further research, different aspects of the presented approach can be considered. First of all, usability should be further improved. The identified success factors have to be validated in an evaluation with larger sample size and findings regarding comprehensibility should be assessed with sound methods besides users' perception. In a broader perspective, the requirement framework's conformity with local laws and regulations all over the world has to be analyzed. In addition, integration with existing health care infrastructures and pharmaceutical systems can be an interesting subject. Overall, a crowdsourcing-based web application is a suitable approach to transform medical information into an easier understandable form.

9 References

[1] Anastasiou, D; Gupta, R (2011): Comparison of Crowdsourcing Translation with Machine Translation. Journal of Information Science 37, 6, 637–659.

[2] Bombillar, F (2010): Drugs Labelling, Leaflets and Packing in European Pharmaceutical Law with special reference to the Spanish and Italian cases. *Pharmaceuticals Policy and Law* 12, 3, 241-257.

[3] Buschmann, F; Henney, K; Schmidt, D (2007): Pattern Oriented Software Architecture, vol. 5 5. John Wiley & Sons.

[4] Cosley, D; Frankowski, D; Terveen, L; Riedl, J (2007): SuggestBot: Using Intelligent Task Routing to Help People Find Work in Wikipedia. In: ACM Press (ed.), *Proceedings of the 12th international conference on Intelligent user interfaces*, 32-41.

[5] Dehling, T; Sunyaev, A (2012): Architecture and Design of a Patient-Friendly eHealth Web Application: Patient Information Leaflets and Supplementary Services. In: *Proceedings of the 18th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2012).*

[6] Dehling, T; Sunyaev, A (2013): Improved Medication Compliance through Health IT: Design and Mixed Methods Evaluation of the ePill Application. In: *Proceedings of the 34th International Conference on Information Systems (ICIS 2013)*, Milano, Italy.

[7] DePalma, DA; Kelly, N (2009): The Business Case for Machine Translation.

[8] Estellés-Arolas, E; González-Ladrón-de-Guevara, F (2012): Towards an Integrated Crowdsourcing Definition. *Journal of Information Science* 38, 2, 189.

[9] European Commission; others (2001): Directive 2001/83/EC of the European Parliament and of the Council of 6 November 2001 on the Community code relating to medicinal products for human use. *OJ L* 311, 28.11, 2001.

[10] European Parliament; Council (1995): Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 1995 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data. *Directive 95/46/EC*.

[11] Geest, S de; Sabaté, E (2003): Adherence to Long-Term Therapies: Evidence for Action. *European Journal Of Cardiovascular Nursing: Journal Of The Working Group On Cardiovascular Nursing Of The European Society Of Cardiology* 2, 4, 323.

[12] Geiger, D; Rosemann, M; Fielt, E; Schader, M (2012): Crowdsourcing Information Systems-Definition, Typology, and Design. In: *ICIS*.

[13] Germonprez, M; Hovorka, DS; Collopy, F (2007): A Theory of Tailorable Technology Design. *Journal of the Association for Information Systems* 8, 6, 351-367.

[14] Germonprez, M; Hovorka, DS; Gal, U (2011): Secondary Design: A Case of Behavioral Design Science Research. *Journal of the Association for Information Systems (JAIS)*.

[15] Girela, MAR (2006): Risk and Reason in the European Union Law. *Eur. Food & Feed L. Rev*, 270.

[16] Graham, S; Brookey, J (2008): Do Patients Understand? *Perm J* 12, 3, 67–69.

[17] Herczeg, M (2005): Software-Ergonomie: Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation. Oldenbourg Verlag.

[18] Howe, J (2006): Crowdsourcing: A Definition. http://crowdsourcing.typepad.com/cs/2006/06/crowdsourcing_a.html. Accessed 29 January 2013.

[19] Howe, J (2008): Crowdsourcing: How the Power of the Crowd is Driving the Future of Business. Random House.

[20] Kearns, A; O'Mathúna, DP; Scott, PA (2010): Diagnostic Self-Testing: Autonomous Choices and Relational Responsibilities. *Bioethics* 24, 4, 199–207.

[21] Leff, A; Rayfield, JT (2001): Web-Application Development using the Model/View/Controller Design Pattern. In: Titsworth, FM (ed.), *Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2001. EDOC'01. Proceedings. Fifth IEEE International*, 118-127.

[22] Nov, O (2007): What Motivates Wikipedians? *Communications of the ACM* 50, 11, 60-64.

[23] Rajagopalan, MS; Khanna, VK; Leiter, Y; Stott, M; Showalter, TN; Dicker, AP; Lawrence, YR (2011): Patient-Oriented Cancer Information on the Internet: A Comparison of Wikipedia and a Professionally Maintained Database. *Journal of Oncology Practice* 7, 5, 319–323.

[24] Sasu, L (2010): Transcending Translation Boundaries and Limitations. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series IV: Philology & Cultural Studies* 3, 52, 145–148.

[25] Tullis, T; Albert, W (2010): Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics. Morgan Kaufmann.

[26] Valverde, JL (2010): New Challenges for the Information on Medicines in the EU. *Pharmaceuticals Policy and Law* 12, 3, 193-204.

[27] Weiss, BD (2009): Health Literacy and Patient Safety: Help Patients Understand. *Manual for clinicians*. Second edition, Chicago.

[28] Yang, H; Lai, C (2010): Motivations of Wikipedia Content Contributors. *Computers in Human Behavior* 26, 6, 1377-1383.

[29] Zaidan, OF; Callison-Burch, C (2011): Crowdsourcing Translation: Professional Quality from Non-Professionals. In: ACL (ed.), *Proceedings of the 49th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Volume 1*. Association for Computational Linguistics, Portland, Oregon.

[30] Zuckoff, A (2012): "Why won't my patients do what's good for them?" Motivational Interviewing and Treatment Adherence. *Surgery for Obesity and Related Diseases* 8, 5, 514–521.

Plattformkonzept zur Orchestrierung komplexer Dienstleistungen im kommunalen Quartier – Prozesse, Abläufe und Standards in der ambulanten Pflege und komplementäre Dienstleistungen im Rahmen eines Modellprojektes

Patrick Bartsch

Ruhr-Universität Bochum, Competence Center eHealth Ruhr, 44801 Bochum, E-Mail: pbartsch@winf.rub.de

Thomas Lux

Hochschule Niederrhein, Professur für Prozessmanagement im Gesundheitswesen, Fachbereich Gesundheitswesen, 47805 Krefeld, E-Mail: thomas.lux@hs-niederrhein.de

Roland Gabriel

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 44801 Bochum, E-Mail: rgabriel@winf.rub.de

Alexander Wagner

Ruhr-Universität Bochum, Competence Center eHealth Ruhr, 44801 Bochum, E-Mail: awagner@winf.rub.de

Research in Progress Paper

Abstract

In den kommenden Jahren wird die ambulante Pflege aufgrund des demographischen Wandels zunehmend zur gesellschaftlichen Herausforderung. Wohnen im Quartier hat sich als geeignetes organisatorisches und räumlich Konzept etabliert, geeignete Rahmenbedingungen für die ambulante Pflege in den eigenen vier Wänden zu schaffen. Ziel des Modellprojektes ist es, die täglichen organisatorischen Herausforderungen der Koordination von ambulanter Pflege und komplementären Dienstleistungen durch standardisierte Prozesse und deren Unterstützung durch eine Plattform, die Dienstleister, Kunden, Leistungserbringer und Leistungsempfänger miteinander vernetzt, zu vereinfachen und wirtschaftlicher zu gestalten. Zusätzlich wird vermehrt Wert auf ein nachhaltiges Geschäftsmodell gelegt, um die Umsetzbarkeit zu gewährleisten. Dem wird u.a. mit der Übertragung von einem Quartier in einer Großstadt auf den ländlichen Raum Rechnung getragen.

1 Problemstellung

Die meisten älteren Menschen möchten so lange wie möglich in den eigenen „vier Wänden“ und im bekannten Wohnumfeld (Quartier) bleiben. Ältere Menschen haben ein höheres Bedürfnis nach (Versorgungs-) Sicherheit und Unterstützung bei Fragen zur Gesundheits-, Pflege- und Wohnberatung. [1] Die Idee der wohnortnahen Pflegestützpunkte als zentraler Baustein eines wohnortnahen, umfassenden Beratungsangebotes zukünftiger Gesundheits- und Pflegelandschaft hat sich nur ansatzweise durchgesetzt. Öffentliche und private Beratungs- und Versorgungsangebote sind noch selten in verbindlichen Netzwerken integriert; Konkurrenzdenken, fehlende Kenntnis der ambulanten Dienstleister zum Aufbau definierter Versorgungspfade, als auch die mangelnde Bereitschaft der Kommunen zur Steuerung der Altenhilfe führen wiederholt zu kostenintensiven Doppelstrukturen.

Ausgesuchte, anwenderfreundliche Ansätze zur Verbesserung eines selbstbestimmten Lebens durch Technik, kurz AAL (Ambient Assisted Living), sollen mit sozialer Arbeit, Pflege und Service auf einer softwaregestützten, quartiersbezogenen und endgeräteunabhängigen (d.h. Zugang durch PC, Laptop, Smartphone, Smart-TV, Webapplikation) Plattform zusammengeführt werden und somit erheblich zur qualitativen Verbesserung der altersgerechten Versorgung und der Lebenslage älterer Menschen im kommunalen Quartier beitragen.

2 Zielsetzungen

Für eine erfolgreiche Quartiersarbeit ist erforderlich, dass die AkteurInnen vor Ort einen gemeinsamen und nachhaltigen Konsens zum Thema Stadtteilentwicklung, Seniorenarbeit und interaktive Dienstleistungen erreichen.

Die Grundidee basiert auf der „Best of Breed“-Strategie. Bereits sehr gut funktionierende Ansätze anderer Branchen werden durch die Branchenkenntnis der Beteiligten adaptiert und auf eine softwaregestützte, quartiersbezogene Plattform übertragen. Durch diese strukturelle Vernetzung von AkteurInnen im Gesundheitswesen kann die ambulante Versorgung anhand modular anwendbarer Qualitätsstandards in der Quartiersarbeit mit dem Fokus auf PatientInnen übernommen werden. Ebenso wichtig ist die Berücksichtigung komplementärer Dienste in den Qualitätsstandards und den einzurichtenden Quartierspfaden. [6]

Die Umsetzung ist stadtteilbezogen erforderlich, als integriertes Handlungskonzept, mit vordefinierten Standards für die einzelnen AkteurInnen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine bedarfsgerechte Versorgung aufgrund der wachsenden Zahl alter, behinderter und pflegebedürftiger Menschen mit jenen Angeboten im Bereich der ambulanten Pflege, einschließlich teilstationärer Angebote und niederschwelliger Dienste als komplementäre Angebote, quartiersbezogen organisiert werden müssen.

Das Organisationsmodell soll mit seinen Handlungsstrategien, Strukturen und Methoden eine zukünftige Grundlage für eine vereinfachte, soziale Arbeit zur Sicherung von Dienstleistungen schaffen, für deren Vernetzung im Wohngebiet ein/eine QuartiersmanagerIn (Orchestrator / Kümmerer) notwendig ist. Zur Erreichung der Versorgungssicherheit, mit der klaren Fokussierung auf den Verbleib in der Häuslichkeit, werden im Rahmen der Quartiersarbeit mehrere Richtungen priorisiert, dabei sind vier wesentliche Themenfelder zu benennen:

- Ressourcen im Stadtteil,
- Beteiligung und Aktivierung der Bewohnerschaft,
- Stärkung der Selbsthilfe und Prozesse der Selbstorganisation,
- Vernetzung und verbindliche Zusammenarbeit von Institutionen und AkteurInnen vor Ort.

Zur Umsetzung im Rahmen eines Modellprojektes werden zwei regional unterschiedlich geprägte Modellregionen herangezogen:

A. Eine Großstadt mit einem geeigneten Stadtteil. Als Besonderheit kann in diesem Quartier auf eine bereits bestehende Einrichtung zurückgegriffen werden, die in der Quartiersarbeit aktiv ist. In dieser Einrichtung sind verschiedenste Dienstleister unter dem Dach einer Genossenschaft zusammengeschlossen, wobei hier noch erhebliche Synergien und Verbesserungen im Prozessablauf zu heben sind. Eine weitere Besonderheit in diesem Quartier ist ein großer Wandel durch ein städtisches Infrastrukturprojekt und neu entstehende Baugebiete. Zusätzlich ist mit einem relativ hohen Anteil an Personen mit Migrationshintergrund eine weitere Herausforderung für die Integration der zu entwickelnden Plattform in die bestehenden Strukturen des Quartiers gegeben.

B. Eine Mittelstadt mit ca. 56.000 Einwohnern im Sauerland (ländlicher Raum). Die Verwaltung möchte zur Sicherung älterer BewohnerInnen in einem Stadtteil (2.461 EinwohnerInnen, davon 25,4 % Menschen über 65 Jahre) erstmalig den Quartiersaufbau unterstützen. Erfahrungen der Quartiersarbeit sind hier ansatzweise vorhanden, ferner sind Strukturen zwischen den beteiligten AkteurInnen nicht manifestiert.

Beide Städte zielen auf eine nachhaltige Versorgungssicherheit für deren BürgerInnen ab und sind bestrebt geeignete Lösungsstrategien zur Reduzierung der SGB XII-Leistungen auf andere Stadtteile zu übertragen. Um den Aspekt der Nachhaltigkeit nicht aus den Augen zu verlieren, gehört die Entwicklung eines tragfähigen Geschäftsmodells zu den Kernzielen des Vorhabens.

3 Methodik

3.1 Überblick

Das Modellprojekt sieht insgesamt sieben voneinander abgrenzbare Schritte vor. Diese sind:

- Erhebung IST-Situation,
- Analyse IST-Situation,
- Geschäftsmodellentwicklung,
- SOLL-Konzept,
- Beteiligung Akteure/Schulungskonzept,
- Pilotphase und
- Evaluation.

3.2 Erhebung der IST-Situation

Dieser Schritt dient dazu, die Grundvoraussetzungen für eine Durchführung des Projektes zu bestimmen und zu erheben. Hierzu wird sich zunächst ein Marktüberblick verschafft, bei dem u.a. auch bislang gescheiterte Vorhaben und deren Gründe des Scheiterns betrachtet werden. Die Daten

hierzu liegen in Studien aus vorhergehenden Projekten vor und können somit genutzt werden. Auch aktuelle Projekte werden differenziert betrachtet.

Bei den Quartieren ist es wichtig auf demographische Aspekte wie Alter und Migrationshintergrund ein besonderes Augenmerk zu haben. Eine zu erstellende Prozesslandkarte verschafft einen ersten Überblick über die vorhandenen Prozesse und AkteurInnen im Quartier. [8] In der Folge werden Auswahlkriterien für prototypische Prozesse definiert, anhand derer Prozesse ausgewählt werden, die nachfolgend detailliert erhoben und analysiert werden.

Noch vor der detaillierten Prozesserhebung erfolgt eine Auswahl der AkteurInnen im Quartier, hier wird insbesondere auf eine bereits vorhandene Vernetzung, Kundenkreis und ein Vertrauensverhältnis zu den EndanwenderInnen zu achten sein. Durch die bereits vorhandene Vertrauensbasis bzw. den Bekanntheitsgrad wird es für die zu entwickelnde Plattform bzw. für das Geschäftsmodell einfacher sein, KundInnen zu gewinnen.

Abschließend erfolgt in diesem Schritt eine konkrete Prozesserhebung der zuvor ausgewählten Prozesse. Hier wird insbesondere auf eine ausgewogene Bevölkerungsstruktur und geeignete externe Umstände zu achten sein. Abschließend werden Kriterien und Standards festgelegt, die zukünftig zur Bestimmung bzw. Abgrenzung eines Quartieres sinnvoll und notwendig sind (Bevölkerungsstruktur, Zahlungsbereitschaft, geografische Aspekte, Demographie etc.). Das Projekt darf sich nicht nur auf ausgewählte Zielgruppen (Einkommensschicht) beschränken, sondern soll alle Schichten gleichermaßen abbilden. Hier wird insbesondere auch Rücksicht auf Personen mit Migrationshintergrund genommen, indem die Plattform mehrsprachig sein wird.

Innerhalb eines zuvor bestimmten Quartiers ist es wichtig, geeignete Partner für den Aufbau einer Plattform zu suchen. Diese Partner sollten nach Möglichkeit bereits in der Region vernetzt bzw. bekannt sein und auch bereits einen größeren Kundenkreis bedienen. Dies stellt eine größere Erfolgswahrscheinlichkeit des Projektes sicher. Durch das bereits vorhandene Vertrauen der Kunden in die Beteiligten wird es dem neuen Dienstleistungsangebot bzw. der zu entwickelnden Plattform leichter fallen neue KundInnen zu gewinnen bzw. bereits vorhandene Potentiale zu nutzen.

Die Prozesserhebung selbst wird in drei Teilschritten ablaufen. Zunächst wird überprüft, inwiefern bereits Prozesserhebungen stattgefunden haben, um diese Erkenntnisse zu nutzen und Doppelarbeit zu vermeiden. Anschließend werden noch fehlende Bereiche durch eine eigene Prozesserhebung ergänzt. Abschließend werden die Modelle zusammengeführt und durch ein Software-Werkzeug modelliert. Die erstellten IST-Prozesse werden zudem den beteiligten Parteien zur Überprüfung vorgestellt, so dass sofort notwendige Änderungen nachträglich vorgenommen werden können.

3.3 Analyse der IST-Situation

Nach dem einleitenden Projektarbeitsschritt, der Erhebung der IST-Situation, folgt die Bewertung und Analyse der erhobenen Prozesse. Hierbei wird insbesondere auf die speziellen Gegebenheiten im Bereich des Quartieres und der ambulanten Pflege und komplementären Dienste Rücksicht und Bezug genommen. Ein weiterer Grundgedanke innerhalb dieses Projektes - die Verwendung des Best-Practise-Ansatzes - wird auch hier berücksichtigt. So wird beispielsweise im Teilschritt "Vergleich clinical pathways und Pflegepfade" der Bogen von bewährten klinischen Pfaden zu den noch nicht verbreiteten Pfaden in der Pflege geschlagen. Ein Pflegepfad ist ein im Team selbst gefundener berufsgruppen- und institutionenübergeifender Konsens für die beste Durchführung des gesamten Ablaufs im Quartier unter Wahrung festgelegter Maßnahmen sowie unter Berücksichtigung der notwendigen und verfügbaren Ressourcen, ebenso unter Festlegung der Aufgaben sowie

Durchführungs- und Eigenverantwortlichkeiten. Der Leitfaden steuert den Pfad und dient gleichzeitig als Dokumentationsinstrument.

Zur Kenntlichmachung von vorhandenen Potentialen werden die erhobenen Prozessmodelle gründlich analysiert. Hier wird insbesondere ein Augenmerk auf kommunikative und organisatorische Aspekte gelegt. Zentrale Fragestellungen betreffen hier beispielsweise auftretende Medienbrüche, parallele Prozesse oder auch unnötige Prozessschleifen. Anhand dieser Analyse und den nachfolgenden beiden Teilschritten "Vergleich clinical pathways und Pflegepfade" und "TQM in der Pflege" (Total Quality Management) können valide Geschäftsmodelle, z.B. auch für komplementäre Dienste, entwickelt werden, die die Realität abbilden und bestehende Prozesse durch eine Plattform erleichtern, unterstützen und verbessern.

Die Standards in der Pflegewirtschaft werden ein entscheidendes Kriterium im Bereich der Geschäftsmodellentwicklung sein. Hier ist es besonders wichtig, dass über eine Plattform bestellte Dienstleistungen - egal in welcher Form - auf einem qualitativ konstanten und guten Level geliefert werden.

3.4 Geschäftsmodellentwicklung

Dieses Arbeitspaket bildet einen Kern des Modellprojektes. Ziel ist es, ein nachhaltiges und tragfähiges Konzept zu entwickeln. Das Geschäftsmodell wird nach Abschluss des Projektes innerhalb von Kommunen für Entlastung und zusätzliche positive Wohlfahrtseffekte sorgen. Als Wohlfahrtseffekt ist hier die Gesamtheit der weitreichenden technischen Maßnahmen verbunden mit Serviceleistungen zur Steigerung des sozialen, materiellen und kulturellen Wohlergehens im Quartier gedacht; die Strukturen vor Ort werden gestärkt. [2] Daher werden neben dem lokalen Handwerk auch Dienstleister (z.B. Wohnungswirtschaft) gefördert, daneben können EndanwenderInnen durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit ohne Erschwernisse an Informationen und Dienstleistungen gelangen.

Die Plattform bzw. das zu entwickelnde Geschäftsmodell wird die Transaktionskosten beiderseits (zum einen der EndanwenderInnen aber auch der Anbieter) verringern und so dazu beitragen, dass ein reger Geschäftsaustausch stattfinden kann und wird. [2] Dies dient der Sicherung der Lebensqualität im Alter und der Förderung der Lebensqualität von pflegenden Angehörigen. Phasenorientiert wird in Teilschritten zunächst ein Geschäftsmodell entwickelt, dieses in einem Konzept abgebildet und schließlich wird die Wirtschaftlichkeit und Tragfähigkeit des Konzeptes beurteilt.

Das Geschäftsmodell wird speziell auf das Quartier, längeres selbstbestimmtes wohnen im Quartier, Pflegestandards, Dienstleistungsstandards, pflegende Angehörige, ältere Menschen und auch MigrantInnen abgestimmt sein. Das Modell wird u.a. berücksichtigen, wie neue "Kundenkreise" zu erschließen sind (z.B. durch Zielgruppengerechte Werbung und Öffentlichkeitsarbeit), es wird aber auch die bestehenden Strukturen im Quartier nutzen (beispielsweise durch interaktive Medien in Ärztewartezimmern) um Termine, Angebote oder ähnliches zu verbreiten. Ziel des Geschäftsmodells ist es, im Quartier einen Mehrwert zu schaffen, durch den sich die Kommune von anderen abhebt. Dieses Alleinstellungsmerkmal kann zusätzliche Kaufkraft bzw. Bevölkerung anlocken oder auch schlicht helfen das Image der Stadt zu verbessern. Weiterhin wird durch den verbesserten Informationsfluss und das zusätzliche Hilfeangebot für pflegende Angehörige die Pflege entlastet. Dies kommt auf langfristige Sicht dem Mangel an Fachkräften, insbesondere in den Pflegeberufen, entgegen und hilft das Ungleichgewicht zu reduzieren. [2]

Da während des Modellprojektes auch die Übertragbarkeit des entwickelten Geschäftsmodells auf andere Region geprüft wird - in diesem Fall wird das Konzept auf die ländliche Region der Mittelstadt

adaptiert - ist eine anschließende Verwertbarkeit des Modells gesichert. Der potentielle Kundenkreis wird durch die Adaption auf die ländliche Region exponentiell vergrößert.

Zur Entwicklung eines nachhaltigen und tragfähigen Geschäftsmodells zählt selbstverständlich auch eine gründliche Wirtschaftlichkeitsanalyse. Zunächst werden hier die IST- und SOLL-Kosten miteinander in einer Prozesskostenrechnung verglichen und bewertet. Anschließend wird in einem zweiten Schritt ein "Businessplan" für das entwickelte Geschäftsmodell aufgestellt um aufzuzeigen, dass das Konzept wirtschaftlich tragfähig ist. Im Rahmen der Pilotierung erfolgt die Erhebung weiterer Zeit- und Kostengrößen, um darauf basierend den Businessplan weiter zu detaillieren.

3.5 Entwicklung eines SOLL-Konzeptes

Im Rahmen des Soll-Konzeptes wird zunächst, basierend auf den erhobenen Prozessen sowie fokussiert auf die Ziele des Modellprojektes ein Fachkonzept erstellt. Dieses umfasst eine technische und organisatorische Perspektive sowie ein Informationssicherheits-Konzept. Dabei wird zunächst ein grobes Konzept entwickelt und anschließend in mehreren Szenarien verfeinert. Die Szenarien werden nun anhand der fachlichen und ökonomischen Ziele des Projektes bewertet und geeignete Szenarien für die Umsetzung ausgewählt. Der (programmier)technische Teil der Umsetzung wird in einem Pflichtenheft fixiert.

3.6 Beteiligung aller Akteure und Entwicklung eines Schulungskonzeptes

Die Beteiligung der Akteure bzw. späteren Nutzer sowie deren Schulung ist als Querschnittsaufgabe während des gesamten Modellprojektes geplant. Zu Beginn des Modellprojektes werden – unter Einbeziehung von ExpertInnen – die Bedürfnisse, Anforderungen aber auch die technische Ausstattung der EndanwenderInnen und anderer AkteurInnen (pflegende Angehörige, Anbieter, Dienstleister, ältere Menschen) erhoben. In dieser Phase werden explizit die nach Geschlechtern getrennten Bedürfnisse und auch Anforderungen ermittelt. So kann es beispielsweise sein, dass weibliche Rentnerinnen weniger Rente beziehen als männliche Rentner. Anschließend wird in diesem Zusammenhang ein Schulungskonzept (Curriculum) zusammengestellt, um den EndanwenderInnen die Möglichkeit zu bieten, z.B. an einer Nachmittagsveranstaltung oder direkt in der eigenen Häuslichkeit die Anwendbarkeit im Umgang mit der Technik zu erlernen und die Angst vor dem Neuen zu nehmen. Hier wird insbesondere der Frage nach einer intuitiven und auch für sehbehinderte nutzbaren GUI (Graphic User Interface) nachgegangen. Nach der Phase der Erhebungen wird ein integratives Schulungskonzept entwickelt, welches in der Pilotphase ein substantieller Bestandteil sein wird. [4] Das Schulungskonzept wird in Schulungen angewendet und laufend evaluiert, um weitere Verbesserungen realisieren zu können.

3.7 Pilotphase

Die Pilotphase kann nicht als einzelner Block betrachtet werden. Vielmehr muss es im Zusammenhang mit Schulungsmaßnahmen und weiteren Befragungen der EndanwenderInnen (sowohl LeistungsempfängerInnen als auch -erbringerInnen) gesehen werden. Es entwickelt sich daher gemeinsam mit dem Softwarehersteller ein Dialog, um die Plattform iterativ anzupassen.

Die Integration der LeistungserbringerInnen hat bereits zu einem früheren Zeitpunkt stattgefunden, um von Beginn an Termine und Dienstleistungen online zu haben. Die Zielgruppen, d.h. die EndanwenderInnen werden gezielt angeschrieben/angesprochen und zu Schulungen eingeladen. Parallel wird über Öffentlichkeitsarbeit die Plattform beworben, um eine möglichst große Kundenakzeptanz erreichen zu können. Im laufenden Betrieb wird über eine in die Plattform

integrierte Online-Befragung die Leistung und das Angebot der Plattform evaluiert, so dass auf die Bedürfnisse der QuartiersbewohnerInnen eingegangen werden kann. Diese sind zwar im Vorfeld erhoben worden, jedoch können sich bei Nutzung der Plattform weitere, vorher nicht betrachtete Potentiale ergeben. Der Teilschritt der Nachbesserungen wird, wie zuvor schon beschrieben, einen iterativen Charakter haben. Notwendige Anpassungen und Änderungen werden vom Softwarehersteller durchgeführt. Die Erkenntnisse für diesen Teilschritt werden zum einen in der Evaluierung und zum anderen auch während der Schulungsmaßnahmen gewonnen.

4 Ausblick

Das Modellprojekt stabilisiert einerseits die Beschäftigungssituation in kleineren und mittleren Unternehmungen vor Ort (im Quartier), da durch die Plattform neue KundInnen akquiriert und gebunden werden können. Andererseits ermöglicht es eine zusätzliche Nachfrage für die Dienstleister im Quartier da sie einem (Quartiers-) Netzwerk angehören.

Durch eine optimierte Arbeitsorganisation, den Einsatz der Plattform und einem stabilen Netzwerk im Bereich der Quartiersarbeit wird der bereits existierende Quartiersmanager entlastet und erhält so mehr Zeit für die Belange der KundInnen. Durch die unterstützende Funktion der Plattform, die der Aufgabe dient Dienstleistungen erleichternd zu vermitteln, zeichnet sich in mehreren Bereichen die Möglichkeit der Gestaltung zusätzlicher Arbeitsplätze ab.

Durch eine Erhöhung der Arbeitsaufträge bei Dienstleistern ist es wünschenswert ihrerseits, entsprechend dem Arbeitsaufkommen, weitere MitarbeiterInnen einzustellen und ggf. die Angebotspalette zu erweitern. Auch für pflegende Angehörige soll durch die Nutzung von Dienstleistungsangeboten eine Entlastung in der Pflege stattfinden.

Wie zuvor mehrfach ausgeführt geht es bei dem Modellprojekt um die Selbständigkeit und Stabilisierung der häuslichen Situation von älteren, pflegebedürftigen und / oder behinderten Menschen. Durch die nutzerzentrierte Anwendung von altersgerechten Assistenzsystemen in den Bereichen Sicherheit, Komfort und Unterhaltung sowie durch entsprechende Dienstleistungsangebote erhält die o.g. Zielgruppe die Unterstützung, die erforderlich ist, um die alltägliche Wohnsituation und die erschwerten Lebensumstände zu meistern. Hilfe zur Selbsthilfe ist ein Grundsatz, der auch durch das entstehende soziale Netzwerk innerhalb der Plattform weiter gestärkt wird. [3] Versorgungslücken in der ambulanten Betreuung werden durch die Plattform minimiert und den massiven Kostensteigerungen in den Bereichen Gesundheit und Pflege entgegengewirkt. [5]Um dem Grundsatz „ambulant vor stationär“ folgen zu können, ist die strukturelle Vernetzung von AkteurInnen im Gesundheitswesen für die ambulante Versorgung anhand modular anwendbarer Leitlinien für die Quartiersarbeit, mit dem Fokus auf Patientensicherheit durch ein Case- und Care-management notwendig. [7]

5 Literatur

[1] Bundesministerium des Inneren: Jedes Alter zählt, Demografiestrategie der Bundesregierung, Berlin 2012.

[2] Henke, K.-D., Braeseke, G., et al.: Volkswirtschaftliche Bedeutung der Gesundheitswirtschaft – Innovationen, Branchenverflechtung, Arbeitsmarkt, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 2011.

[3] Kirchgeorg, M., Haffner, S.: Communities und Monitoring-Werkzeuge. In (Jähn, K., Nagel, E.): e-Health, Springer Verlag, Berlin, 2004; S. 167-174.

[4] Mettler, H., Rose, T.: Computer- und Web Based Training (CBT/WBT). In (Jähn, K., Nagel, E.): e-Health, Springer Verlag, Berlin, 2004; S. 104-109.

[5] Schran, P.: Pflege und Pflegemanagement. In (Thielscher, C. Hrsg.): Medizinökonomie, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012; S. 401-433.

[6] Thielscher, C.: Qualität, Qualitätsmessung und Qualitätsmanagement in der Medizin. In (Thielscher, C. Hrsg.): Medizinökonomie, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012; S. 335-368.

[7] Wendt, W. R.: Case Management. In (Thielscher, C. Hrsg.): Medizinökonomie, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012; S. 505-523.

[8] Gericke, An. Rohner, P., Winter, R.: Vernetzungsfähigkeit im Gesundheitswesen – Notwendigkeit, Bewertung und systematische Entwicklung als Voraussetzung zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit administrativer Prozesse. In (Haas, P., Meier A., Sauerburger, H. Hrsg.) Praxis der Wirtschaftsinformatik – eHealth, dpunkt.verlag, Heidelberg, 2006; Heft 251, S. 20-30.

Empirische Analyse der Potenziale von Social Networks zur Personalbeschaffung im Krankenhaus

Thomas Lux

Hochschule Niederrhein, Prozessmanagement im Gesundheitswesen, 47805 Krefeld,
E-Mail: thomas.lux@hs-niederrhein.de

Katharina Schufft

DB Mobility Logistics AG, 60486 Frankfurt/Main, E-Mail: katharina.schufft@deutschebahn.com

Anja Lorenz

Technische Universität Chemnitz, Wirtschaftsinformatik I, 09126 Chemnitz,
E-Mail: anja.lorenz@wirtschaft.tu-chemnitz.de

Abstract

Die deutsche Gesundheitsbranche wächst zwar enorm, wird aber durch zunehmenden Personalmangel vor große Herausforderungen gestellt. Der Beitrag analysiert daher, ob die Social Networks Facebook und XING für eine E-Recruitment-Strategie von Krankenhäusern geeignet sind. Hierfür erfolgt die Betrachtung der Besonderheiten im Personalmanagement und beim Einsatz von Social Networks in deutschen Krankenhäusern. Über eine Online-Umfrage mit anschließender empirischer Analyse der Social-Network-Auftritte von Krankenhäusern wurde evaluiert, ob sie Social Networks nutzen und ob sich der Einsatz positiv auf die Personalbeschaffung auswirkt. Dabei stellte sich u. a. heraus, dass die Akzeptanz des Einsatzes seitens der Krankenhäuser bislang gering, der Erfolg aber gerade für die Besetzung leitender Stellen im pflegerischen und ärztlichen Bereich signifikant ist.

1 Einleitung

Trotz oft diskutierter Lösungsansätze für den Fachkräftemangel im Gesundheitswesen oder Initiativen einzelner Bundesländer existieren derzeit kaum konkrete Umsetzungsstrategien und Handlungsanweisungen für Krankenhäuser. Ziel dieses Beitrages ist es daher zu untersuchen, ob Social Networks geeignete Instrumente sind, dem Personalmangel in deutschen Krankenhäusern zu begegnen.

Als mögliches Handlungsfeld wird das Personalmanagement im Krankenhaus betrachtet. Eine geeignete Handlungsalternative wird in Social Networks zur Personalbeschaffung gesehen, wobei Social Recruitment als erfolgversprechende Strategie vorgestellt wird. In einer Online-Befragung mit anschließender empirischer Analyse wird evaluiert, ob diese Strategie bereits im Krankenhaus angekommen ist, und das Erfolgspotenzial dieses zusätzlichen Rekrutierungskanals wird bewertet.

2 Fachkräftemangel und Personalmanagement im Krankenhaus

Trotz der volkswirtschaftlich hohen Bedeutung der Gesundheitsbranche zeichnet sich der Markt durch einen dramatischen Mangel an Fachkräften aus. Um sich im *War for Talent* abzuheben müssen sich Kliniken mithilfe geeigneter Strategien abgrenzen. Dies gelingt primär durch nachweisbar hohe Qualität in der medizinischen Versorgung [23], welche nur mithilfe qualifizierter Fachkräfte erreicht wird. Demnach ist die Humanressource der ausschlaggebende (Erfolgs-)Faktor für ein qualitativ hochwertiges Leistungsangebot im Krankenhaus.

Fachkräftemangel in der Pflege und im ärztlichen Dienst ist seit langem bekannt. Eine Mitgliederbefragung des Marburger Bundes 2010 ermittelte 12.000 vakante Stellen für den ärztlichen Dienst [20]. Auch das Deutsche Krankenhaus Institut (DKI) ermittelte, dass 74% aller Befragten Schwierigkeiten haben, offene Stellen im Ärztlichen Dienst zu besetzen [1] – was 3.800 fehlenden Vollkraftstellen bundesweit entspricht. Auch für den Pflegedienst können im Mittel 5,6 Vollkraftstellen nicht besetzt werden [1]. Der aktuelle und auch für die Zukunft prognostizierte Mangel an geeignetem Personal stellt somit eine große Herausforderung für alle Krankenhäuser und dessen Personalarbeit dar.

2.1 Besonderheiten für das Personalmanagement im Krankenhaus

Eine zentrale Besonderheit stellt die tendenziell funktional aufgebaute Organisationsstruktur dar. In deutschen Krankenhäusern ist die Organisation sozusagen um das (medizinische) Wissen herum aufgebaut [19]. Krankenhäuser sind somit als Expertenorganisation zu begreifen, in denen Mitarbeiter mit hohem Fachwissen gleichzeitig eine umfangreiche Handlungsautonomie im Unternehmen besitzen [6]. Dies hat zur Folge, dass sich starke Subkulturen bilden. Aufgrund der häufig dysfunktionalen Kultur im Krankenhaus bezeichnete Senge den Gesundheitsbereich als eine „antilearning industry“ [26], welche die Einführung einer unternehmensweiten Lernkultur mit hoher Bereitschaft zum Wandel erschwert [13]. Problematisch daran ist, dass Wandelbereitschaft und Anpassung zu entscheidenden Faktoren im Krankenhauswesen geworden sind: Je turbulenter die Umwelt ist, desto ungeeigneter erscheint diese eher funktional aufgebaute Organisationsstruktur [19]. Gleichermaßen erhöht ein zunehmend diversifiziertes Serviceangebot den Koordinationsbedarf unter den immer vielfältiger werdenden Subdivisionen und erfordert eine stärkere Integration der Bereiche [14]. Die Forderung nach organisationsübergreifender Kooperation, wie Allianzen und Netzwerke, aber auch die interne Integration der Funktionsabteilungen, verlangt ein Re-Engineering bestehender Prozesse. Die Neu- und Umverteilung von Rollen im Krankenhaus geht damit einher. In diesem Veränderungsprozess

stellt die Überwindung der verschiedenen Kulturen die größte Schwierigkeit dar [19]. Eine Abkehr von fachspezifischen Hierarchien, zentralistischen Strukturen und Individualautonomie muss erfolgen, damit ein Umdenken zu teambasierten Strukturen stattfinden kann [19].

Eine weitere Besonderheit ergibt sich durch die Patienten, da sie sehr stark selbst den Auswirkungen der Personalpolitik ausgesetzt sind. Ein sehr persönlicher Kontakt und das intensive Einwirken auf das Leben unterscheiden die Patienten- bzw. Kundenbeziehung stark von denen anderer Dienstleistungsbranchen. Als „high-contact service organizations“ [7] stellen Krankenhäuser daher spezielle Anforderungen an ihre Belegschaft und das Personalmanagement nimmt eine herausragende Rolle ein. Nicht zu vernachlässigen ist letztlich der Aspekt, dass die Krankenhauswirtschaft sehr stark ordnungspolitischen Regularien unterworfen ist. Das bedeutet, dass Ressourcen für den Personaleinsatz und die Handlungsspielräume für das Personalmanagement von externen Regularien beeinflusst werden.

Die Besonderheiten eines Krankenhauses sind also insbesondere in der eher funktionalen Organisationsstruktur, dem speziellen Patienten- bzw. Kundenkontakt und den gesetzlichen Regularien zu sehen. Diese Aspekte bestimmen den Handlungsrahmen des Personalmanagements maßgeblich mit.

2.2 Personalbeschaffung als zentraler Bereich gegen den Fachkräftemangel

Die aktuelle Herausforderung, vakante Stellen überhaupt und ohne hohe zeitliche Verzögerung besetzen zu können, erfordert schnelles Handeln. Die beiden in Bild 1 hervorgehobenen Handlungsfelder *Personalrekrutierung* und *Personalmarketing* bieten die Möglichkeit, relativ kurzfristig Maßnahmen zu ergreifen. Die Nutzung neuer sowie die Erweiterung existierender Such- und Kommunikationskanäle können vergleichsweise schnell umgesetzt werden. In einer Studie wurde daher analysiert, inwieweit diese Tätigkeitsfelder durch Methoden und Anwendungen des Web 2.0, insbesondere durch Social Networks, unterstützt werden können. Es folgt daher zunächst eine kurze Darstellung der in diesem Kontext relevanten Ansätze des E-Recruitment sowie der Web 1.0 und Web 2.0-Anwendungsfelder.

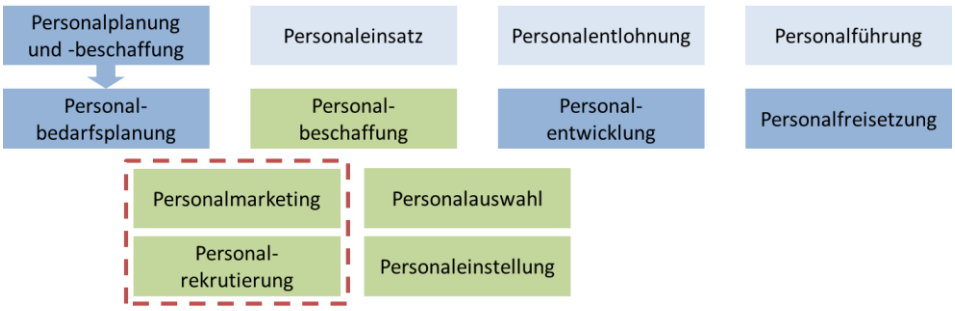


Bild 1: Studiendesign der betrachteten Bereiche des Personalmanagements, in Anlehnung an [9] und [28].

3 E-Recruitment, Web 1.0 und Web 2.0 als Aktionsfelder des Personalmanagements

Unter dem Begriff „E-Recruitment“ werden Möglichkeiten Web-basierter Rekrutierung subsummiert.

3.1 E-Recruitment

Lee beschreibt E-Recruitment als “*a hiring process that utilizes a variety of electronic means and technologies with the primary purpose of identifying, attracting, and selecting potential employees. In addition, e-recruiting technologies are defined as web-based technologies that help recruiters and job applicants to complete their tasks more efficiently and effectively by automating recruiting processes and providing the information necessary for making appropriate decisions.*” [18]. Ein zentraler Punkt, den Lee in seiner Definition benennt, sind die drastischen Veränderungen im Prozessablauf der Personalbeschaffung, welche durch Automatisierung und geänderter Informationsversorgung erfolgen. Bezeichnend für herkömmliche Strategien der Rekrutierung ist die sogenannte Stapelverarbeitung („batch mode“) von Bewerbungen. Zahlreiche Bewerbungsausdrucke, handgeschriebene Signaturen und eine Unterscheidung in interne und externe Kommunikation machen die klassische Personalbeschaffung zu einem sehr zeitaufwändigen Prozess. Der elektronische Rekrutierungsprozess ist, durch eine verringerte Papier- und Schreibarbeit sowie aufgrund der Verwendung automatisierter Analyse- und Auswahlprozesse, erheblich zeitsparender [18]. Jedoch hat diese Form der Rekrutierung auch eine „dark side“ [4], wie z.B. überproportional hohe Bewerberflut, teilweise mangelhaft qualifizierte Bewerber oder unzureichend für die jeweilige Stelle individualisierte Bewerbungen. Der zuvor geschilderte ökonomische Nutzen wird somit durch den hohen Aufwand der Auswahl relativiert [21].

Für die Stellensuche ist die Nutzung des Internets heute so selbstverständlich wie vor zehn Jahren der Blick auf Stelleninserate in Zeitungen. Die Mehrzahl an Bewerbungen wird über Karriereseiten der Unternehmen und Online-Stellenbörsen erzielt [12]. Beide Methoden repräsentieren eine Ein-Wege-Kommunikation, bei der das Unternehmen Informationen bereitstellt, die der Interessent nutzen kann. Die Organisation nimmt dabei die Rolle eines Senders ein und die Bewerber agieren als Empfänger.

Mit zunehmender Knappheit der Humanressourcen auf dem Arbeitsmarkt reicht eine rein passive Rekrutierungsstrategie, die lediglich das Anbieten vakanter Stellen beinhaltet, nicht mehr aus. Unternehmen müssen aktiv auf potenzielle Bewerber zugehen, sie ansprechen und einladen. Diese neue, offensivere Strategie der Personalbeschaffung lässt sich durch Nutzung von Web-2.0-Technologien, insbesondere Social Networks, aktiv unterstützen [16].

3.2 Web 2.0 und Social Networks

Der Einsatz einer Web-2.0-Plattform für das Personalmanagement setzt voraus, dass diese für alle Beteiligten attraktiv ist, Nutzen stiftet und eine Äquivalenz zum Angebot bzw. zur Nachfrage von Informationen vorherrscht, damit wertvolle Interaktionen stattfinden können. Für die Wahl der geeigneten Plattformen sind zudem quantitative und qualitative Aspekte zu berücksichtigen [16]. Ein quantitativer Aspekt ist das berühmte Henne-Ei-Problem [5], das danach fragt, welcher Akteur zuerst auf der Plattform vertreten sein muss. Eine zu geringe Angebotsdichte seitens der Krankenhäuser wäre ebenso unattraktiv wie zu wenige Nachfrager [16]: das Problem der doppelten kritischen Masse, die sowohl auf Angebots- wie auch auf Nachfrageseite eine Mindestzahl aktiver Teilnehmer[1] erfordert

[1] Oliver et al. definieren eine kritische Masse als „*a small segment of the population that choose to make big contributions to the collective action, while the majority do little or nothing*.“ [22]

[15]. Ein qualitativer Aspekt beinhaltet den Nutzen durch die Verwendung der Web-2.0-Plattform, denn nur dann wird die angebotene Leistung auch in Anspruch genommen.

Ausgaben für Web-2.0-Technologien werden laut einer der Forrester-Studie „Global Enterprise Web 2.0 Market Forecast: 2007 to 2013“ ansteigen [10]. Im Vergleich zu anderen Rekrutierungswegen besitzt der nachfolgend als *Social Recruitment* bezeichnete Kanal den Vorteil, dass auch die Ansprache von latent wechselwilligen Arbeitnehmern gelingen kann. Diese suchen nicht aktiv nach einer neuen Position und werden daher nicht von Stellenportalen und klassischen Offline-Kanälen erreicht [24]. Außerdem erfüllen insbesondere Communities in Social Networks die quantitativen Voraussetzungen einer ausreichenden Nachfrage. Eine Onlinebefragung der BITKOM in Zusammenarbeit mit Forsa[2] ergab, dass 73% der der 1.001 Befragten aktiv Social Networks nutzen. Unter den 14–29-Jährigen wurde dieser Wert mit 94% sogar deutlich überschritten und auch die Altersgruppe der 30–49-Jährigen findet sich mit 76% über dem Durchschnitt wieder. Im deutschen Vergleich der privat genutzten Social Networks dominiert Facebook deutlich, mit Ausnahme in der Gruppe 50+ [11]. Auch das qualitative Kriterium wird erfüllt, da insbesondere junge Nutzer aktiv von Social Networks Gebrauch machen. Für die Rekrutierung von Nachwuchskräften kann somit eine relevante Gruppe angesprochen werden. Als Business Networks ist XING die derzeit bedeutendste Plattform in Deutschland. Mit insgesamt 12 Mio. Nutzern weltweit, davon 5,5 Mio. im deutschsprachigen Raum, besitzt XING die größte Reichweite im Businesssegment in Deutschland [2] [29]. Beide Plattformen scheinen demnach sowohl aus qualitativer als auch aus quantitativer Sicht geeignete Instrumente der Personalrekrutierung zu sein und sind zudem aufgrund ihrer unterschiedlichen Ausrichtung untersuchenswert.

Im Kontext des Personalmanagements sind Social Networks außerdem aufgrund der Bindungsstärken ihrer Mitglieder hilfreich. Gemäß einer Unterscheidung in „strong“ und „weak ties“ sind Social Networks eher durch schwache Bindungen interessant [3]. Granovetter definiert die Bindungsstärke als eine Kombination aus Kontakthäufigkeit, emotionaler Intensität, Vertrautheit und gegenseitiger Leistungsbereitschaft [8]. Je nach Ausprägung dieser vier Komponenten lassen sich schwache oder starke Bindungen ableiten. Insbesondere die Verbindung unterschiedlicher Gesellschaftsbereiche und eine erhöhte Kommunikationsbereitschaft machen dabei den Wert schwacher Beziehungen aus [3]. Allgemein haben Social Networks hohes Potenzial geeignete Bewerber zu identifizieren, bspw. über Mitarbeiterempfehlungen. Diese sind eine erfolgreiche Methode soziale Beziehungen für die Rekrutierung zu nutzen, da Mitarbeiter tendenziell Kandidaten empfehlen, die ähnlich leistungsfähig sind wie sie selbst. Zudem wollen Mitarbeiter ihren Arbeitgebern positive Empfehlungen aussprechen, denn die Qualität der Kontakte steht in engem Zusammenhang mit ihrer eigenen Reputation [9]. Mit der zunehmenden sozialen Vernetzung im Internet wird Unternehmen die Möglichkeit der Informationsgewinnung sogar noch erleichtert. Über Web-basierte Netzwerke sind nicht nur berufsrelevante Informationen möglicher Kandidaten recherchierbar, sondern es ist auch eine gezielte Ansprache möglich. Nicht zu unterschätzen sind zudem die Einsparungspotenziale: Im Vergleich zu Zeitungsinseraten oder Gebühren, die auf Online-Stellenbörsen anfallen, entstehen durch Social Networks vergleichsweise geringe Kosten. Außerdem kann die mitunter zeitaufwendige Sichtung und Auswertung von Bewerbungsunterlagen deutlich verkürzt werden [24].

[2] Forsa ist das Kürzel der Gesellschaft für Sozialforschung und statistischen Analysen GmbH mit Sitz in Berlin.

4 Personalbeschaffung im Krankenhaus – Ergebnisse einer Online-Befragung

Zur Analyse der Rekrutierungsaktivitäten deutscher Krankenhäuser wurde eine Online-Befragung mit dem Titel „Personalmanagement im deutschen Gesundheitswesen“ in 2012 durchgeführt.

4.1 Design und Durchführung der Befragung

Im Vorfeld wurden 1.267 geeignete Adressen von Gesundheitseinrichtungen für die Befragung recherchiert. Davon entfielen ca. 35% direkt auf Ansprechpartner der Personalleitung und 22% auf Mitarbeiter des Personalwesens. Den Bereichen Geschäftsleitung, Kaufmännische Leitung und Verwaltungsleitung konnten 21% der angeschriebenen Personen zugeordnet und für 22% der Einrichtungen konnten lediglich die allgemeinen E-Mail-Adressen ermittelt werden.

Innerhalb eines zweiwöchigen Zeitraums gingen insgesamt 110 Antworten ein. Davon wurden 13 Befragungen unvollständig ausgefüllt, was mit 97 vollständigen Antworten eine Rücklaufquote von 8,7% (7,7%) ergibt. Berücksichtigt man jedoch, dass die Umfrageteilnehmer innerhalb eines Krankenhausverbundes für mehrere Kliniken zuständig sind, dann liegt die tatsächliche Rücklaufquote deutlich höher.[3] Die Erstellung des Onlinefragebogens erfolgte mit der Open Source Anwendung LimeSurvey.[4] Er umfasste 18 Einzelfragen, die sich inhaltlich in (1) genutzte Rekrutierungskanäle, durchschnittliche Bewerberzahlen, Erfolgsbewertung von Kanälen aus dem Bereich E-Recruitment, Nutzung von Web 2.0 für das Personalmarketing, Hürden bei der Einführung von Web-2.0-Technologien und allgemeine Angaben zur Person einteilen lassen.

4.2 Auswertung der Ergebnisse

Für die Auswertung der Online-Befragung sollen zwei Themenbereiche hervorgehoben werden: die Nutzung der eingesetzten Rekrutierungskanäle und die subjektive Erfolgsbewertung eingesetzter E-Recruitment-Kanäle. Ersteres konnten die Teilnehmer mithilfe eines Antwortkatalogs mit der Möglichkeit zur Mehrfachauswahl beantworten. Unter „Sonstiges“ konnten drei weitere Kanäle festgemacht werden (Personalmessen, Personalagenturen/Personalberatung, Inserate in Fachzeitschriften wie z. B. dem Deutschen Ärzteblatt). Die Ergebnisse werden in Bild 2 visualisiert.

Im Bereich der E-Recruitment-Kanäle gehören Online-Stellenbörsen und die eigene Homepage zur Ein-Weg-Kommunikation, Social Networks stellen den wechselseitigen Informationsaustausch im Rekrutierungsprozess dar. Nahezu alle Umfrageteilnehmer (96,15%) setzen die eigene Homepage als Rekrutierungsplattform ein. Mit ähnlich hohem Anteil (ca. 85%) folgen die klassischen Kanäle, wie lokale Zeitungs- und Zeitschrifteninserate und die Vermittlung über die Agentur für Arbeit. Nach der vorgenommenen Einteilung in klassische Rekrutierung und E-Recruitment zeigt sich ein relativ ausgewogenes Bild: Klassische Kanäle werden zu 63% eingesetzt und E-Recruitment zu 61%. Differenziert man weiter in Ein-Wege-Kommunikation und Web 2.0, ergibt sich mit einer Nutzung von 84% ein deutlicher Trend zur Ein-Wege-Kommunikation. Lediglich 16 Personen (15%) geben an, bereits Social Networks für den Rekrutierungsprozess zu verwenden. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Aussagen aus der Literatur und den Erkenntnissen anderer Rekrutierungsstudien.

[3] Die Teilnehmer wurden am Ende des Fragebogens gebeten anzugeben, für wie viele Krankenhäuser sie verantwortlich sind. Im Durchschnitt sind die Umfrageteilnehmer für 3,6 Krankenhäuser zuständig, wobei die Antworten von 1 bis 33 Krankenhäuser vertreten waren.

[4] URL: http://www.limesurvey.org/de/herunterladen (Abgerufen am 21.09.2013)

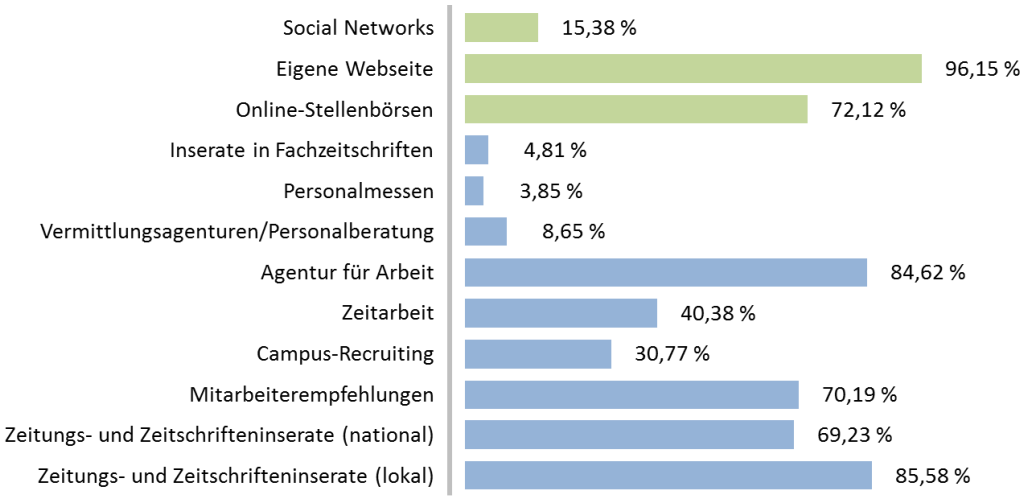


Bild 2: Nutzung von klassischen Rekrutierungskanälen und E-Recruitment (N=104).

Zum wahrgenommenen Erfolg einzelner E-Recruitment-Maßnahmen wird im Vergleich zu anderen elektronischen Kanälen die eigene Homepage als sehr bedeutsam eingeschätzt.

5 Social Networks und Social Recruitment in deutschen Krankenhäusern – Eine empirische Onlineanalyse von Facebook und XING

Eine weitere Evaluation sollte Aufschluss darüber liefern, inwieweit deutsche Krankenhäuser bereits in Social Networks vertreten sind und diese für ihre Ziele einsetzen. Hierfür wurde Facebook als tendenziell eher privat genutztes Netzwerk sowie die Business Community XING analysiert. Neben einer quantitativen Betrachtung wurde die Qualität des Einsatzes mittels geeigneter Indikatoren überprüft. In einem dritten Schritt wurde gemessen, inwieweit soziale Netzwerke bereits für Social Recruitment genutzt werden.

5.1 Datenmaterial und Stichprobe

Das der Analyse zugrunde liegende Datenmaterial entstammt der „Weißen Liste“ der Bertelsmann-Stiftung[5]. Aufgrund der umfangreichen Datenbasis von 1.867 Datensätzen wurde eine Stichprobe erhoben. Datensätze, die (1) keine Angaben enthielten und (2) Datensätze, bei denen das Krankenhaus nicht den Merkmalen eines „Allgemeinen Krankenhauses“[6] entsprach, wurden ausgeschlossen. Nach dieser Bereinigung betrug die Netto-Grundgesamtheit 1.532. Für eine repräsentative Stichprobe wurde eine hierarchische Clusteranalyse mittels Ward-Methode durchgeführt. Daher wurden die Krankenhäuser jeweils auf Basis der vollstationären Fallzahl, der Gesamtbettenanzahl, der Anzahl Ärzte ohne Belegärzte und der Anzahl Gesundheits- und Krankenpfleger einer Größenklasse zugeordnet

Tabelle 1 zeigt, dass sich drei verschiedene Größenklassen ergeben. Anschließend wurde mit Hilfe von SPSS eine anteilige Zufallsstichprobe [27] in Höhe von 15% der Netto-Grundgesamtheit erhoben.

[5] URL: http://www.weisse-liste.de/ (Abgerufen am 21.09.2013)

[6] In Anlehnung an die Definition des Statistischen Bundesamtes sind Allgemeine Krankenhäuser „Krankenhäuser, die über Betten in vollstationären Fachabteilungen verfügen, wobei die Betten nicht ausschließlich für psychiatrische, psychotherapeutische oder psychiatrische, psychotherapeutische und neurologische Patienten und Patientinnen vorgehalten werden.“ Ausgeschlossen werden ebenso Bundeswehrkrankenhäuser, sowie reine Tages- und Nachtkliniken.

Es ergibt sich ein Stichprobenumfang von N=230, wobei aus Klasse eins 197, aus Klasse zwei 24 und aus Klasse drei 9 Datensätze extrahiert wurden. Dieser wurde für die weitere Analyse genutzt.

	1 (n=1308)	**2 (n=163)**	**3 (n=61)**
	Ø (min | max)	Ø (min | max)	Ø (min | max)
Vollstat. Fallzahl	7886 (47 | 20495)	26299 (20655 | 38486)	52871 (39563 | 184230)
Gesamtbettenzahl	212 (2 | 1272)	651 (350 | 1422)	1328 (826 | 3213)
Ärzte (ohne Belegärzte)	47,31 (0 | 267,30)	194,50 (37 | 541,90)	326,19 (273,20 | 3290)
Pfleger	117,1821 (0 | 1202)	387,6442 (118 | 941,4)	936,3721 (435,9 | 1929)

Tabelle 1: Deskriptive Statistik (Ward-Methode) zu den Stichprobenklassen

5.2 Nutzung von Facebook durch Krankenhäuser

Für 17,8% der Krankenhäuser existiert ein eigene Facebook-Seite bzw. ein Auftritt des Mutterkonzerns oder Krankenhausverbundes. Dieses Ergebnis entspricht etwa der zuvor vorgestellten Onlinebefragung (15,38% gaben an Social Networks zu verwenden). Hinsichtlich der tatsächlichen Nutzung besitzt diese rein quantitative Betrachtung jedoch wenig Aussagekraft. Daher wurde in einem nächsten Schritt die Qualität der Facebook-Seiten der Krankenhäuser bewertet.

Allgemeine Angaben über das Krankenhaus und dessen Leistungsspektrum sowie Möglichkeiten zur Kontaktaufnahme werden von einer Vielzahl der Seiten angeboten. Als visualisierendes Element nutzen mehr als 80% der Krankenhäuser Fotos. Die Anzahl vergebener „Likes“ für eine Seite schwanken zwischen 0 und 493. Eine Methode zum Messen der *Aktivität* auf Facebook ist das Zählen eigener Beiträge und Kommentare. Für 70% der Kliniken gilt, dass nicht einmal ein Beitrag pro Woche verfasst wird. Damit ist die Aktivität seitens der Krankenhäuser insgesamt als gering einzustufen. Ein Fünftel der Facebook-Seiten weist sogar weniger als eine Aktivität im Monat auf. Die Spannweite der monatlichen Aktivitäten variiert von 0 bis 15. Das zeigt jedoch auch, dass einige wenige Krankenhäuser die Plattform Facebook intensiv als Kommunikationsinstrument einsetzen. Ob Krankenhäuser einen Informationsaustausch mit Nutzern herbeiführen können wurde unter dem Aspekt *Interaktion* überprüft. Die Anzahl eigener Beiträge wurde denen Dritter gegenübergestellt. Das Ergebnis besagt, dass für ein Drittel der untersuchten Fälle keinerlei Interaktion existiert. Eine nahezu ausgeglichene Interaktion zwischen Krankenhaus und Dritten ist bei 10% der Fälle beobachtbar. In der Regel gilt jedoch, dass die Aktivität überwiegend von den Seiteninhabern ausgeht. Abschließend wurden Aktivitäten im Rahmen des *Social Recruitments* untersucht, die bei 60% der Seiten zu beobachten waren. Mehr als die Hälfte der Krankenhäuser betreiben demnach bereits Social Recruitment. Vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels ist diese Zahl jedoch zu relativieren: In 40% der beobachteten Fälle wird das vorhandene Potenzial des Social-Media-Auftritts nicht ausgenutzt, obwohl die Bereitstellung von Stellenanzeigen keinen großen zusätzlichen Aufwand bedeutet oder spezieller Kenntnisse bedarf.

5.3 Nutzung von XING durch Krankenhäuser

Die Unternehmenssuche hat ergeben, dass 30,4% der Stichprobe auf XING auffindbar sind (18,7% über den Konzern/den Krankenhausverbund). Diese Zahlen bedeuten jedoch nicht zwangsläufig, dass Krankenhäuser aktiv ein Unternehmensprofil angelegt haben. Dies trifft lediglich für acht der 230 Krankenhäuser zu. Dabei handelt es sich ausschließlich um ein Basisprofil von XING, das Unternehmen einen kostenlosen Beitritt erlaubt, sowie das Verfassen eines „Über uns“-Textes, die Veröffentlichung des eigenen Logos und die Möglichkeit, Neuigkeiten bekannt zu geben. Dieser

Unternehmensauftritt ist mit minimalem Aufwand verbunden, weshalb kaum nachvollziehbar ist, dass nur 3,5% der Krankenhäuser diese Option wahrnehmen. Krankenhäuser in Deutschland sind demnach kaum auf XING präsent und versäumen damit die Möglichkeit, aktiv nach passenden Bewerbern zu suchen.

5.4 Fazit zur Nutzung der Sozialen Netzwerke und des Social Recruitment

Die Auswertung der Onlineanalyse zur Nutzung sozialer Netzwerke hat ergeben, dass Krankenhäuser diese Möglichkeit noch kaum wahrnehmen. Auf der größten und erfolgreichsten Plattform Facebook sind nicht einmal ein Fünftel der Krankenhäuser identifizierbar. Die Option, einer Business Community wie XING beizutreten, wird mit weniger als fünf Prozent kaum wahrgenommen. Jedoch ist diese Aussage vor dem Hintergrund stark wachsender Profil-Neuanmeldungen[7] auf Facebook zu betrachten [25]. Es lässt vermuten, dass sich die Krankenhausbranche zunehmend mit der Verwendung von Social Networks und E-Recruitment beschäftigt. Jedoch lassen sich unter den vorhandenen Seiten nur wenige identifizieren, die das Medium zielorientiert und strategisch einsetzen. Für XING konnte ein professioneller Einsatz der Plattform gar nicht beobachtet werden. Dementsprechend ist es auch nicht verwunderlich, dass die Umsetzung einer Social Recruitment-Strategie nur in sehr geringem Umfang beobachtbar ist. Abschließend erfolgt daher eine Bewertung des Social Recruitments auf den Plattformen Facebook und XING. Dabei werden steigende Bewerberzahlen als Indikator für Erfolg betrachtet.

6 Erfolgsbewertung von Social Recruitment

Da sich die Krankenhausbranche einem akuten Fachkräftemangel ausgesetzt sieht, müssen geeignete Maßnahme zur Intervention getroffen werden. Es wurde gezeigt, dass Social Recruitment eine mögliche Strategie darstellt. Inwiefern diese Potenziale auch positiv umgesetzt werden können, wird in der anschließenden Analyse überprüft.

6.1 Hypothesen zu den Potenzialen von Social Recruitment

Für die hier betrachtete Krankenhausbranche und dessen Dilemma, ausreichend qualifizierte Fachkräfte zu finden, ist besonders das Ziel steigender Bewerberzahlen von Interesse. Im Folgenden wird daher das durchschnittliche Bewerberaufkommen je vakanter Stelle als Erfolgsgröße betrachtet. Für die Untersuchung werden nur Krankenhäuser berücksichtigt, die bereits Social Recruitment betreiben. Dabei wird sowohl nach professionellem Hintergrund der Stelle als auch nach Hierarchie unterschieden. Die nachfolgenden Hypothesen beschreiben die untersuchten Zusammenhänge:

> *Die Einführung von Social Recruitment führt zu einer Zunahme eingehender Bewerbungen auf vakante Stellen…*
>
> ***Hypothese 1:*** *… im leitenden Ärztlichen Dienst.*
>
> ***Hypothese 2:*** *… im leitenden Pflegedienst.*
>
> ***Hypothese 3:*** *… im nicht-leitenden Ärztlichen Dienst.*
>
> ***Hypothese 4:*** *… im nicht-leitenden Pflegedienst.*

[7] Anhand rein quantitativer Messungen bzgl. neu angemeldeter Krankenhaus-Facebook-Seiten ist ein starkes Wachstum, von 40% im Zeitraum Juli 2011 bis Februar 2012, zu verzeichnen.

6.2 Ergebnisse der Potenzialanalyse

	Modell 1: BewArztL		Modell 2: BewPflegeL		Modell 3: BewArztNL		Modell 4: BewPflegeNL	
	b	**β**	**b**	**β**	**b**	**β**	**b**	**β**
Prädikatorvariable								
sn_Xing	9,5420	0,422**	6,2120	0,2300	2.2830	0.1000	-1.6190	-0.0340
sn_fb	8,6020	0,369**	14,8300	0,519***	-1.4050	-0.6000	9.4330	0.1920
Kontrollvariablen								
BevD_BL	0,0180	0,3200	-0,0160	-0,2360	-0.0230		-0.0410	-0.333*
Case-Mix	5,6460	0,0100	3,2690	0,450**	3.4320		5.7340	0.436**
Inserate_lokal	-1,4940	-0,0620	-1,6880	-0,0570	-2.3690		-16.6410	-0.309**
Inserate_national	1,4300	0,0750	-1,5410	-0,0660	0.0440		-2.4700	-0.0590
Mitarbeiter	2,2300	0,1140	-1,8280	-0,0740	-3.5620		-5.8970	-0.1340
Campus-Recruiting	-1,10480	-0,0530	4,6580	0,1880	4.7620		12.5240	0.279**
Zeitarbeit	-0,2060	-0,0110	-1,1770	-0,0530	2.7680		6.1130	0.1530
Agentur_fuer_Arbeit	-5,2730	-0,1910	2,1020	0,0620	-1.9680		-10.3780	-0.1680
Onlinestellenboerse	0,3810	0,0180	-0,8980	0,0160	-2.4030		-2.4560	-0.0540
Webseite	11,4250	0,1550	3,2930	0,0360	3.7990		-4.3350	-0.0260
Social_networks	-10,5910	-0,543**	-9,1600	-0,3830	-3.1400		-7.6190	-0.1800
Ärzte	0,0580	0,633***	0,0340	0,3090	0.0600		0.0600	0.3060
Gesamtbettenanzahl	-0,0110	-0,2970	0,0010	0,03300	-0.0240		-0.0140	-0.1740
R^2	0,3730		0,3740		0,39530		0,3350	
Korrigiertes R^2	0,1920		0,1900		0,1770		0,1500	
F	2,062**		2,034**		2,001**		1,812	
N	68		67		71		70	

Tabelle 2: Analyseergebnisse zu den getesteten Hypothesen 1 bis 4 (Signifikanzniveaus: *p < 0,1 **p < 0,05 ***p < 0,001; b: unstandardisierter, β: standardisierter Regressionskoeffizient)

Tabelle 2 zeigt vergleichend die Resultate der vier Regressionsanalysen. Alle vier Modelle sind signifikant und weisen einen Erklärungsgehalt (Korrigiertes R^2) zwischen 15 und 20% auf. Die unabhängigen Variablen erklären demnach ca. ein Fünftel der Streuung der abhängigen Variablen „Bewerberaufkommen".

Die Ergebnisse zeigen, dass Social Recruitment auf das Bewerbungsaufkommen für nicht-leitende Stellen überraschenderweise keinen signifikanten Einfluss zu haben scheint. Die Hypothesen 3 und 4 sind demnach abzulehnen. Gegenteilige Ergebnisse gelten für Leitungspositionen. Hier besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Social Recruitment und steigenden Bewerberzahlen. Zudem divergieren die Ergebnisse hinsichtlich der unterschiedlichen Social Networks XING und Facebook. Für das zweite Modell gilt ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen Social Recruitment auf Facebook und steigenden Bewerberzahlen für leitende Pflegestellen. Social Recruitment erhöht somit die Anzahl der Bewerbungen auf leitende Pflegestellen um annähernd 15 (b = 14,830 sn_fb). Dies bedeutet, dass Krankenhäuser, die Facebook zur Rekrutierung verwenden, einen eindeutigen Wettbewerbsvorteil auf dem Personalbeschaffungsmarkt erzielen können. Die Rekrutierung mithilfe von XING hat im Vergleich dazu keinen Einfluss, welches aus geringen Nutzerzahlen im Pflegebereich resultieren könnte. Insgesamt betrachtet ist die Hypothese 2 jedoch anzunehmen. In Hypothese 1 wird ein positiver Einfluss von Social Recruitment auf die Bewerberzahlen leitender

Ärzte vermutet und kann signifikant belegt werden. Bei der Gegenüberstellung beider Social Networks hat XING den größeren Einfluss auf die Steigerung der Bewerberzahlen bei leitenden Ärzten. Die Verwendung von XING oder Facebook führt demnach zu einem Bewerberanstieg um circa acht bis neun Einsendungen (b = 9,5420 sn_xing; b = 8,6020 sn_fb) im Vergleich zu Unternehmen, die diese Option nicht wahrnehmen. Somit wird Hypothese 1 bestätigt.

7 Fazit und Ausblick

Die Nutzung sozialer Onlinemedien für die Rekrutierung im Krankenhaus steht noch am Anfang. Wenige Krankenhäuser wenden das Social Recruitment für ihre Zwecke an. Jedoch wächst die Anzahl der Facebook-Profile stetig an. Zahlreiche Krankenhäuser verfolgen jedoch keine klare Strategie und geben sich mit ihrer (passiven) Präsenz in sozialen Netzwerken zufrieden. Die Vorbehalte hinsichtlich des „Aufwands, der in keinem Verhältnis zum Nutzen steht“[8] oder der Bedenken in Bezug auf Datensicherheit und Seriosität scheinen noch zu gravierend zu sein. Die Ergebnisse prognostizieren jedoch den Erfolg von Social Recruitment für die Besetzung vakanter Leitungspositionen im Krankenhaus. Die geringe Verwendung von XING und die Aussagen einiger Umfrageteilnehmer zeigen das unterschätzte Potenzial dieser virtuellen Business Community. Wiederholt nannten die Befragten den zu hohen „Aufwand“, die geringe „Akzeptanz bei der relevanten Zielgruppe“ und das „ärztliche Fachkräfte kaum vertreten“ seien. Bezogen auf den leitenden ärztlichen Bereich muss dem jedoch widersprochen werden. Für die Gruppe der in Deutschland tätigen leitenden Ärzte im stationären Bereich sind mit 38% verhältnismäßig viele Chefärzte und Oberärzte mit einem XING-Profil vertreten. Dem stehen mit lediglich 3,5% aktiv angelegten Krankenhausprofilen kaum potenzielle Arbeitgeber gegenüber.

Dieser Beitrag reiht sich in ein aktuell hoch relevantes und stetig wachsendes Forschungsfeld ein, welches von der Praxis getrieben wird, dieser aber auch neue Impulse gibt. Die Ergebnisse zeigen, dass Krankenhäuser Social Networks als zusätzliches Rekrutierungsinstrument ernsthaft in Betracht ziehen sollten, da es kostengünstig zu etablieren ist und einige falsche Annahmen zu dessen tatsächlichem Nutzen revidiert werden müssen. Zusätzliche Erkenntnisse ließen sich bspw. über Experteninterviews in Krankenhäusern erzielen. Mithilfe weiterer qualitativer Daten könnten einerseits konkrete Hürden des Einsatzes benannt, aber auch die Bewertung von Social Recruitment anhand qualitativer Bewerbermerkmale vorgenommen werden. Eine spannende Forschungsfrage für weitere Untersuchungen wäre zudem die Analyse der Bewerberperspektive, damit diese den gewonnenen Erkenntnissen dieser Studie gegenübergestellt werden könnten. Die Frage, in wieweit Ärzte und Pflege Social Recruitment akzeptieren und adaptieren, stände somit im weiteren Fokus.

8 Literatur

[1] Blum, K; Löffert, S; Offermanns, M; Steffen, P (2011): Krankenhaus Barometer: Umfrage 2011. Deutsches Krankenhausinstitut. Düsseldorf.

[2] boerse.ARD (2012): Xing wächst immer noch. http://boerse.ard.de/meldungen/xing-waechst-immer-noch-100.html. Abgerufen am 20.09.2013.

[8] Dieser Kommentar wurde der Onlinebefragung zum Thema geplanter Einsatz von Social Recruitment für das Krankenhaus entnommen.

[3] Cyganski, P; Hass, BH (2011): Web 2.0, Potenziale sozialer Net-werke für Unternehmen. In: Walsh, G; Hass, BH; Kilian, T (Hrsg.), *Web 2.0 – Neue Perspektiven für Marketing und Medien*. Springer, Berlin/Heidelberg.

[4] Dineen, BR; Ling, J; Ash, SR; DelVecchio, D (2007): Aesthetic properties and message customization: Navigating the dark side of web recruitment. Journal of Applied Psychology 92(2):356–372.

[5] Easton, AT (1980): Viewdata—a product in search of a market? Telecommunications Policy 4(3): 221–225.

[6] Engelke, DR; Schmidt-Rettig, B (2006): Management im Gesundheitswesen. In: Busse, R; Schreyögg, J; Gericke, C (Hrsg.), *Management im Gesundheitswesen*. Springer, Berlin/Heidelberg.

[7] Goldstein, SM (2003): Employee Development: An Examoínation of Service Strategy in a high-contactservice environment. Production & Operations Management 12(2):186–203.

[8] Granovetter, MS (1973): The Strength of Weak Ties. The American Journal of Sociology 78(6):1360–1380.

[9] Holtbrügge, D (2010): Personalmanagement. Springer, Berlin/Heidelberg.

[10] Hülsbömer, S (2008). Web 2.0 wird marktreif. Computerwoche 2008(17):1–5.

[11] Huth, N (2011). Soziale Netzwerke. Eine repräsentative Untersuchung zur Nutzung sozialer Netzwerke im Internet. Bitkom, Berlin.

[12] Institute for Competitive Recruiting (2011). Social Media Recruiting Report 2011. http://competitiverecruiting.de/SocialMediaRecruitingReport2011.html. Abgerufen am 20.09.2013.

[13] Khatri, N; Wells, J; McKune, J; Brewer, M (2006): Strategic human resource management issues in hospitals: a study of a university and a community hospital. Hospital Topics 84(4):9–20.

[14] Kinston, W (1983): Hospital organisation and structure and its effect on inter-professional behaviour and the delivery of care. Social Science & Medicine 17(16):1159–1170.

[15] Kollmann, T (1998): Marketing for Electronic Market Places -the Relevance of Two "Critical Points of Success". Electronic Markets 8(3):36–39.

[16] Kollmann, T; Stöckmann, C (2011): Diffusion von Web 2.0-Plattformen. In: Walsh, G; Hass, BH; Kilian, T (Hrsg.), *Web 2.0: Neue Perspektiven für Marketing und Medien*. Springer, Berlin/Heidelberg.

[17] Kürn, HC (2009): Kandidaten dort abholen, wo sie sind: Wie Web 2.0 das Recruiting und Personalmarketing verändert. In: Trost, A (Hrsg.), *Employer Branding. Arbeitgeber positionieren und präsentieren*. Luchterhand, Köln.

[18] Lee, I (2011). Modeling the benefit of e-recruiting process integration. Decision Support Systems 51(1):230–239.

[19] Lega, F; DePietro, C (2005): Converging patterns in hospital organization: beyond the professional bureaucracy. Health Policy 74(3):261–281.

[20] Marburger Bund (2010). Mitgliederbefragung 2010 zur beruflichen Situation der angestellten und beamteten Ärztinnen und Ärzte. http://www.marburger-bund.de/projekte/mitgliederumfragen/2010. Abgerufen am 20.09.2013

[21] Maurer, SD; Cook, DP (2011): Using company web sites to e-recruit qualified applicants: A job marketing based review of theory-based research. Computers in Human Behavior 27(1):106–117.

[22] Oliver, P; Marwell, G; Teixeira, R (1985): A theory of the critical mass. I. Interdependence, group heterogeneity, and the production of collective action. American Journal of Sociology 91(3):522–556.

[23] Schaffartzik, W (2009): Wettbewerb zwischen Krankenhäusern – aus Sicht des ärztlichen Leiters. Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen 103(10):653–657.

[24] Schäuble, T; Mandl, T; Griesbaum, J (2009): Mehrwertpotenziale von Online-Social-Business-Netzwerken für die Personalbeschaffung von Fach- und Führungskräften. In: Fischer, S; Maehle, E; Reischuk, R (Hrsg.), *Informatik 2009 – Im Focus das Leben, Beiträge der 39. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI).* Lübeck.

[25] Schleicher, M (2012): Liste der deutschen Krankenhäuser bei Facebook (01/2012). http://gesundheitswirt.wordpress.com/2012/02/11/liste-der-deutschen-krankenhauser-bei-facebook-012012/. Abgerufen am 20.09.2013.

[26] Senge, PM (1994): The fifth discipline: The art of the learning organization. Currency, New York.

[27] Wermuth, N; Streit, R (2007): Einführung in statistische Analysen. Springer, Berlin/Heidelberg.

[28] Wickel-Kirsch, S; Janusch, M; Knorr, E (2008): Personalwirtschaft: Grundlagen der Personalarbeit in Unternehmen. 1. Auflage. Gabler, Wiesbaden.

[29] XING AG. (2012): Q&A Wie viele Mitglieder hat XING, wie viele davon sind Premium-Mitglieder? http://corporate.xing.com/deutsch/. Aufgerufen am 20.09.2013.

A Systems Theory Approach for Information Systems Planning in Hospitals

Kenny Lienhard

University of Lausanne, Faculty of Business and Economics (HEC Lausanne), 1015 Lausanne, Switzerland, E-Mail: lienhard@legon.ch

Christine Legner

University of Lausanne, Faculty of Business and Economics (HEC Lausanne), 1015 Lausanne, Switzerland, E-Mail: christine.legner@unil.ch

Abstract

The health care sector still faces a large gap between the promoted and empirically demonstrated benefits of eHealth technologies. Medical departments in hospitals often build their own isolated software tools, resulting in silo applications with a low level of interoperability and in redundant, disorganized and inaccessible medical information. Based on a literature review, this paper derives design requirements for hospital's IS architectures. It argues that the Viable System Model, which has its origins in systems theory and cybernetics, provides a suitable basis to design an interoperable and scalable architecture for health information systems. Based on a design-oriented research approach, we develop a systems theory approach for IS planning in hospitals, which has been applied in a field study and evaluated in expert interviews. The evaluation confirms systems theory approach's appropriateness to cope with the specificities of Swiss hospitals and reveals additional avenues for refining the method.

1 Introduction

Several factors like rising health care costs and patients demanding access to their medical records, are leading to radical structural changes in health systems. Information technology (IT) is seen as a potentially transformative technology to improve quality of care, to enable better access to care and to lower the overall costs [3]. However, there is still a large gap between the promoted and empirically demonstrated benefits of eHealth technologies [3]. A number of methods exist which provide guidance on how to align the organizational structure with the underlying information systems (IS) architecture (e.g. enterprise architecture (EA) or strategic IS planning). These methods are hardly applied in the health care context. According to the experiences in Swiss hospitals, different medical departments in hospitals typically build their own isolated software tools, often apart from the organization's overall IT strategy. As a consequence, many silos were developed from which the current IS architecture with its low interoperability level originated [15].

Most of the existing IS planning methods take a top-down approach (e.g. [9]) and rely on almost complete models of the organizations, in the form of business process or domain models. Such linear thinking might be straightforward given a manager's desire for control, but this approach is too rigid to cope with a complex, decentralized organizational design, like a hospital. As of today, hospitals are characterized through organizational units that operate in relative autonomy [4], and health care professionals whose differing tasks demand a high level of medical expertise and very specific training. As the different medical departments might serve the same patients, there is an obvious need to coordinate their activities. A hospital is further embedded in an information-intensive and highly distributed health system, in which we have to make data available to a care provider for decision making, action for management, research or policy development.

This paper reasons that systems theory is a suitable approach to solve this issue. It builds on Ashby's law [1] which states that a complex system can only be controlled, if the models, with which the system is managed, offer the same variety as the complex system. Our assumption is that the hospitals have used either none or too rigid IS architecture models that do not cope with their organizational complexities. This paper aims to provide a systems theory approach to design an interoperable and scalable architecture for health information systems (HIS), one that is capable of coping with the organizational specificities of hospitals. Our approach relies on the Viable System Model (VSM) which has its origins in systems theory and cybernetics [2]. It emphasizes the viability of a system composed of interacting subsystems. In our systems theory approach, we propose to use the VSM to conceptualize the hospital's organizational structure and to identify its entities and their interdependencies. The resulting organizational model allows us to systematically design the underlying IS architecture to ensure coordination and communication among the hospital's internal and external entities.

The paper is structured as follows: the next section gives an overview about the research in the field of HIS and derives thereon the design requirements for an IS architecture in hospitals. We then explain the research methodology. Next, we present how the hospital’s organizational design can be modeled with the VSM and how it is supported through the right IS architecture. We then validate the proposed approach through a field study, interviews with expert practitioners and referencing the design requirements from our literature review. Finally, we provide some conclusions and outline future research topics.

2 Prior research

2.1 Evaluating the impact of eHealth

Current research in eHealth engages heavily in evaluating and understanding the impact of IT on health care. Different publications review evidence on the effect of health information technology (HIT) on quality, efficiency, and costs of health care [3], [23]. The major effects on quality of care were achieved through decision support systems and clinical monitoring based on large-scale screening and aggregation of data. Computational tools can typically support physicians to avoid medication errors. HIT's effect on efficiency, i.e., utilization of care and provider time, were mixed [23]. Nevertheless, efficiency remains an important argument for IT vendors because their delivered software does not alter states of disease themselves, and only supports the delivery of care. Cost effects are even harder to measure, as most of the data available is not related to direct cost savings. Instead, researchers translated non-monetized decreases in service usage into monetized estimates through the average cost of the examined service at that institution [23]. It remains ambiguous, if the different case studies are generalizable or if pilots only have anecdotal evidence. Given the wide range of possible eHealth applications and the different fields and professions in health care, there is no evidence that a computational tool with quantifiable benefits will be accepted in a specific working environment.

2.2 Status and issues in hospital's information systems

Kellermann and Jones see three major reasons for the yet unfulfilled promises of HIS: poor user interfaces, a lack of patient-centeredness and the lack of interoperability among HIS [10]. Poorly designed user interfaces lead to low technology acceptance among health professionals. As physicians are among the principal users of HIS they highly influence its success. Their profession demands very specialized skills, and they oftentimes practice in a particular way or style similar to that in which they were trained [4]. Chau and Hu empirically investigated physicians' technology acceptance [4]. They have found out that a physician has a very tool-oriented view on technology. He will likely accept a software application when it is considered to be useful to his or her practice. The relatively poor technology acceptance among health professionals is a major issue. The risk of project failures can be reduced by actively engaging clinicians in the development process and with an incremental approach to devise and test functionalities [10].

Another issue relates to the fact that patients are not yet at the center of eHealth activities: Nowadays, it is possible to access and manage our financial data online, but this is still not the case with the majority of electronic health records. In order to put the patient (or even the citizen who is not yet a patient) in the center of the health system, fundamental organizational and technical prerequisites have to be met. It is only if a hospital's HIS are integrated that the organization can present a full picture as well as a single point of contact for its patients. Heterogeneity is inherent to hospitals, as it consists of highly specialized organizational units and health care professionals. Monteiro argues that nowadays only the level of autonomy is not clear, but the need to integrate the IS is obvious [15]. Thereby, interoperability can be defined as "the ability of HIS to work together within and across organizational boundaries in order to advance the effective delivery of health care for individuals and communities" [8]. Hospital's IS architectures are still relatively immature, patient data collected in a medical department is generally not widely available [5]. This has some serious consequences which could affect the quality of care provided to patients, as it leads to redundant, disorganized and inaccessible medical information [17].

2.3 Conclusion and research gaps

In order to move towards a networked organization and to achieve the desired level of interoperability and coordination, hospitals must design an appropriate IS architecture in alignment with their organizational structure. As organizational issues are the key factors for successful implementation of HIS, a misalignment will remain a root cause for many IT failures [12]. The aforementioned architecture has to address these issues, which are well-researched in current literature. Based on our own research and on an extensive literature review by McMurry et al. [14] the design requirements for an IS architecture in hospitals can be summarized as follows:

R1: Adopt an interoperable distributed IS approach that is inherited by the nature of a hospital's organizational system

R2: Enable strong institutional or departmental autonomy to encourage participation by health professionals

R3: Control and audit the system to provide transparency and ensure patient trust

R4: Different level of access based on the investigators' (e.g. administration, physician and nurse) needs and institutional policies in order to support privacy protection

R5: Design a self-scaling architecture encouraging voluntary collaborations in order to form networked organizations

3 Research approach

Design science was seen as the appropriate methodology for our research, as it provided a guideline system to solve the identified real-world problem for hospitals [7]. We used the action design research method [19] because it takes into account our fundamental needs to solve an identified problem, to iterate through a dynamic building and evaluation process, and to continuously redesign the initial design artifact via organizational use.

3.1 Research context and motivation

Our study was conducted in close collaboration with the Swiss company Legon Informatik AG (Legon), which has developed customized software solutions for health care institutions for 15 years now. These applications were created in close collaboration with physicians. Today, the software CardioCard for the cardiology department in a Swiss hospital is Legon’s most significant solution with over 800 000 examinations for over 120 000 patients. Legon delivers software tools which fulfill a medical department's isolated business needs. From an architectural point of view, such applications remain in a silo state. This tempted different Swiss hospitals to purchase an integrated clinical information system which unified all the medical departments' diversified requirements into a single-system. It seems that such an approach is a highly controversial subject. After successfully developing software applications with a bottom-up approach, it was the goal of Legon to embrace their experiences in a method for IS planning. The latter should not only support the hospital management in planning their software applications from top-down, but also help them to move towards a more mature IS architecture.

3.2 Research process

The action design research method is triggered by a problem perceived in practice or anticipated by researchers. This problem formulation stage scopes the research from a practical and theoretical point of view. Through semi-structured interviews with experts, including two chief physicians and five executives in the health care domain, we sought to understand the practitioner's point of view and their explicit problems. During our interviews several expert practitioners doubted that a single-system approach can be successfully implemented in hospitals nowadays, and confirmed other studies' findings [15], [20]. Under such circumstances a silo application which fulfills the department's isolated business needs, is much more desirable than an integrated single-system which risks not being well accepted and used by health professionals. From a theoretical point of view, we base our research on concepts from systems theory and cybernetics. The VSM embodies these theories and serves as a foundation for this paper. Furthermore, we reviewed and analyzed existing literature on HIS to ensure that our theoretical contribution is based on well-understood requirements for effective IS architecture design in hospitals.

The second stage generates the initial design of the IT artifact, which is further shaped by the organization and subsequent design cycles. This iterative building, intervention and evaluation stage was conducted in collaboration with physicians, business and IT managers. With such a setup we ensured to learn mutually from technology, people and organizational context. Our starting point was to characterize the hospital's organizational design. This serves as a base for our research and might also help to apply the method to other organizations which share these characteristics. The outcome of the second stage is an approach for designing an IS architecture, one that is capable of coping with the hospital's organizational specificities. In addition, we applied the proposed approach in a field study of an internal medicine service in a Swiss university hospital, which we will describe in section 5. The application of our proposed approach on this particular case study helped us to validate our systems theory approach and served as an illustration for practitioners during the reflection and learning stage.

For the reflection and learning stage we had to ensure that the problem can be generalized to a class of problems. Sein et al. propose splitting the evaluation phase into two basic phases [19]. During the alpha version, we took the feedback from experts to improve the proposed approach, while the beta version's goal was to assess value and utility outcomes. Interviews were conducted with two external consultants and five executives in the health care domain, and two physicians with departmental responsibilities. Each interview was of one hour's duration, during which the expert practitioner assessed the completeness, applicability and contribution of our approach. The consultant's external perspective allowed us to get a first impression on whether the approach is applicable to other hospitals in Switzerland. Besides these interviews, we further evaluated the artifact by validating its architectural design against the currently known design requirements for HIS. This ensured that we receive a direct feedback confirming that the implications which come with the proposed approach, are coherent with current knowledge in academic literature. The outcome of the reflection and learning stage were new requirements on which we will base our future research. Furthermore, they serve as a foundation for the fourth stage of the action design research, in which the learning got formalized. We did so by drawing conclusions on the current stage and the future of the IS architecture in hospitals.

4 A systems theory approach to information systems planning in hospitals

In order to address the requirements outlined in chapter 2, we build on the VSM which has its origins in systems theory and cybernetics [2]. The VSM serves as a foundation to derive an interoperable and scalable IS architecture for HIS. The role of the IS architecture is seen as an enabler of the hospital organization, i.e., IS are conceived as a main source of improving organizational effectiveness and efficiency. However, in order to effectively use IS, a hospital has to align them with its organizational design. The IS architecture has to ensure the required level of integration among the enterprise functions and the organization's environment so that a viable system emerges [24].

The proposed approach uses a stepwise modeling of the hospital's organizational design and its underlying IS architecture (see Fig. 1). In the first step, we use the VSM to identify the hospital's entities and their interdependencies, thereby developing a model for conceptualizing the complex and decentralized hospital organization. In a second step we model the relations among the entities and how they coordinate their activities. Our approach supports a hospital in integrating its heterogeneous enterprise functions (e.g. medical services, administrative functions and organizational development) through well-defined interfaces. These steps are ideally conducted in an iterative way, as today's models have an expiration date and organizations constantly have to reconfigure themselves anew.

We can relate our systems theory approach to the business and IS layers of enterprise architectures which are considered a major enabler of goal-oriented IS planning and coping with the increasing organizational and IS complexity. This should help the academic navigate through the proposed method and gives the practitioner guidance on how to implement this method into existing EA activities. EA concepts and frameworks typically distinguish the business, IS and technology (or infrastructure) layers [22]. The proposed method can be classified into such a layered view. The VSM is used to model the hospital organization for the business perspective, which is then refined by the IS (e.g. application services, application components and data objects) and technology perspective (e.g. data storage system and processing). Our focus is on application planning and the integration of all of these applications to cover the business units' diversified information needs. Therefore, we concentrate on the externally visible behavior of an application in terms of application services, and less on the internal behavior of these applications to realize these services [11]. This service-oriented concept supports current trends such as ICT integration with web services.

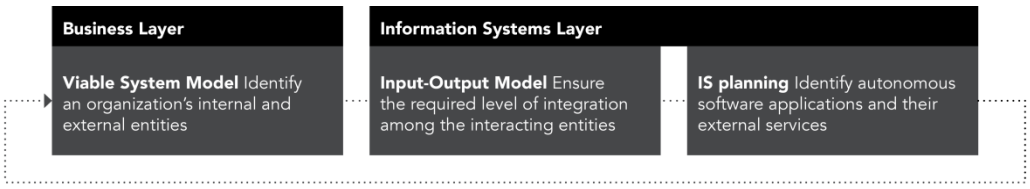


Figure 1: Overview of the systems theory approach

4.1 Using the Viable System Model to understand the decentralized hospital organization

The VSM translates the elements which are important for a biological system to survive to the design of organizations [6]. All organizations must have an identity, that is, they can be perceived as having a separate existence, and, from a cybernetic perspective, they all seek viability [21]. They need a clearly defined purpose if they are to maintain their identity. While flexibility is needed in order to adapt an organization to its dynamic environment, one should still be able to control the organization. An organization might go through significant structural changes. For instance, a bookstore might close its

physical retail stores and replaces them with an online store. Though, the company keeps its purpose, as it is still recognizable as a bookstore. An organization might even reclassify itself to ensure its viability. For instance, the bookstore could start to offer banking services such as loaning capital. If the banking operations assume greater prominence than the book business, such a change in the identity would redefine the bookstore's purpose. Different organizations have different purposes, however, they all have viability in common.

Each viable system is composed of five interacting subsystems [2]. In order to apply the VSM in the hospital context (see Fig. 2), we build on a reference model from Rohner which illustrates a hospital's generic organization structure [18]. From a practical perspective, this gives the health care professionals some guidance on how to model a hospital organization by using the VSM. From a theoretical point of view, such an application demonstrates the VSM's completeness in modeling an entire hospital organization. Hence, our systems theory approach suggests conceptualizing decentralized organizations in hospitals by means of the following five interacting subsystems (see Fig. 2):

System 1 (operative unit) identifies the operative units which perform the key activities that are required to fulfill the aim of the system, in our case providing patient treatment by specialized staff and equipment. In System 1 we could typically find the medical services and cross-disciplinary services which both have a connection to the environment (e.g. patients, health insurances and pharmaceutical companies). An entire university hospital often has between 50 and 70 operative units. Each operative units builds a viable system on its own and works autonomously, but has to interact with the other entities to fulfill the hospital's goals.

The *Environment* is characterized by current as well as future patients, suppliers, potential employees, etc. This area is constantly shaped by economic, cultural, technological, social and political forces. The known environments of the operative units partly overlap. For instance, two operative units might serve the same patient.

System 2 (coordination & anti-oscillatory functions) coordinates the operative units through predefined standards and rules. Thereby, it carries tasks out with better performance than System 1 or when synergies exist in the operative units. In today's hospitals these are typically shared support functions such as the IT help desk or human resources. Coordination functions in System 2 do not offer services to third parties (e.g. patients, health insurances, etc.), i.e., they do not build a viable system on their own.

System 3 (operative corporate management) has the task to optimize the whole system. The optimization of the whole system can lead to a setup where an operative unit is not optimally configured. This might cause tensions as operative units have, to a certain degree, their own interests and try to optimize their own system. Subsidiarity is the main principle to ensure the viability of such a setting. A good corporate management is something that allows each operative unit to do better than it would on its own.

System 3 (audit functions)* fulfills audit and monitoring activities. Its purpose is to conduct special studies and surveys, and to analyze the operations.

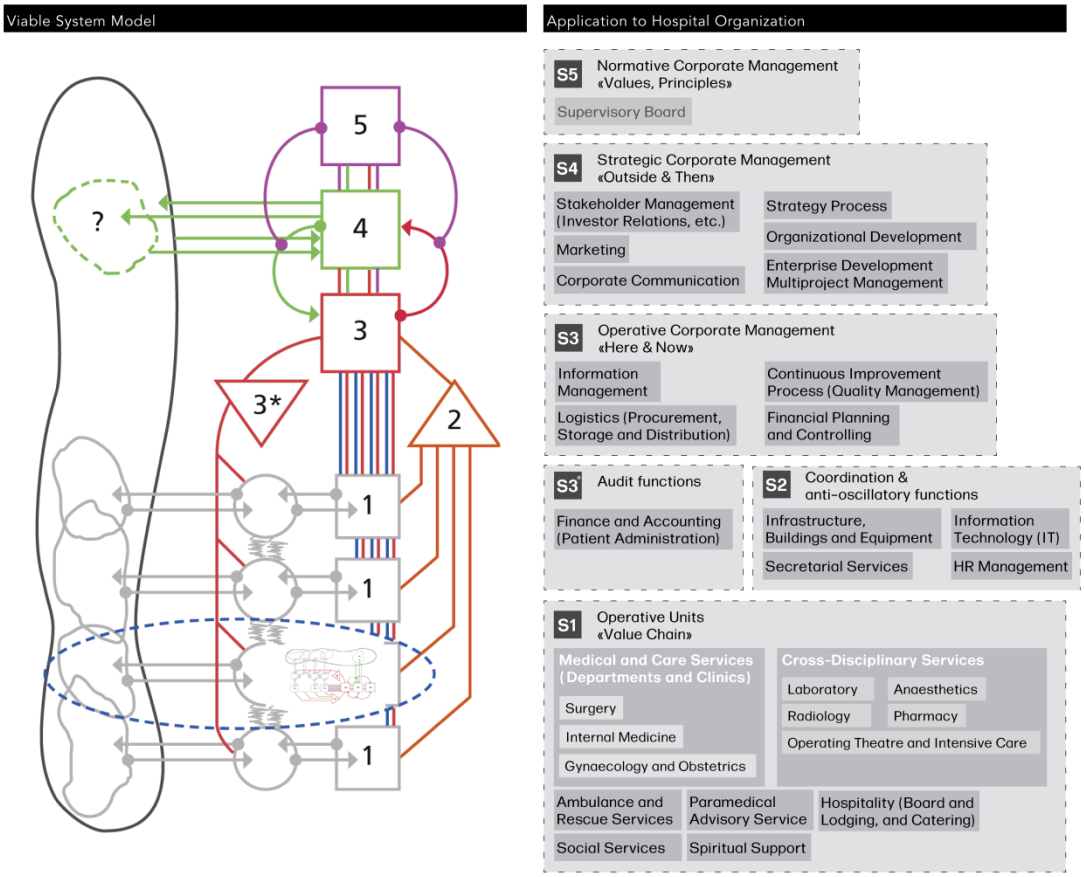


Figure 2: Hospital organization in the Viable System Model [13]

System 4 (strategic corporate management) is directly connected to the environment where it observes threats and opportunities. For a hospital it is not enough to consider the known environment of the operative units in System 1, as this activity does not take into account the unknown economic, cultural, technological, social and political forces which might shape the organizational design.

System 5 (normative corporate management) describes the norms and rules which build the ethos of the whole system. Oftentimes it is the executive board which provides values and basic assumptions for decision making. If Systems 3 and 4 do not agree on something, System 5 has to intermediate. Thereby, it has to balance the internal and external perspective as well as the present and future.

While we know how to describe complex organizations from a business perspective, it is not clear yet how to refine the viable system by its underlying IS perspective.

4.2 Translating the VSM into an input-output model

In a complex and decentralized hospital system it is particularly challenging to ensure the required level of coordination among the organizational entities. From an external perspective, such an entity is seen as a black box which receives and offers services, either to certain entities in the hospital's environment (e.g. patients, health insurances, health care providers, etc.) or to other entities within the same organization. Through the enormous variation in health care among several organizational dimensions hospitals have a large number of IS and substantial information requirements. For instance, professional groups (e.g. nurses, physicians, secretaries and physiotherapists), outside parties (e.g. patients, insurance companies and health providers) or specialization (e.g. surgery, internal

medicine and service functions such as laboratory and radiology) all have different information requirements, while serving the same patients. Basically, in hospitals each organizational entity consumes inputs in order to produce outputs. The latter either directly facilitate the outcome or serve as inputs to other entities of the process [16]. The relatively stable control and information flows among the subsystems and the environment of a VSM can be translated into a simple input-output model. An input-output model is set up on a matrix of horizontal rows and vertical columns. Thereby, the horizontal rows show how the outputs (or the offered services) of each entity are used by the other entities. Conversely, the vertical columns show how each entity obtains from others its required inputs (or services). In Fig. 3 the intersections are colored in black where the VSM does not foresee an interaction between two subsystems.

The input-output model on the left side in Fig. 3 allows us to choose an intersection between two subsystems (for instance the operative units of System 1 and the known entities in the environment) and to go into a more detailed view. Hereafter, we retrieve a new matrix which models the entities of the two subsystems and their interactions (see Fig. 3). The matrix can be seen as a layered view, the deeper a requestor goes, the more specific he selects from whom he needs a service. Thereby, a business service is defined as "the unit of functionality that some entity makes available to its environment and which has some value for certain entities in the environment" [11]. Given the complexity of the health system it is not possible to observe each single transaction. But we can reduce these transactions by classifying and aggregating them into groups. A matrix minimizes the number of interfaces in a hospital and can be described as the sum of all interfaces. The input-output matrix supports systematic IS planning in hospitals, by providing an architectural blueprint. It provides a basis for defining where organizational units may act autonomously in building IS applications and which interfaces they have to use or provide to exchange information.

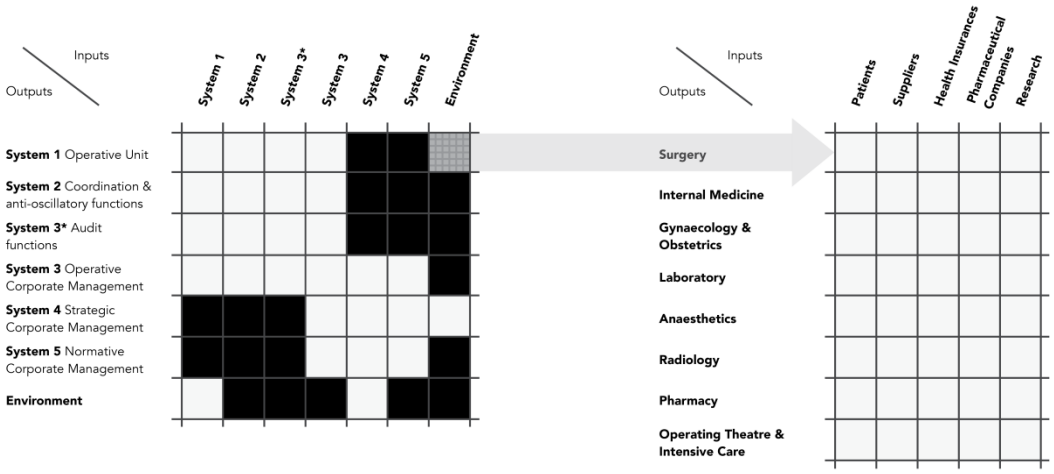


Figure 3: Input-output model of a Viable System Model

5 Evaluation

The proposed systems theory approach was validated through a field study, interviews with expert practitioners and referencing the design requirements from our literature review.

5.1 Field study and expert interviews

We applied the proposed approach to a field study of an internal medicine service in a Swiss university hospital. Different medical departments owned software solutions which fulfilled their isolated business needs, but were not able to talk to each other. The suggested approach helped the hospital to identify the required interfaces between these applications and plan the evolution of the IS landscape. The field study exemplified how a hospital can move from their application silo stage towards a more mature IS architecture and served as an illustration for practitioners during the evaluation.

In addition to the field study, we conducted interviews with consultants and executives in the health care domain, and physicians with departmental responsibilities to assess the completeness, applicability and contribution of our systems theory approach. The interviewees confirmed the outlined issues and challenges in IS planning in hospitals and were quite receptive to the suggested approach. Professionals in the health care domain agreed that the presented approach treats a relevant problem that has not been solved yet. Practitioners appreciated our approach to implement IS from bottom-up and to encourage participation of health professionals in the operative units. Both interviewed physicians argued that their work is unsuitable for standardized process models as each medical case asks for an individual treatment. Therefore, they appreciated the idea to consider an entity as a black box which provides and receives services. At the same time, the other professionals emphasized the importance implementing certain initiatives from top-down. For instance, one IT consultant mentioned that the VSM might help test whether an information system has to be implemented in operative units or as a shared service on a hospital-wide level. One eHealth consultant suggested that the illustration of patient pathways across different operative units and other subsystems might help senior management and physicians to understand the economic benefits as well as the qualitative improvements in medical treatment. In general, professionals saw the systems theory approach as a useful tool to communicate with stakeholders, but they doubted that the rather abstract VSM can be properly used by business managers. As a solution, one eHealth consultant suggested to apply such a method within a small high-performing team and to collaborate with the different entities through semi-structured interviews to find out about their required inputs.

5.2 Assessment to initial design requirements

The literature review in section 2 concluded with five design requirements for an IS architecture in hospitals. These requirements now provide the evaluation criteria for our own architectural design. Based on the application in the field study and the experts' assessment, we summarize how the systems theory approach fulfills the design requirements:

R1: Adopt an interoperable distributed IS approach that is inherited by the nature of a hospital's organizational system: A distributed IS architecture is at the very heart of our proposed approach. Such an architecture allows for efficiency due to specialization (e.g. surgery, internal medicine and service functions such as radiology). The input-output model indicates the required level of integration among the hospital functions in order to provide the effectiveness in producing the needed outputs.

R2: Enable strong institutional or departmental autonomy to encourage participation by health professionals: From a bottom-up perspective the HIS, which are owned by the operative units, are developed independently from each other. This is inherited by the hospital's VSM, each operative unit is autonomous and builds a viable system on its own. Therefore, each unit needs its own IS, which are to be developed in close collaboration with health professionals to fulfill their specific business needs.

R3: Control and audit the system to provide transparency and ensure patient trust: The VSM explicitly provides subsystems in which we find entities responsible for controlling and auditing the system. Control is not centralized in the VSM and there are different units taking this responsibility.

R4: Different level of access based on the investigators' needs and institutional policies in order to support privacy protection: Our research does not provide any explicit insights on how to handle access rights in a hospital. Though we mentioned that such policies could be included in our approach. For instance, an entity can dynamically create its service catalog based on the requestor's business role and company-wide security policies.

R5: Design a self-scaling architecture encouraging voluntary collaborations in order to form networked organizations: Our service-oriented approach allows a hospital to connect its entities to other entities within the same organization as well as to external entities from key partners. The input-output model is a useful tool to understand an organization's information flow, helping a hospital to identify broken feedback loops or to build new strategic partnerships.

6 Discussion and Outlook

The suggested systems theory approach and the explored models provide the hospital with powerful tools to create a commonly understood language throughout the organization and be the basis for systematic IS planning. By addressing HIS for the core activities of hospitals, i.e. medical examinations and treatments, our approach complements existing studies, which mostly focus on clinical information systems and patient-related administrative processes. The presented approach does not rely on complete process or domain models of the organization, which have proven to be unable to cope with the complexities of decentralized organizations in the health care sector. The VSM' recursion, i.e., the model's characteristic that each operative unit is autonomous and builds a viable system on its own, allows an organization to apply the proposed approach to a smaller instance (e.g. a department or a domain) and to extend its application afterwards to other instances. When each entity is able to fulfill the requests from the other entities and to provide the corresponding services, an organization has a fully interoperable IS architecture. The input-output model allows the chief information officer (CIO) to identify how dependent each entity is on every other entity, both as a supplier of inputs and as a customer of outputs. The top-down perspective of the described approach allows the CIO to ensure that HIS components are reusable and interoperate with each other. The input-output model might be a useful tool for the CIO in the near future, not only to run existing businesses, but also to grow and transform them. A hospital might design a service innovation, but instead of creating a unique application which increases the number of silos, the organization reuses some existing components. On the other hand, the bottom-up perspective allows the autonomous operative unit to fulfill its specific business needs through its own information system.

Hospitals neither decided to adopt nor to reject the ensemble artifact. Hence, there is a need to further refine our approach. Since our approach is not implemented in hospitals yet, the interviews with expert practitioners give an impression of the systems theory approach's appropriateness, but they do not evaluate performance. In order to understand the impact of the proposed approach a first instantiation

is needed. From a research perspective, our goal is to develop the proposed approach towards a method for IS planning in hospitals. In this regard, interviews with professionals in the health care domain were useful not only to evaluate our approach, but also to define requirements for subsequent design cycles. Executives and physicians were particularly interested in modeling specific clinical processes which impact various operative and administrative units. Thereby, the patient serves as a central actor and focal entity, emphasizing the importance of a disease instead of a department oriented approach. The patient's pathway across operative units might help senior management as well as physicians to see the potential to improve quality of care and lower overall costs.

7 References

[1] Ashby, WR (1956): An Introduction to Cybernetics. Taylor & Francis.

[2] Beer, S (1984): The Viable System Model: Its Provenance, Development, Methodology and Pathology. The Journal of the Operational Research Society, 35 (1), p.7.

[3] Black, A; Car, J; Pagliari, C; Anandan, C; Cresswell, K; Bokun, T; McKinstry, B; Procter, R; Majeed, A; Sheikh, A (2011): The Impact of eHealth on the Quality and Safety of Health Care: A Systematic Overview. PLoS Med, 8 (1), p.e1000387.

[4] Chau, PYK; Hu, PJH (2002): Investigating healthcare professionals' decisions to accept telemedicine technology: an empirical test of competing theories. Information & Management, 39 (4), pp.297–311.

[5] Giuse, DA; Kuhn, KA (2003): Health information systems challenges: the Heidelberg conference and the future. International Journal of Medical Informatics, 69 (2–3), pp.105–114.

[6] Hetzler, S (2006): Das Modell lebensfähiger Systeme. Was das Management von der belebten Welt über wirksame Organisationsstrukturen lernen kann. Faszination Bionik: Die Intelligenz der Schöpfung.

[7] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design science in information systems research. MIS Q., 28 (1), pp.75–105.

[8] HIMSS (2005): Interoperability Definition and Background. http://www.himss.org/files/HIMSS org/content/files/interoperability_definition_background_060905.pdf. Accessed 22 March 2013.

[9] Hübner-Bloder, G; Ammenwerth, E; Brigl, B; Winter, A (2005): Specification of a Reference Model for the Domain Layer of a Hospital Information System. Studies in Health Technology and Informatics, pp.497–502.

[10] Kellermann, AL; Jones, SS (2013): What It Will Take To Achieve The As-Yet-Unfulfilled Promises Of Health Information Technology. Health Affairs, 32 (1), pp.63–68.

[11] Lankhorst, MM (2004): Enterprise architecture modeling – the issue of integration. Advanced Engineering Informatics, 18 (4), pp.205–216.

[12] Lorenzi, NM; Riley, RT (2000): Managing Change An Overview. Journal of the American Medical Informatics Association, 7 (2), pp.116–124.

[13] Malik Management Zentrum St. Gallen (2013): Viable organizational structures for today and the future. http://videobucket.streamboatserver.ch/bucket/player_plain.php?video_id=bucket_1086. Accessed 25 April 2013.

[14] McMurry, AJ; Gilbert, CA; Reis, BY; Chueh, HC; Kohane, IS; Mandl, KD (2007): A Self-scaling, Distributed Information Architecture for Public Health, Research, and Clinical Care. Journal of the American Medical Informatics Association, 14 (4), pp.527–533.

[15] Monteiro, E (2003): Integrating health information systems: a critical appraisal. Methods of information in medicine, 42 (4), pp.428–432.

[16] Raghupathi, W; Tan, J (2008): Information Systems and Healthcare XXX: Charting a Strategic Path for Health Information Technology. Communications of the Association for Information Systems, 23 (1).

[17] Raghupathi, W; Umar, A (2008): Exploring a model-driven architecture (MDA) approach to health care information systems development. International Journal of Medical Informatics, 77 (5), pp.305–314.

[18] Rohner, P (2012): Achieving impact with clinical process management in hospitals: an inspiring case. Business Process Management Journal, 18 (4), pp.600–624.

[19] Sein, MK; Henfridsson, O; Purao, S; Rossi, M; Lindgren, R (2011): Action Design Research. MIS Quarterly, 35 (1), pp.37–56.

[20] Shortliffe, EH (2005): Strategic Action In Health Information Technology: Why The Obvious Has Taken So Long. Health Affairs, 24 (5), pp.1222–1233.

[21] Vidgen, R (1998): Cybernetics and Business Processes: Using the Viable System Model to Develop an Enterprise Process Architecture. Knowledge and Process Management, 5 (2), pp.118–131.

[22] Winter, R; Fischer, R (2006): Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture. In: Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, IEEE International. Los Alamitos, CA, USA, IEEE Computer Society, p.30.

[23] Wu, S; Chaudhry, B; Wang, J; Maglione, M; Mojica, W; Roth, E; Morton, SC; Shekelle, PG (2006): Systematic Review: Impact of Health Information Technology on Quality, Efficiency, and Costs of Medical Care. Annals of Internal Medicine, 144 (10), pp.742–752.

[24] Zachman, JA (1987): A framework for information systems architecture. IBM systems journal, 26 (3), pp.276–292.

Towards a Design Theory for IS Services Enabling Incentive-based Health Promotion in Organizations

Tobias Kowatsch

University of St. Gallen, Institute of Technology Management (ITEM-HSG), Health-IS Lab, 9000 St. Gallen, Switzerland, E-Mail: tobias.kowatsch@unisg.ch

Flavius Kehr

University of St. Gallen, Institute of Technology Management (ITEM-HSG), Health-IS Lab, 9000 St. Gallen, Switzerland, E-Mail: flavius.kehr@unisg.ch

Research in Progress Paper

Abstract

Health information system services (HISS) have the potential to improve well-being of employees which, in turn, leads to a reduction of days of sickness absence and an increase in individual and organizational performance. However, low participation rates indicate a need to better understand incentives that motivate employees not only to join but also to stick to HISS-supported health promotion programs. Two concepts from behavioral choice theory, i.e. reinforcing value and delay discounting, may help improve our understanding in this regard. Thus, we present a very first version of a design theory for HISS that enable organizations to implement results-based incentives for health promotion programs, denoted as RIHISS. Selected aspects of this design theory are then evaluated by an online study with 249 employees. Results show that RIHISS are accepted for smoking cessation programs. An overview of future work concludes this work-in-progress.

1 Introduction

Health information system services (HISS) have not only the potential to improve outcomes and reduce costs of health interventions [1, 23, 30] but also to support health promotion and disease prevention strategies of (business) organizations. For example, mobile applications such as FitBit (http://www.fitbit.com) or nutrition-management tools [e.g. 5] are capable to promote a healthy lifestyle which, in turn, leads to a reduction of sickness absences [18] and an increase of organizational performance [31]. Unfortunately, incentives necessary to motivate employees to participate in so-called workplace wellness programs are not yet understood. This results in low participation rates despite organizational penetration rates of up to 90% [24]. In line with this, adherence to health-related goals is of major concern to both healthcare providers and academia [8, 23, 24, 26].

Two concepts from behavioral choice theory, namely relative reinforcing value and delay discounting, may help to improve our understanding of the forces that drive health-related behavior [9]. First, relative reinforcing value can be described as the concurrent choice of a behavior rather harmful to health (e.g. binge eating) versus a healthy but probably more laborious behavior (e.g. hiking); delay discounting by contrast represents the choice of a behavior that leads to an immediate but rather minor reward (e.g. an instant state of satisfaction) versus behavior which results in a major reward in the long-term (e.g. an increase in life expectancy). However, just about 3% of employer-administered health promotion programs have offered results-based incentives, that is rewards that may help one to reject choices leading to short term gains in favor of long-term gratification [24]. Likewise, the diffusion of HISS that enable those programs in organizations is limited. GymPact (http://www.gym-pact.com), for example, allows users to win or lose money if pre-defined goals for physical activity are (not) achieved. But this application is designed for the individual consumer and thus, lacks characteristics required for their successful implementation in organizations [21]. Although the value of these kinds of HISS were already discussed in the IS community [17], it is still unclear how they must be designed for organizations and "how the type (e.g. cash or noncash), direction (reward versus penalty), and strength of incentives are related to employee engagement and outcome" [25, p. 6f].

Due to the lack of research at the intersection of IS, behavioral choice theory, health promotion and organizational research, we investigate HISS that enable organizations to implement results-based incentives for health promotion, denoted as RIHISS, by questioning (1) whether and why employees would adopt RIHISS in general (2) how to design theoretically sound RIHISS, and (3) whether continued use of RIHISS have positive effects on health outcomes of employees and on the performance of organizations.

In order to answer these research questions, we aim to develop a design theory for RIHISS. In the next section, we therefore describe an initial version of a design theory for RIHISS by addressing the following components that are relevant to IS design theories in general [12, p. 322]: purpose and scope, justificatory knowledge, constructs, principles of implementation and testable propositions. Afterwards, first empirical results are presented that justify the purpose and scope of the proposed design theory and that provide relevant input for further refinements. A summary and outlook on future work concludes this work-in-progress.

2 Design Theory for RIHISS

The purpose and scope of the proposed design theory for RIHISS aims to develop HISS that improve the health condition of employees and organizational performance by applying principles from behavioral choice theory, namely relative reinforcing value and delay discounting. In line with prior work [37], a design theory prescribes both "the properties an artifact should have if it is to achieve certain goals and the method(s) of artifact construction" (p. 41, in reference to [29]), Figure 1 depicts not only the relevant constructs and justificatory knowledge of the proposed design theory, but it also outlines the principles of implementation and testable propositions. A detailed description of the rationale of these components and relationships is provided in the following paragraph.

It is apparent that the exclusive use of behavioral choice theory [15, 28, 32] and, in particular, the concepts of relative reinforcing value and delay discounting [9] as justificatory knowledge is not sufficient to design efficient and effective RIHISS. The latter concepts must be seen as rather complementary to justificatory knowledge from the IS, health and organizational disciplines that all together must inform design principles for RIHISS. IS-related theories such as the IS success model [6, 7], the model of IS continuance [4] or positive design theory [39], explain why IS services are used, a precondition for effect measurement and utility evaluation of HISS. By contrast, health-related theories such as the revised health promotion model [26] or the information-motivation-strategy model [8], explain why health promoting behavior happens on the individual level and organizational level. Finally, organizational research on health interventions such as the organizational health development model [3, 14] are required to account for the organizational characteristics during the design of RIHISS such that successful implementation and managerial support is achieved [21].

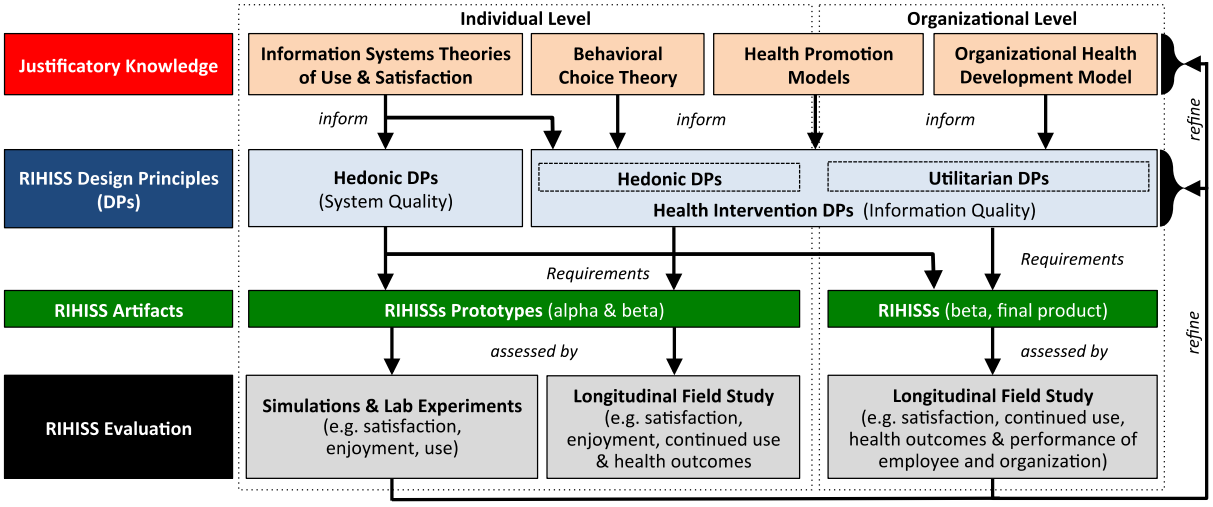


Figure 1: Design theory for HISS that enable organizations to implement results-based incentives for health promotion (RIHISS)

The justificatory knowledge described above informs design principles for RIHISS. Design principles are technological rules which can take the form of "If you want to achieve Y in situation Z, then something like action X will help." [33, p. 227] In this work, Y is healthy behavior, Z is an everyday situation in the private or organizational context and X is a particular health promoting action that is supported by RIHISS. In line with prior work on hedonic IS [19, 34] and positive design theory [39], it is argued that design principles for RIHISS must address not only utilitarian aspects (e.g. ability to activate health promoting behavior of employees in organizations) but particularly also hedonic

aspects (e.g. user satisfaction with the service or enjoyment during service usage) due to the fact that it was shown that hedonic characteristics significantly influence utilitarian characteristics and (intended) system use [10, 16, 19, 34]. We hereby adopt the notion of Wixom and Todd [38] and argue that system quality of RIHISS is defined by hedonic design principles from IS theories of use and satisfaction, whereas information quality is defined by hedonic and utilitarian design principles from behavioral choice theory, health promotion models and the organizational health development model. Because of their goal-oriented health promotion focus, the latter design principles are also summarized as health intervention design principles. An initial set of design principles based on IS research [e.g. 2, 17, 27, 36] was first identified and then matched to the two concepts from behavioral choice theory, i.e. relative reinforcing value and delay discounting [9] and health promotion models [8, 23, 26]. The following (abbreviated) design principles (DP) resulted from the matching task and, consistent with prior work [11], refer to the fundamental rules or clear statements that support X, i.e. health promotion actions (key literature by which the DPs are informed is provided in brackets):

DP1. Individual program goals should be made explicit and communicated [17].

DP2. Information about the progress of the health promotion plan should be provided [8, 17].

DP3. Reminders should be provided in everyday situations to increase awareness and adherence [8, 20, 22, 26].

DP4. Information and training on effective strategies on delaying gratification should be provided [8, 9, 17, 22].

DP5. Long-term incentives should be chosen adequately and communicated in a motivating way, i.e. either framed as gains for healthy behavior and/or framed as loss for behavior harmful to health [16, 19, 34, 38, 39].

In order to develop useful RIHISS the aforementioned set of design principles for RIHISS[1] must be selected (and revised) according to the individual needs of the planned health promotion program of a particular organization. The selected and revised design principles then represent the requirements for the technical implementation of RIHISS prototypes and market-ready products. These artifacts will be then evaluated in several simulations, lab experiments and longitudinal field studies. Key constructs to be evaluated must be hedonic and utilitarian characteristics of the RIHISS such that the design principles of the proposed design theory can be tested and such that both components of RIHISS are addressed, i.e. system quality and information quality.

Testable propositions of the proposed design theory for RIHISS can be divided into (1) predictor propositions to answer the question why a RIHISS is used and (2) effect propositions to answer the question which effects a RIHISS has on health behavior. Both propositions are therefore linked to continued use of RIHISS as the central construct of evaluation. First, predictor propositions delineate relevant relationships of predicting constructs and continuance usage, a precondition to understand and measure any effects. From prior work in the IS field it should be evaluated whether characteristics of RIHISS such as user satisfaction, hedonic motivation, facilitating conditions (in particular in the organizational context), social support, performance expectancy and effort expectancy are perceived high and positively related to continued RIHISS use [e.g. 4, 35]. Second, effect propositions start with the degree of usage over a certain period of time and assess its relationship with health-related

[1] The initial set of design principles does not consider justificatory knowledge from the organizational health development model but this will be part of future work as outlined in the last section.

outcome parameters such as perceived well-being, sickness absence, individual job performance and organizational performance [e.g. 3, 14, 18, 31]. In addition to the quantitative results that are gathered by testing the predictor constructs and effect constructs of RIHISS continued use, qualitative data must be collected in parallel to each of the quantitative constructs to investigate their rationale. As a result and part of each build-and-evaluate loop [13], empirical data is used to revise and assess not only the hedonic and utilitarian design principles but also their underlying kernel theories and justificatory knowledge.

The overall process explained above is also a first description of the principles of implementations of RIHISS according to Gregor and Jones [12]. As described in the last section, future work will revise and detail this initial design theory according to several build-and-evaluate loops. Accordingly, we next present first results of an assessment of one particular RIHISS.

3 Preliminary Evaluation of the Design Theory

In order to test selected aspects of the design theory for RIHISS and to reveal relevant insights for further design principles and refinements, an online survey was conducted with an insurance company in 2013. Due to the fact that tobacco use is one of the primary causes of cardiovascular disease and pulmonary conditions [24], an impairment also relevant to the company, the RIHISS was tailored to a quit smoking program by a textual description. That is, employees would bet their own money and would (lose or) win their stakes plus an additional bonus if they were (not) successful in quit smoking after a pre-defined period of time. The described HIS would guide and support them in pursuing their individual health-related goals.

Overall, 249 employees have participated in the survey. Results indicate that employees who smoke (26.5%) would participate in the RIHISS-based program. That is, a one-sample t-test of willingness to participate shows a significant and positive mean of 4.79 (SD: 1.69, $p < .001$, test value: 4) anchored on a seven-point Likert scale ranging from strongly disagree (1) to strongly agree (7).

Furthermore, smokers willing to quit (24.9% of all or 93.9% of smoking participants) indicated that both monetary incentives (Mean: 4.66, SD: 1.87, p. < .001) and perceived risks to lose money (Mean: 4.16, SD: 1.78, $p > .05$) would increase their commitment and perseverance not to smoke. However, regression analysis showed that only monetary incentives ($\beta = .67$, $p < .001$), and not perceived risks ($\beta = .07$, $p < .001$), were positively related with the willingness to participate in the RIHISS-based program (DP5, R^2: .509, F: 30.6, $p < .001$). On average, participants would expect a bonus in the order of 38% of their monetary stakes while, at the same time, they would only set in approximately 5% of their monthly income.

With regard to the initial set of design principles, smokers perceived information on program progress, i.e. time remaining to achieve the health-related goal (DP2, Mean: 4.85, SD: 1.87, $p < .001$), behavioral action plans, i.e. individual tips to pursue health-related goals (DP4, Mean: 4.68, SD: 1.87, $p < .001$) and reminders with clearly defined and communicated goals and program conditions (DP1, DP3, DP5, Mean: 4.60, SD: 1.82, $p < .001$) significantly positive in terms of useful IT services that support them to quit smoking. And finally, with 71.2%, the smartphone was chosen as the preferred form factor to interact with the services compared to tablet PCs (24.2%) or desktop PCs (19.7%).

4 Summary and Future Work

The current work-in-progress underlines the importance to motivate employees to participate in health promotion programs of organizations due to their desired effects such as decrease in sickness absence and organizational performance. Motivated by two concepts from behavioral choice theory (namely relative reinforcing value and delay discounting) [9], the use of RIHISS that enable organizations to employ health promotion programs with results-based incentives seems to be promising in this regard [24]. Due to the lack of research, an initial version of a design theory for RIHISS was then presented and preliminary described with regard to purpose and scope, justificatory knowledge, constructs, principles of implementation and testable propositions. An initial set of five design principles was also provided. The concept of RIHISS and their underlying design principles were then evaluated in a first exploratory online study with 249 employees in the context of a smoking cessation program. Results indicate that RIHISS are accepted and that monetary incentives should be communicated rather than perceived risks to lose money in order to motivate employees to participate in RIHISS-based programs. These results set the scene for future work.

Accordingly, we will improve and detail the design theory for RIHISS during the next design cycles with at least two organizations. In particular, the organizational health development model will be incorporated as justificatory knowledge and the initial set of design principles will be revised, extended and described in much more detail. Furthermore, three remaining components of IS design theories will be described which are (1) principle of form an function, (2) artifact mutability and (3) expository instantiation [12]. In addition, first prototypes will be implemented and assessed with the help of simulations (to assess the ideal time range of health promotion programs, and amount of monetary incentives) and lab experiments with individual employees. The resulting insights of the evaluations will lead to further improvements and refinements of the design principles and their underlying justificatory knowledge that, in turn, will allow us to test the revised prototypes in longitudinal field studies in the organizational context.

5 References

[1] Agarwal, R; Gao, GG; DesRoches, C; Jha, AK (2010): The Digital Transformation of Healthcare: Current Status and the Road Ahead. Information Systems Research 21(4): 796-809.

[2] Anderson, CL; Agarwal, R (2011): The Digitization of Healthcare: Boundary Risks, Emotion, and Consumer Willingness to Disclose Personal Health Information. Information Systems Research 22(3): 469-490.

[3] Bauer, GF; Jenny, GJ (2012): Moving Towards Positive Organizational Health: Challenges and a Proposal for a Research Model of Organizational Health Development, in *Contemporary Occupational Health Psychology - Global Perspectives on Research and Practice*, J. Houdmont, S. Leka, and R. Sinclair, Editors. Wiley: West Sussex. 126-145.

[4] Bhattacherjee, A (2001): Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model. MIS Quarterly 25(3): 351-370.

[5] Cook, RF; Billings, DW; Hersch, RK; Back, AS; Hendrickson, A (2007): A Field Test of a Web-Based Workplace Health Promotion Program to Improve Dietary Practices, Reduce Stress, and Increase Physical Activity: Randomized Controlled Trial. Journal of Medical Internet Research 9(2): e17.

[6] DeLone, WH; McLean, ER (1992): Information systems success: The quest for the dependent variable. Information Systems Research 3(1): 60-95.

[7] DeLone, WH; McLean, ER (2003): The DeLone and Mc Lean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. Journal of Management Information Systems 19(4): 9-30.

[8] DiMatteo, MR; Haskard-Zolnierek, KB; Martin, LR (2012): Improving Patient Adherence: A Three-factor Model to guide Practice. Health Psychology Review 6(1): 74-91.

[9] Epstein, LH; Salvy, SJ; Carr, KA; Dearing, KK; Bickel, WK (2010): Food reinforcement, delay discounting and obesity. Physiology & Behavior 100(5): 438-445.

[10] Gerow, JE; Ayyagari, R; Thatcher, JB; Roth, PL (2013): Can we have fun @ work? The role of intrinsic motivation for utilitarian systems. European Journal of Information Systems 22(3): 360-380.

[11] Greefhorst, D; Proper, E (2011): Architecture Principles - the Cornerstones of Enterprise Architecture. Springer, Heidelberg, Germany.

[12] Gregor, S; Jones, D (2007): The Anatomy of a Design Theory. Journal of the Association for Information Systems 8(5): 312-335.

[13] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1): 75-105.

[14] Jenny, GJ; Inauen, A; Brauchli, R; Füllemann, D; Müller, F; Bauer, GF; Wieser, S; Plessow, R; Kauer, L; Brügger, U; Heizmann, S; Weber, L; Schulte-Abel, B; Roth, H, *Projekt SWiNG - Schlussbericht der Evaluation*, 2011, Gesundheitsförderung Schweiz.

[15] Kahneman, D; Tversky, A (1984): Choices, Values, and Frames. American Psychologist 39(4): 341-350.

[16] Kamis, A; Koufaris, M; Stern, T (2008): Using an Attribute-Based Decision Support System for User-Customized Products Online: An Experimental Investigation. MIS Quarterly 32(1): 159-177.

[17] Kraft, P; Drozd, F; Olsen, E (2009): ePsychology: Designing Theory-Based Health Promotion Interventions. Communications of the Association for Information Systems 24(1, Paper 24): 399-426.

[18] Kuoppala, J; Lamminpää, A; Husman, P (2008): Work health promotion, job well-being, and sickness absences – a systematic review and meta-analysis. Journal of Occupational Environmental Medicine 50(11): 1216-1227.

[19] Lowry, PB; Gaskin, JE; Twyman, NW; Hammer, B; Roberts, TL (2013): Taking "Fun and Games" Seriously: Proposing the Hedonic-Motivation System Adoption Model (HMSAM). Journal of the Association for Information Systems 14(11): Article 2.

[20] Maass, W; Varshney, W (2012): Design and Evaluation of Ubiquitous Information Systems and Use in Healthcare. Decision Support Systems 54(1): 597-609.

[21] Markus, ML; Keil, M (1994): If We Build It, They Will Come: Designing Information Systems that People Want to Use. Sloan Management Review 35(4): 11-25.

[22] Martin, L; Haskard-Zolnierek, K; DiMatteo, MR (2010): Health Behavior Change and Treatment Adherence: Evidence-based Guidelines for Improving Healthcare. Oxford University Press, Oxford, USA.

[23] Martin, LR; Haskard-Zolnierek, KB; DiMatteo, MR (2010): Health Behavior Change and Treatment Adherence. Oxford University Press, Oxford, New York, USA.

[24] Mattke, S; Liu, H; Caloyeras, JP; Huang, CY; Van Busum, KR; Khodyakov, D; Shier, V (2013): Workplace Wellness Programs Study. RAND Corporation, Santa Monica, CA.

[25] Mattke, S; Schnyer, C; Van Busum, KR (2012): A Review of the U.S. Workplace Wellness Market. RAND Corporation, Santa Monica, CA.

[26] Pender, NJ; Murdaugh, C; Parsons, MA (2010): Health Promotion in Nursing Practice. 6 ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

[27] Romanow, D; Cho, S; Straub, D (2012): Riding the Wave: Past Trends and Future Directions for Health IT Research. MIS Quarterly 36(3): iii-x.

[28] Schumpeter, JA (1954): History of Economic Analysis. Oxford University Press, New York.

[29] Simon, HA (1991): Organizations and Markets. Journal of Economic Perspectives 5: 25-44.

[30] Spring, B; Duncan, JM; Janke, EA; Kozak, AT; McFadden, HG; DeMott, A; Pictor, A; Epstein, LH; Siddique, J; Pellegrini, CA; Buscemi, J; Hede-ker, D (2013): Integrating Technology Into Standard Weight Loss Treatment: A Randomized Controlled Trial. JAMA Internal Medicine 173(2): 105-111.

[31] Taris, TW; Schreurs, PJG (2009): Well-being and organizational performance: An organizational-level test of the happy-productive worker hypothesis. Work & Stress 23(2): 120-136.

[32] Tversky, A; Kahneman, D (1991): Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model. Quarterly Journal of Economics 106(4): 1039-61.

[33] Van Aken, J (2004): Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-tested and Grounded Technological Rules. Journal of Management Studies 41(2): 219-246.

[34] van der Heijden, H (2004): User Acceptance of Hedonic Information Systems. MIS Quarterly 28(4): 695-704.

[35] Venkatesh, V; Thong, JYL; Xu, X (2012): Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. MIS Quarterly 36(1): 157-178.

[36] Vishwanath, S; Vaidya, K; Nawal, R; Kumar, A; Parthasarathy, S; Verma, S, *Touching lives through mobile health - Assessment of the global market opportunity*, 2012, PwC.

[37] Walls, JG; Widmeyer, GR; El Sawy, OA (1992): Building an Information System Design Theory for Vigilant EIS. Information Systems Research 3(1): 36-59.

[38] Wixom, BH; Todd, PA (2005): A Theoretical Integration of User Satisfaction and Technology Acceptance. Information Systems Research 16(1): 85-102.

[39] Zhang, P (2007): Toward a Positive Design Theory: Principles for Designing Motivating Information and Communication Technology, in *Designing Information and Organizations with a Positive Lens - Advances in Appreciative Inquiry*. JAI: Oxford, UK. 45-74.

Exploring Determinants of Effective Use: The Role of Misfits between a Hospital and its Information System

Andy Weeger

Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm, Institut für Dienstleistungsmanagement, 89231 Neu-Ulm, andy.weeger@hs-neu-ulm.de

Anja Neff

Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm, Fakultät Gesundheitsmanagement, 89231 Neu-Ulm, anja.neff@student.hs-neu-ulm.de

Heiko Gewald

Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm, Institut für Dienstleistungsmanagement, 89231 Neu-Ulm, heiko.gewald@hs-neu-ulm.de

Ulrich Haase

Universitätsklinikum Tübingen, 72076 Tübingen, ulrich.hasse@med.uni-tuebingen.de

Abstract

As a result of greater diffusion of health information technology, quality of care and patient safety are increasingly dependent on *if* and *how* medical professionals are using information systems (IS) deployed in hospitals. IS research still provides few insights on the determinants and barriers of *effective use* of IS. This research measured different levels of *effective use* for a specific clinical workplace system in four departments of a hospital. Comparative case-studies were conducted in order to identify factors which are expected to impede the effective usage of systems, so called "misfits". Qualitative Comparative Analysis (QCA) was used to examine the causal relationships between the occurrence of these misfits and effective system usage in different clinical contexts. The findings reveal that misfits do in fact have a strong (negative) impact on effective IS usage. This study provides evidence that specifically functional misfits lead to ineffective IS usage.

1 Introduction

In order to face challenges like rising costs, increasing demand and uneven quality [1], policy makers and health care organizations set hope on the use of health information technology (HIT). HIT comprises all technologies that deal with storage, retrieval, sharing, and use of health-related information, data, and knowledge for communication and decision making [2]. Meaningful use of HIT is expected to reduce health care costs by increasing physicians' productivity [3-5], improve quality of care (e.g. enhance patient safety) [5-7], and thus improve health and well-being for the population [8]. Due to increasing pressure on hospitals to improve their effectiveness [9] it is not surprising that substantial parts of hospital investments are dedicated to information technology [10, 11].

As a result of greater HIT diffusion, quality of care and patient safety are increasingly dependent on *if* and *how* these systems are used. For instance, a lack of relevant information or falsely entered information can lead to errors and mistakes which may have severe consequences, and sometimes even a lethal impact. Following this argument, it cannot be assumed that investments in HIT principally lead to the expected benefits [8]. The people who are intended to use the system, first and foremost, have to accept and actually use it [12]. In this regard, technology adoption research provides many theories which help understanding when and why people use systems [13] and can guide measures to improve actual system usage (e.g. frequency and duration). Apart from making sure of high adoption rates, organizations have to ensure that information system (IS) usage enables them to accomplish their goals (e.g. due to facilitate users tasks) [14]. Hence, in order to safeguard desired outcomes such as cost reduction or increased quality of care, it is crucial that medical professionals both (a) use HIT systems and (b) use the systems effectively.

In contrast to technology adoption, information systems research provides little insight on what effective system usage involves and what its drivers are [14]. Therefore, the motivation of this study is to gain understanding what hinders effective use. We seek (a) to develop an indicator in order to measure effective use information systems and (b) to identify factors impeding effective usage.

To address these research objectives, we will perform cross-comparative case studies following a four-step process. First, we analyze existing literature on IS usage in order to identify what effective use is about and by which factors it is determined. Second, we collect qualitative data in a German hospital where almost all departments (referred to as "clinics") use the same IS but to different levels of effectiveness. Third, we code, summarize, and analyze the qualitative data to identify the factors influencing effectiveness. We then use the technique of qualitative comparative analysis (QCA) to guide cross-case comparison. The paper closes with a discussion of the findings, the explication of limitations, and guidance to further research.

2 Theoretical Background

In this section we first give a definition of *effective use*. Subsequently we briefly discuss two theories which address how information technology usage improves performance outcomes: task-technology fit (TTF) and organization-enterprise system fit (Org-ES fit).

Following Burton-Jones and Grange [14], *effective use* is defined as the degree to which the use of a IS increases achievement of the goals an organization has set with respect to the system. Hence, *effective use* determines if an organization realizes the intended outcomes of system use, such as increasing quality and/or decreasing costs. This definition considers the multilevel nature of system usage [14] (individual, group, and organizational level) and assumes that "the relevant goal for effective use is simply whatever end-point the system is used to achieve" [14]. Furthermore, 'goal

achievement' has objective qualities which can be quantitatively measured to assess performance. For instance, if a hospital deploys a system in order to reduce time of patient treatment, the system is used effectively if the time for treating the patient in the specific discipline actually decreases.

Task-technology-fit theory explains how performance benefits can be realized on individual level. Several studies confirmed that TTF does significantly impact an individual's task fulfillment performance [15]. Performance benefits encompass some mix of improved efficiency, improved effectiveness, and/or higher quality. TTF theory proposes that an information system is more likely to impact individual performance, if its capabilities match the tasks the user has to perform [16]. If the relevant goal of an information system is simply to support individuals' fulfillment of a specific task, TTF can be seen as a driver of *effective use* on the individual level.

Taking into account the organizational level, Strong and Volkoff [17] examined the organization-enterprise system fit (*Org-ES fit*). *Org-ES-fit* is particularly relevant for packaged software applications, which are highly integrated and intended for cross-functional use within an enterprise, so-called Enterprise Systems (ES). Enterprise Systems usually belong to the category of Standard Software Packages and are designed to fit generic rather than specific requirements. Subsequently and in contrast to the construct of *task-technology fit*, which focusses on individual's specific tasks, *Org-ES-fit* is concerned with the fit between "a software and multiple elements of an organization's operations" and defined as "problem-free functioning of an organization as it uses its enterprise system" [17, p. 732].

Problems arise, if gaps between organizational requirements and the characteristics of the information system (e.g. the functionalities it provides) become apparent. These gaps –defined as misfits [18]– can be seen as indicators of insufficient Org-ES fit. Furthermore, misfits are more salient than fits and, hence, more likely to be empirically observed. As a result of their three year qualitative study, Strong and Volkoff [17] identified six domains of misfit which correspond to the dimensions of their conceptualization of Org-ES-fit. The domains are depicted in Tabel 1.

In line with Burton-Jones and Grange [14], we assume that organizations never implement IS just 'for the sake of usage'. Rather, they follow goals such as to decrease costs or increase quality, e.g. due to improving the storage, retrieval, sharing, and use of relevant information. If these goals are achieved with the system, it is used effectively. As observed by Strong and Volkoff [17], gaps between organizational requirements and the characteristics of the IS in use –so-called misfits– compromise achieving the objectives of the IS. Following this argument, we propose that *effective use* is impeded by misfits assignable to the six dimensions of misfit proposed by Strong and Volkoff [17].

Table 1: Six dimensions of misfit as proposed by Strong and Volkoff [17] (adopted to context)

Misfit	Definition
Functionality	Functionality misfits occur when the way processes are executed using the IS does negatively impact process performance as compared to pre-IS outcomes.
Data	Data misfits occur when data or data characteristics stored in or needed by the IS leads to quality issues such as inaccuracy, inconsistent representations, inaccessibility, lack of timeliness, or inappropriateness for users contexts.
Usability	Usability misfits occur when the interactions with the IS required for task execution are cumbersome or confusing, i.e., requiring extra steps that add no value, or introduce difficulty in entering or extracting information
Role	Role misfits occur when the roles in the IS are inconsistent with the skills available, create imbalances in the workload leading to bottlenecks and idle time, or generate mismatches between responsibility and authority.
Control	Control misfits occur when the IS requires too much control, inhibiting productivity, or provides too little control, leading to the inability to access or monitor performance appropriately.
Organizational Culture	Organizational culture misfits occur when the IS requires ways of operating that contravene organizational norms.

3 Research Context

The aim of our study is to identify the misfits of a specific IS and analyze the resulting impact on *effective use* of the system. Therefore, we examine the occurrence of misfits and their relationship with effectiveness of IS usage in a specific context. To give an introduction to the research context, the characteristics of the organization and the IS are briefly discussed and an indicator for *effective use* is presented.

3.1 Hospital Context

Three specific characteristics which differentiate hospitals from other organizations seem relevant for this study as it is expected that they have the potential to directly or indirectly cause misfits. First, delivering health care services is directly related to patient safety [19]. A lack of relevant information can lead to errors and mistakes which may have severe consequences up to a patient's death. In this regard, the potential consequences of misinformation may be similar to, or even more serious than consequences caused by missing information. Second, physicians responsibility for the welfare of their patients accounts for a specific degree of autonomy [20]. From so-called professional autonomy, privileges like a greater control over critical resources and over the tasks performed by subordinates and non-professionals arise [21]. Third, hospitals are characterized by a very rigid hierarchy originating from a military tradition [22], where supervisors have a substantial influence on the careers of their subordinates [23]. In particular physicians are trapped between the responsibility for their patients, the privileges of their professional autonomy and the hierarchical structures. That is why they constantly have to balance medical and organizational conflicts [23].

3.2 Research Site and Research Object

This study was conducted in one of the largest German hospitals with approx. 8,500 employees in 17 specialized clinics (associated hospitals), and 15 institutes. The hospital provides health care services for approx. 60,000 inpatients and approx. 300,000 outpatients per year. The hospital under investigation has implemented a hospital information system (HIS) which is used in all clinics except one.

HIS are commonly defined as sociotechnical subsystems that deal with the storage, retrieval, sharing, and use of health-related information, data, and knowledge for communication and decision making [2, 24]. Therefore, HIS are integrative systems aiming to support the comprehensive information requirements of physicians, nurses etc. across all functions and clinics. Additionally the HIS usually integrates numerous highly specialized sub-systems (such as specific medical systems, archiving systems etc.), whereby each sub-system fulfills information processing functions for specific tasks [24].

This study focusses on a subsystem of the HIS which is called "Clinical Workplace System" (CWS), which is also deployed in all clinics except one. The CWS provides functions for several tasks performed by medical and nursing staff, which are spanning across the entire treatment process [24]. For this purpose, the system provides centralized and location-independent access to all relevant medical and administrative information and documents and, hence, supports the following functions: access and interpretation of information, documentation, communication, and support of organizational processes. The system provides access to the data of the laboratory system, the radiology system and the digital archive, for instance. Furthermore, the system enables physicians to digitally store medical findings and edit the doctor's letter. Computers with access to the CWS are available in the physicians' offices at ward, the nursing station and in some meeting rooms.

3.3 Case for Research

Since the CWS integrates the sources of information and data needed for the course of treatment, the intended purpose of the CWS is to provide the users a single interface to access and process treatment-related patient, hence, to minimize paper-based information processes. Until today not all information sources are connected to the CWS. All information and data originating from sources which are not connected yet are still filed in the traditional paper-based record, which is scanned and archived after patient discharge.

Currently, medical professionals are still able to print out documents accessed via the CWS and add them to the paper-based record (with or without hand-written notes). This kind of usage behavior (a) bypasses the system and (b) produces additional, unnecessary costs for scanning documents which are already digitalized.

4 Research Method

Case study research has a strong tradition in IS research when we want to understand a contemporary phenomenon within its context and test and expand initial propositions [25, 26]. As this study seeks to gain understanding on the hardly observed phenomenon of *effective use* in a specific context, this study is exploratory in nature. Therefore, a cross-comparative case study approach was the research strategy of choice [27, 28]. The analysis phase was guided by the principles and operations of qualitative comparative analysis (QCA) [29]. QCA is a set of systematic ways of studying causality based on the logic of Boolean algebra and allows for the identification of multiple and conjectural

causes of an *outcome* when comparing a relatively small sample. QCA is in particular useful to summarize qualitative data, to check the coherence of data, to check hypotheses or existing theories or to develop new theoretical arguments [30]. As in QCA the unit of analysis is the individual case, this approach –in contrast to quantitative ones– is not based on the assumption that the influence of variables is of additive, linear, and symmetric nature. Furthermore, QCA does not generalize the impact of variables –so-called conditions– across a number of cases. Rather, QCA reduces complexity of the cases by transforming them into specific combinations of *conditions* linked to the *outcome*, so called *configurations*. To analyze the ways in which the *conditions* interact and combine with one another, principles and operations of Boolean algebra are applied. In this regard, QCA does summarize the configuration of cases in form of 'logical equations' and leads to minimal formulas using Boolean minimization algorithms based on the methods of Mill [31]. It is possible that both, the observed configurations and the minimal formulas only explain one single case, while another configuration or formula explains more than one case.

4.1 Data Collection

Yin [28] proposes that research sites must predict either similar or contrasting results for predictable reasons. Following this recommendation, the selection of research sites was guided by following conditions. Only clinics with comparable types of medical processes regarding inpatient treatment have been selected. The shortlist of clinics was drawn up by a medical consultant from the hospital. The aim of the final selection process was to obtain a maximum of variance across the sample regarding the phenomena under investigation: the level of *effective use* of the CWS.

In order to select the research sites according to its level of *effective use*, we had to reveal an indicator for this outcome. Taking into account the goal of the CWS, its level of *effective use* can be measured by the degree to which the medical professionals use the systems to access and process information relevant for the course of treatment. Since printing out information, which is already digitally available and filing it in the paper-based record undermines the goals of the information system, the number of printed documents also accessible digitally can serve as an indicator for the *effective use* of the CWS.

To obtain a sample with a maximum of variance we have evaluated 15 randomly selected medical records of each clinic. We analyzed the content of the medical records, counted the total sum of papers and the sum of print-outs which have been available via the system. Based on these performance indicators, we selected four clinics. Three of them are characterized by –on average– many documents filed and/or a high share of documents also available via the CWS. To contrast these research sites, we also selected a clinic with relatively low scores on the total amount of pages and the share of digital available documents. Unfortunately, there was no additional clinic with a high level of *effective use*. In this manner, we selected both, cases with a negative outcome (low level) and a positive outcome (high level of effective use). Unfortunately, there was only one case for the latter one in place.

4.1.1 Data Collection

At the beginning of 2013 immediately after the analysis of the medical records, observations of physicians of all ranks during the treatment process of inpatients have been conducted by the means of workplace shadowing. The observations lasted at least two days each clinic and have been accompanied by informal interviews with physicians. The observation protocols consist of about 6,000 words for each clinic.

Table 2: Clinics and assessment of effective use

Clinic	Type	Average paper-based medical record	Print-outs available via the IS	Effective use
A	Dermatology	27.4 pages	57 %	No
B	Children´s hospital	39.2 pages	21 %	Partly
C	Neurology	19.0 pages	10 %	Yes
D	Urology	25.5 pages	16 %	Partly

4.2 Data Analysis

Data Analysis was conducted in a two-step process and started with a content analysis using the qualitative data analysis computer software package NVivo 9 [32] and followed by comparative analyses.

First, we went through the data and coded all passages reporting indications and evidences on misfits. Subsequently, we analyzed the codes in order to find similarities, grouped them into categories (misfit-types) and assigned the categories to the six dimensions of misfit. All misfit-types were clearly assigned to one of the misfit domains. Next, we went through the cases again and examined for each case the occurrence of each misfit we have identified. The result of this process is a list of conditions (misfit types) dichotomized for each case (misfit present or not). Furthermore, we split the outcome *effective use* into two separate dichotomized *outcomes* using the findings of the analysis of the medical records: *effective use* and *totally ineffective use*. Since only clinic C produces lean paper-based records containing only few documents which are also available in the IS, our analysis indicates that only this clinic is using the CWS effectively. In contrast, Clinic B and D, have slightly higher numbers of print-outs. However, compared to clinic A, clinic B and D are not using the information system totally ineffective. As these clinics are rather ambiguous, we decided that they neither belong to the set where the outcome *effective use* is given, nor to the set where the outcome *ineffective use* is given. Hence, we defined that the outcome *ineffective use* is only clearly obvious at clinic A, while the outcome *effective use* is only present at clinic C. The result of this process is a dichotomous data table (the 'truth table') with each misfit-type as a condition and the assessment of *effective use* as outcomes [33].

Second, we compared the findings amongst the cases. To facilitate the cross-case analysis, QCA methods were employed. We employed the crisp set QCA (csQCA) which is based on dichotomous conditions and outcomes. The analysis was done using fsQCA [29, 34]. The results were generated following a four step method. First, we constructed the truth-table summarizing our within-case knowledge (see Table 4). As discussed above, we used the presence of the observed misfits as conditions and two states of effective use as outcomes. Second, it has to be examined if the truth-table contains contradictory configurations. Contradictory configurations are on hand if there are cases with the same set of conditions yielding to different outcomes. Since no contradictions have been found, Boolean minimization was carried out for both the absence of the outcome *effective use* and the outcome *ineffective use* in order to identify potentially "sufficient" causal associations. As QCA does not assume causal symmetry, it is recommended also to perform the analysis for the presence of the outcome. However, we only observed one configuration for the presence of each outcome. Hence, we only focused on the absence of the outcomes. To gain more parsimonious expressions, Boolean minimization was applied. We performed the process twice: with "logical reminders" and without. Logical reminders (R) are logically possible combinations of conditions that are not represented

through empirical cases in the dataset. Excluding logical reminders leads to the *complex solution*. Including those assumptions yields the most parsimonious minimal formula, the so-called *parsimonious solution* (a superset of the complex solution). Since this approach does integrate both assumptions which are supported by existing knowledge (so-called 'easy' counterfactuals) and assumptions which are not ('difficult' counterfactuals), resulting configuration(s) have to be carefully interpreted. To obtain a more straight-forward solution, fsQCA also provides a less parsimonious solution, the so-called *intermediate solution* (a subset of the parsimonious solution). To gain this solution, only 'easy' counterfactuals, thus, only non-observed configurations maintained by existing theoretical and substantive knowledge are included. For this purpose the following simplified assumptions were made: the presence of misfits generally leads to the absence of *effective use* and the absence of misfits generally leads to the absence of *ineffective use*. Finally, a case- and/or theory-informed interpretation of the solutions was carried out.

5 Findings

5.1 Observed Misfits

The content analysis revealed misfit-types in five out of six dimensions proposed by Strong and Volkoff [17]. Only in the data domain, we neither observed misfits, nor did medical professionals report misfits. This could be due to the fact that data accessible via the IS are mostly unstructured (e.g. results of examinations and doctors' letters). The misfit-types are depicted in Table 3.

Table 3: Observed misfits related to unnecessary print-outs

Functionality Misfits		
F1	Lack of data transfer support	Physicians frequently have to request analysis/examinations. Although patient data (e.g. the initial diagnosis) are stored in the system, data have to be typed in manually for each request.
F2	No mobile access	Due to the lack of mobile access functions and hardware, patient data such as results of examinations cannot be accessed when there is no workstation available locally (e.g. in patient rooms on the ward round).
F3	Missing notification functions	The CWS lacks a 'general notification function' for newly arrived findings. Hence, physicians need to check for updates manually.
Usability Misfits		
U1	Usage difficulties	The users evaluate the interaction with the IS as not adequate for searching and extracting information.
U2	Insufficient performance	The performance of the system is insufficient (e.g. time needed for opening records and searching for results e.g. due to slow response time).
U3	Confusing representation	The representation of the data provided by the IS is confusing.
Role Misfits		
R1	Access restrictions	Lack of access rights for specific tasks (e.g. no access rights for sub-systems such as the surgery system)
Control Misfits		
C1	Lack of traceability	The CWS provides too little control regarding the traceability of access (e.g. to acknowledge receipt of findings)
Organizational Culture Misfits		
OC1	Authoritarian leadership	As a consequence of authoritarian leadership, medical directors and assistant medical are not using the system to assess information, they are asking their subordinates. As they have to be able to quickly report patient status at any time (even if no computer is available) and as accessing documents via the paper-based record is faster, they print out many documents.

5.2 QCA Results

We applied QCA in order to analyze both the absence of *effective use* and the absence of *ineffective use* based on the misfit-types discussed above. The observed configurations for both outcomes are depicted in Table 4.

Table 4: Truth Table

Clinic	F1	F2	F3	U1	U2	U3	R1	C1	OC1	Effective Use (EU)	Ineffective Use (IU)
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
B	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
C	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
D	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

We first applied Boolean minimization processes to identify potentially 'sufficient' causal associations for the absence of *effective use*. Therefore, we propose the following model (1) [1]:

[1] QCA notation: Upper-case letters indicate the presence of an outcome or condition, while lower-case letters indicate its absence; the operator * means logical AND, whereas + stands for logical OR.

eu = f(F1,F2,U2,R1,C1,OC1)

According to our theoretical assumption, the model states that *effective use* should not be found in clinics where misfits regarding data transfer (F1) and mobile access (F2), performance (U2), access rights (R1), traceability (C1) and leadership style (OC1) have been observed. Since they do not vary across the observed configurations regardless of the outcome, the conditions *missing notification functions* (F3), *usage difficulties* (U1) and *confusing representation* (U3) have been excluded [35].

Performing Boolean minimization on the absence of the outcome *effective use* (eu) both with and without logical reminders yield the following solution formulas:

Complex solution:	C1*U2*F2*R1*OC1+C1*U2*f1*f2*r1*oc1→ eu
Intermediate solution:	C1*U2 → eu
Parsimonious solution:	C1+U2 → eu

The complex solution shows that there are two different configurations leading to the absence of *effective use*. Including the easy simplifying assumptions yields a logically equivalent but simplified configuration containing two conditions: *Lack of traceability* (C1) and *insufficient performance* (U2), whereby a separate truth table analysis shows that both conditions are necessary and sufficient for the absence of *effective use.* The results of this cross-case analysis shows that the presence of misfits regarding the traceability of access and insufficient performance of the information system does explain why the use of the CWS in clinic A, B, and D is significantly less effective compared to clinic C. Also 'thick' case data does support this implication. First, our observations and interviews indicate that the comparatively long time needed to find and access documents via the CWS does negatively impact the satisfaction of users across all clinics. Nevertheless, a lack of performance does not lead to problems achieving the goals in clinic C. In order to achieve their goals, performance is insufficient only for clinic A, B, and D. In contrast, medical professions in clinic C have developed ways to fit information systems' characteristics (partially low access times) and their organizational requirements. During the ward round, for instance, a physician requests a result of an examination carried out with the patient the physicians are focusing on at this moment (patient A). Since this document is available via the CWS, one of the physicians begins to access this document. In the meantime, the other physicians continued the ward round and discussed the status of patient B. Once the requested document is opened and the physicians finished their discussion of patient B, they focused on patient A again. Furthermore, the results of our interviews indicate that only medical personnel in clinic A, B, and D assume that signing off digital documents is necessary in order to comply with legal and organizational requirements. Both misfits get medical professionals in clinic A, B, and D, in particular physicians, to make unnecessary print-outs. As case study protocols and our theoretical assumptions support the intermediate solution, this study shows that the presence of control and usability misfits does impede *effective use*. However, in view of the small sample size and limited empirical diversity, there is no evidence clearly supporting the parsimonious solution which is stating that the presence of the traceability misfit or performance misfit is sufficient for the outcome.

In a second step, we performed test for the absence of *ineffective use* (IEU). Therefore, we propose the following model (2) stating that *ineffective use* should not be present if the misfit-types F1, F2, U2, R1, C1 and OC1 are also not present. The conditions F3, U1 and U3 have been excluded for the same reason as discussed above.

(2) ieu = f(f1,f2,u2,r1,c1,oc1)

After applying Boolean minimization processes, we obtained following solutions:

Complex solution: f1*f2*U2*r1*C1*oc1+f1*f2*u2*R1*c1*oc1+f1*F2*U2*R1*C1*OC1 → ieu
Intermediate solution: f1 → ieu
Parsimonious sol.: f1 → ieu

The process of Boolean minimization without logical reminders leads to a solution formula which encompasses three distinguish configurations, one for each case. However, analysis of the truth-table reveals that the absence of the misfit *lack of data transfer support* (f1) is the only necessary and sufficient condition for the absence of *ineffective use.* Including 'easy' logical reminders indicates that no other sufficient conditions or combinations of conditions are leading to this outcome. The minimized formula, thus, seems to be reasonable. The result shows that the absence of a functional misfit causes not ineffective information system usage, even though is it not effective concurrently. Analysis of case study protocols supports this conclusion. The lack of functions supporting data transfer causes print-outs in clinic A only. Before creating a request for emanation, for instance, which requires keying in specific data accessible in digitally available documents, medical professions in clinic A print these documents and copy data from paper, rather than from screen. Medical professionals in the other clinics, by contrast, transfer data without making print-outs beforehand.

6 Discussion

This study provides evidence that the fit between an organization and its IS (*Org-IS fit)* does facilitate *effective use*. Furthermore, results show that different misfit-types have varying impact on *effective use*. The *absence* of major misfits between organizational requirements and the functions the IS provides are impeding *ineffective use*. In contrast, the presence of control and usability misfits is impeding *effective use.* Therefore, it can be concluded that functional misfits impact *effective use* to a higher extend (e.g. prevent *effective use)* compared to control and usability misfits, which are found to cushion the degree of *effective use* only.

The number of simplifying assumption increases with limited empirical diversity. Furthermore, the problem of limited diversity increases if the analysis is based on a very small sample. As this study is based on a small sample and a relative large number of conditions [35], it has to be carefully examined, thus, to which level the findings can be generalizable. Furthermore, we have –even if well-founded - decided to assign the outcome *effective use* to clinic C, although it produces unnecessary print-outs too (if only few). As the analysis of the paper-based records has not revealed any clinic which uses the IS more effectively and as we need a positive case to contrast the less effective ones, this classification was reasonable. However, probability increases that conditions having a slighter impact cannot be identified as part of the resulting configurations. Nevertheless, both case study data and logical reasoning indicates that the misfits identified using QCA have to unfold a major impact on the effective IS usage across all four clinics. First, a gap between the manifestation of regularly performed tasks (such as requesting examinations) and an IS's functionalities has to significantly affect the effectiveness of the IS. Furthermore, considering the impact of missing or not recognized information on patients' welfare and physicians' responsibility for that, it is comprehensible that control misfits can cause workarounds which, in turn, impede effective IS usage.

Further research should put an emphasis on the investigation of the interdependence between *Org-IS fit* and *effective use*. For instance, we propose to examine if different levels of impact are depending on the misfit-domain, the organizational context and/or the scope of the IS. Furthermore, findings may motivate practitioners, who are objected to improve effectiveness of IS use, to reveal misfits and to put them right. In this regard, our findings stress that it is reasonable to focus on functionality misfits first.

7 Conclusion

This study sought to develop an indicator of effective use for the CWS and to identify factors impeding its effectiveness. As such, this study is one of the first providing a perspective on the relationship among misfits between an organization and its IS and effective IS usage. Following Strong and Volkoff [17] path on understanding *Org-IS fit*, we have hypothesized that effective IS use is impeded by gaps between organizational requirements and the characteristics of the IS in use, so-called misfits. Applying both qualitative content analysis and QCA techniques, we have revealed and structured existing misfit-types and showed that the presence of misfits does impede effective IS usage. Results indicate that in particular the absence of major functional misfits improves usage effectiveness of the CWS. Knowledge acquired from this study is in particular beneficial for practitioners seeking to improve IS usage as it helps them to identify relevant barriers. Beyond its practical implications, we hope that this study motivates further research on the determinants and consequences of *Org-IS fit*.

8 Literature

Books and Book Sections

[22] Markus Holtel (2006): Psychologische und Organisatorische Fallen Für Den Einsatz von IT Im Gesundheitswesen. In *Ehealth: Innovations- und Wachstumsmotor Für Europa.* Springer Berlin Heidelberg: pp. 53-59.

[23] Werner Vogd (2004): Ärztliche Entscheidungsprozesse Des Krankenhauses Im Spannungsfeld von System- und Zweckrationalität: Eine Qualitativ Rekonstruierte Studie Unter Dem Besonderen Blickwinkel von Rahmen ("Frames") und Rahmungsprozessen. VWF, Berlin.

[24] Thomas Martin Lehmann (2005): Handbuch Der Medizinischen Informatik. Hanser Fachbuchverlag.

[28] R.K. Yin (2009): Case Study Research: Design and Methods. Sage Publications.

[29] Charles C Ragin (1987): The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies. University of California Press, Berkely and Los-Angeles.

[31] John Stuart Mill (1865): Of the Four Methods of Experimental Inquiry. In John Stuart Mill (Ed.) *A System of Logic, Ratiocinative and Inductive.* 6. ed. Routledge & Kegan Paul, London: pp. 427-450.

[35] Benoît Rihoux, Charles C Ragin (2009): Configurational Comparative Methods: Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Related Techniques. Sage.

Journal Articles

[3] Richard Hillestad, James Bigelow, Anthony Bower, Federico Girosi, Robin Meili, Richard Scoville, Roger Taylor (2005): Can Electronic Medical Record Systems Transform Health Care? Potential Health Benefits, Savings, and Costs. Health Affairs 24(5): 1103-1117.

[4] T. L. Erstad (2003): Analyzing Computer Based Patient Records: A Review of Literature. Journal of Healthcare Information Management 17(4): 51-57.

[5] Basit Chaudhry, Jerome Wang, Shinyi Wu, Margaret Maglione, Walter Mojica, Elizabeth Roth, Sally C. Morton, Paul G. Shekelle (2006): Systematic Review: Impact of Health Information

Technology on Quality, Efficiency, and Costs of Medical Care. Annals of Internal Medicine 144(10): 742-752.

[6] W. W. Stead (2007): Rethinking Electronic Health Records to Better Achieve Quality and Safety Goals. Annual Review of Medicine 58: 35-47.

[7] K. Zheng, R. Padman, M. P. Johnson, H. S. Diamond (2005): Understanding Technology Adoption in Clinical Care: Clinician Adoption Behavior of a Point-of-Care Reminder System. International Journal of Medical Informatics 74(7-8): 535-543.

[8] Sarv Devaraj, Rajiv Kohli (2000): Information Technology Payoff in the Health-Care Industry: A Longitudinal Study. Journal of Management Information Systems 16(4): 41-67.

[9] M. Lungen, I. Lapsley (2003): The Reform of Hospital Financing in Germany: An International Solution? Journal of health organization and management 17(5): 360-372.

[12] Sarv Devaraj, Rajiv Kohli (2003): Performance Impacts of Information Technology: Is Actual Usage the Missing Link? Management Science 49(3): 273-289.

[13] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis, F. D. Davis (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. MIS Quarterly 27(3): 425-478.

[14] Andrew Burton-Jones, Camille Grange (2012): From Use to Effective Use: A Representation Theory Perspective. Information Systems Research 24(3).

[15] Brent Furneaux (2012): Task-Technology Fit Theory: A Survey and Synopsis of the Literature. Information Systems Theory 28: 87-106.

[16] D.L. Goodhue, R.L. Thompson (1995): Task-Technology Fit and Individual Performance. MIS Quarterly 19(2): 213-236.

[17] D.M. Strong, O. Volkoff (2010): Understanding Organization-Enterprise System Fit: A Path to Theorizing the Information Technology Artifact. MIS Quarterly 34(4): 731-756.

[18] C. Soh, S.S. Kien, J. Tay-Yap (2000): Enterprise Resource Planning: Cultural Fits and Misfits: Is Erp a Universal Solution? Communications of the ACM 43(4): 47-51.

[19] Stephen M Campbell, Martin O Roland, Stephen A Buetow (2000): Defining Quality of Care. Social science & medicine 51(11): 1611-1625.

[21] Z. Walter, M. S. Lopez (2008): Physician Acceptance of Information Technologies: Role of Perceived Threat to Professional Autonomy. Decis. Support Syst. 46(1): 206-215.

[25] Izak Benbasat, David K. Goldstein, Melissa Mead (1987): The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. Report 11(3): 369-386.

[26] Lynne M. Markus (1983): Power, Politics, and Mis Implementation. Communications of the ACM 26(6): 430-444.

[27] A. S. Lee (1989): A Scientific Methodology for Mis Case Studies. MIS Quarterly 13(1): 33-50.

[30] Carsten Q Schneider, Claudius Wagemann (2010): Standards of Good Practice in Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Fuzzy-Sets. Comparative Sociology 9(3): 397-418.

[33] Peer C Fiss (2007): A Set-Theoretic Approach to Organizational Configurations. Academy of management review 32(4): 1180-1198.

Conference Proceedings

[20] Margot McGimpsey, Diane Strong, Sharon A. Johnson, Isa Bar-On, Bengisu Tulu (2011): Autonomy and Electronic Health Records: Can We Have Both? American Conference on Information Systems, Detroit.

Reports

[1] PricewaterhouseCoopers (2005): Healthcast 2020: Creating a Sustainable Future. In. PricewaterhouseCoopers.

[2] David Brailer, Tommy Thompson (2004): Health IT Strategic Framework. In: Department of Health and Human Services (Ed.). Washington, DC.

[10] K. Blum, P. Schilz (2005): Krankenhaus Barometer 2005. In. Deutsches Krankenhaus Institut, Düsseldorf.

[11] VHitG (2010): Branchenbarometer 2010: Markterhebung Zur Bewertung und Verteilung von IT in Deutschen Gesundheitseinrichtungen. In.

Software

[32] QSR International Pty Ltd (2012): Nvivo Qualitative Data Analysis Software. V 9.

[34] Charles C Ragin, Sean Davey (2012): Fsqca. V 2.5. University of California, Irvine CA.

Konzeption ausgewählter Spracherweiterungen zur Ressourcenmodellierung in Modellen klinischer Behandlungspfade – Am Beispiel der Koronarangiographie

Michael Heß

Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Unternehmensmodellierung, 45141 Essen, E-Mail: m.hess@uni-due.de

Martin Burwitz

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01069 Dresden, E-Mail: martin.burwitz@tu-dresden.de

Hannes Schlieter

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01069 Dresden, E-Mail: hannes.schlieter@tu-dresden.de

Abstract

Krankenhäuser sind mit mehreren Herausforderungen infolge konfliktärer Ziele konfrontiert: (1) Steigerung der Versorgungsqualität, (2) Steigerung der Transparenz über Art und Umfang der medizinischen Leistungserbringung und (3) Reduktion der aus der medizinischen Versorgung resultierenden Kosten. Klinische Behandlungspfade haben sich bereits als geeignetes Instrument des klinischen Prozessmanagements etablieren können. Die meist unzureichende Berücksichtigung des mit der medizinischen Leistungserbringung einhergehenden Ressourceneinsatzes bei der Erstellung, Beschreibung und Verwendung klinischer Behandlungspfade verhindert jedoch die Identifikation noch bestehender Optimierungspotenziale. Daher zielt der Beitrag auf die Konzeptualisierung ausgewählter medizinischer Ressourcentypen anhand eines kardiologischen Anwendungsfalles und demonstriert deren Einsatz und resultierende Potenziale exemplarisch anhand ausgewählter Abschnitte des klinischen Behandlungspfades „Koronarangiographie und perkutane transluminale Koronarangioplastie“.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Klinische Behandlungspfade erfahren seit dem Beschluss zur Einführung des auf Fallpauschalen basierenden Vergütungssystems im Deutschen Gesundheitswesen eine zunehmende Beachtung. Sie eignen sich sowohl als Instrument zur Wahrung bzw. Steigerung der Behandlungsqualität als auch zur kostenseitigen Optimierung von Behandlungsprozessen [19]. Sie beschreiben den „im Behandlungsteam selbst gefundene[n] berufsgruppen- und institutionsübergreifende[n] Konsens bezüglich der besten Durchführung der Krankenhausgesamtbehandlung unter Wahrung festgelegter Behandlungsqualität und Berücksichtigung der notwendigen und verfügbaren Ressourcen sowie unter Festlegung der Aufgaben und der Durchführungs- und Ergebnisverantwortlichkeiten“ ([13], S. 23). Die Art und Weise der Gestaltung klinischer Behandlungspfade, insb. die Repräsentation variiert jedoch immer noch stark: Zum einen finden sich natürlich-sprachliche, tabellarische, tagesspezifische oder flussdiagrammatische Repräsentationen in der klinischen Praxis [8], zum anderen finden sich konzeptuelle Modelle, meist unter Verwendung von Ansätzen der (Medizin-)Informatik [10, 16, 21] oder der Wirtschaftsinformatik [3, 17]. Erstere zielen dabei meist auf die Ausführbarkeit der Modelle, z. B. in klinischen Workflowmanagementsystemen [18] oder Entscheidungsunterstützungssystemen [21].

Ansätze der Wirtschaftsinformatik adressieren zusätzlich die Unterstützung interpersoneller und -professioneller Kommunikation und (operativer) Managementaufgaben. Insbes. für menschliche Anwender werden vermehrt domänenspezifische Modellierungsansätze gewählt, deren Konzepte aus der Fachsprache der Anwendungsdomäne rekonstruiert worden sind und somit maßgeblich zum Verständnis der Modelle durch prospektive Anwender beitragen können [5]. Zudem betrachten Modelle der Wirtschaftsinformatik, insbes. der Unternehmensmodellierung, oftmals komplexe Handlungssysteme sowie Interdependenzen zwischen einzelnen Systembestandteilen. Zur Reduktion der Komplexität resultierender Modelle bieten diese Ansätze die Bildung dedizierter Perspektiven an [20]. Dadurch können korrespondierende Modelle einen Beitrag zur Durchführung zielgerichteter Analysen und darauf aufbauenden Reorganisationsprojekten leisten [5]. Jedoch fokussieren bestehende Ansätze hier meist auf die adäquate Modellierung der medizinischen Leistungserbringung (ML), während flankierende Aspekte wie die Integration medizinischer Ressourcen, z. B. zur Steigerung der Transparenz des Materialeinsatzes oder zur Unterstützung eines modellbasierten Managements, nur unzureichend berücksichtigt werden. Ein ganzheitlicher Ansatz – basierend auf einer Unternehmensmodellierungsmethode ist im klinischen Umfeld der Begriff der multiperspektivischen Krankenhausmodellierung [9] geprägt worden – könnte jedoch als umfassendes, modellbasiertes Dokumentations- und Managementinstrument zur Unterstützung unterschiedlichster Aufgaben und Analysefragestellungen, u. a. hinsichtlich Wirtschaftlichkeit sowie zu Beschaffungs- oder Abrechnungszwecken, Anwendung finden. Basierend auf einem Anwendungsfall eines Forschungsprojektes zur Identifikation und Analyse von Integrationspotenzialen medizinischer und unterstützender Prozesse sollen daher Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen in Modellen klinischer Behandlungspfade entwickelt werden. Daher soll folgende Forschungsfrage beantwortet werden: *Wie können medizinische Ressourcentypen in Modellen klinischer Behandlungspfade berücksichtigt werden, um die zuvor genannten Potenziale realisieren zu können?*

Zur Beantwortung der Forschungsfrage bedarf es sowohl der Identifikation und Analyse relevanter Perspektiven auf die ML als auch der Identifikation angemessener Abstraktionen medizinischer Ressourcentypen. Daher sind die folgenden Fragen zu beantworten:

1. Welche Perspektiven sind im Rahmen der Modellierung klinischer Behandlungspfade sowie der notwendigen bzw. verfügbaren Ressourcentypen zu berücksichtigen?
2. Welche Ressourcentypen lassen sich anhand der Perspektiven und des Anwendungsfalls zur Modellierung klinischer Behandlungspfade ableiten?

Um eine angemessene Qualität und Nachvollziehbarkeit der Forschungsergebnisse zu gewährleisten, ist die formulierte Forschungsfrage mittels einer geeigneten Forschungsmethode, wie im folgenden Abschn. 1.2 dargestellt, adressiert worden.

1.2 Forschungsmethodik und Gang der Arbeit

Der Beitrag ordnet sich in den Bereich der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik [15] ein, da er auf die Konzeption eines IT-Artefakts in Form domänenspezifischer Modellierungskonzepte gerichtet ist. Gestaltungsorientierte Forschung der Wirtschaftsinformatik soll den Prinzipien Abstraktion, Originalität und Begründung genügen und für den jeweiligen Adressatenkreis einen erkennbaren Nutzen stiften [15]. Der Erkenntnisprozess der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik [15] wird im Rahmen des vorliegenden Beitrags folgendermaßen umgesetzt: Die Problemstellung sowie das resultierende Forschungsvorhaben sind einleitend motiviert und begründet worden. Die Weiterentwicklung des Artefaktes erfolgt nach einer grundlegenden Charakterisierung des Handlungssystems „Krankenhaus“ (Kap. 2) sowie des zugrunde liegenden Anwendungsfalles (Abschn. 3.1) basierend auf daraus abgeleiteten Anforderungen (Abschn. 3.2) in Kap. 5. Themenverwandte Arbeiten werden zuvor im Kontext der Anforderungen charakterisiert (Kap. 4). Durch die Entwicklung eines Metamodellausschnitts wird dem Prinzip der Abstraktion genüge getan. Die Tatsache, dass ein solches bisher nicht existiert, macht den Beitrag originell. Dem Begründungspostulat wird sowohl durch die Begründung der Anforderungen als auch durch die Offenlegung von Entwurfsentscheidungen genüge getan. Der einleitend motivierte Nutzen für den potenziellen Adressatenkreis wird anhand einer exemplarischen Anwendung der Konzepte veranschaulicht (Abschn. 5.2). Die exemplarische Anwendung dient gleichzeitig der fallbasierten Evaluation des entwickelten Artefaktes vor dem Hintergrund der zuvor formulierten Anforderungen. Der Beitrag endet mit einem Fazit, einer kritischen Würdigung und einem Ausblick in Kap 6.

2 Das Handlungssystem „Krankenhaus“: Perspektiven und Ressourcen

Nachfolgend werden professionelle Perspektiven (Abschn. 2.1) sowie Grundlagen des Ressourcenbegriffs und Ressourcentypen im Handlungssystem „Krankenhaus“ thematisiert (Abschn. 2.2).

2.1 Professionelle Perspektiven im Handlungssystem „Krankenhaus“

Krankenhäuser haben den gesetzlichen Auftrag „durch ärztliche oder pflegerische Hilfeleistung, Krankheiten, Leiden oder Körperschäden“ zu heilen oder zu lindern sowie Geburtshilfe zu leisten und die zu versorgenden Patienten unterzubringen und zu verpflegen (KHG § 2 Abs. 1). Zur Erfüllung des Versorgungsauftrags kooperieren ärztlicher Dienst (ÄD), nicht-ärztliches Assistenzpersonal (AP) und Pflegedienst (PD) sowie (allgemein) die Krankenhausverwaltung (KHV) miteinander (sog. Drei-Säulen-Modell). Jede dieser Professionen blickt infolge ihrer jeweiligen Ziele aus einer unterschiedlichen Perspektive auf die Prozesse der ML: ÄD, AP und PD fokussieren i. d. R. Effektivität und Effizienz der ML aus Sicht der medizinischen Prozess- und Ergebnisqualität. Demgegenüber steht für die KHV neben der Unterstützung der ML durch Sekundär- und

Tertiärprozesse vor allem die ökonomische Effizienz (i. S. v. Kosten und Erlösen) der ML sowie der unterstützenden Prozesse des Krankenhauses im Vordergrund. Die Perspektiven des ÄD, des AP und des PD lassen sich weiter nach der jeweils zugrunde liegenden medizinischen Fachrichtung sowie der im klinischen Behandlungspfad eingenommenen Rolle unterscheiden. Analog können die Perspektiven der KHV gemäß ihrer verschiedenen Funktionsbereiche unterschieden werden.[1,2]

2.2 Zum Ressourcenbegriff und Ressourcentypen im Krankenhaus

Der **Ressourcenbegriff** wird in der Praxis häufig intuitiv verwendet, wobei Bedeutung und Interpretation stark variieren. Ursprünglich in der Volkswirtschaftslehre geprägt, beschreibt er traditionell die grundlegenden Produktionsfaktoren Arbeit, Boden und Kapital [2, 14]. In der Betriebswirtschaftslehre wird er vor allem produktionswirtschaftlich, als in die Erstellung von Produkten und Dienstleistungen einfließendes Mittel, verstanden, das den Ablauf der Leistungserstellungsprozesse beeinflusst [11]. Informatik und Wirtschaftsinformatik fokussieren vor allem die Ressourcen Information und (sozio-technisches) Informationssystem (IS) zur Unterstützung einer zielgerichteten Leistungserbringung. Entsprechend ihrer Beschaffenheit werden Ressourcen in materielle, immaterielle sowie Humanressourcen [11] und entsprechend ihrer Einsatzform in Verbrauchs- (Repetierfaktoren) und Gebrauchsressourcen (Potenzialfaktoren) differenziert [4].

Im **Handlungssystem „Krankenhaus“** erfolgt die ML durch kombinierten Einsatz medizinischen Personals (Humanressourcen), medizinischer Ge- und Verbrauchsmaterialen sowie der Krankenhausinfrastruktur (materielle Ressourcen) und medizinischen Fachwissens (immaterielle Ressourcen). Sie unterliegt dem uno-actu-Prinzip, d. h. Erstellung und Absatz müssen zeitlich und räumlich simultan erfolgen [22]. Humanressourcen können entsprechend des Drei-Säulen-Modells den Berufsgruppen des ÄD, des AP und des PD zugeordnet und durch individuelle Fähigkeiten und Qualifikationen charakterisiert werden [12]. Ihre Zuordnung zu einzelnen Prozessschritten klinischer Behandlungspfade kann auf der Grundlage geforderter Fähigkeiten oder Qualifikationen erfolgen. Daneben wirken Mitarbeiter der KHV als Humanressourcen in unterstützenden Prozessen mit. Als materielle Ressourcen gehen sowohl Medizinprodukte (MP)[3], Arzneimittel (AM) und Heil- und Hilfsmittel als auch Infrastrukturressourcen wie Gebäude / Räume und Informations- und Kommunikationstechnik in die ML ein. Insbes. Humanressourcen, medizinische Großgeräte und Funktionsräume stellen Engpassressourcen dar, sodass diese Potenzialfaktoren möglichst effizient geplant und eingesetzt werden sollten. Als immaterielle Ressourcen werden vor allem medizinische Informationen und medizinisches Wissen in der ML eingesetzt, die sowohl Input- als auch Outputfaktoren darstellen, meist dokumentationspflichtig sind und zur Entscheidungsunterstützung genutzt werden.

---

[1] Neben den zuvor beschriebenen „internen Stakeholdern“ werden Krankenhäuser auch durch „externe Stakeholder“ (z. B. Zuweiser, Kostenträger, Gesetzgeber, weitere Einrichtungen des Gesundheitswesens) beeinflusst, die hier jedoch aufgrund gegebener Kapazitätslimitation nicht betrachtet werden.

[2] Obwohl Patienten doppelte Relevanz für die ML haben – es handelt sich um Nachfrager der und in die medizinische Leistungserbringung eingehende (i. d. R. schlecht planbare) Produktionsfaktoren gleichzeitig [22] – wird die Patientenperspektive hier nicht näher betrachtet, da sie keiner Profession des Krankenhauses angehört.

[3] Eine ausführliche Definition des Begriffs ‚Medizinprodukt’ liefert das Medizinproduktegesetz in § 3 (http://www.gesetze-im-internet.de/mpg/__3.html, letzter Abruf: 2013-09-20) sowie die EU-Richtlinie 93/42/EG.

3 Anwendungsfall und abgeleitete Anforderungen

Der in Abschn. 3.1 vorgestellte Anwendungsfall ist im Rahmen des Forschungsprojektes *Hospital Engineering – Innovationspfade für das Krankenhaus der Zukunft* im *Elisabeth-Krankenhaus* in Essen dokumentiert und analysiert worden. Die Dokumentation erfolgte basierend auf Beobachtungen der ML sowie der unterstützenden Prozesse und ist durch Expertengespräche ergänzt worden. Die resultierenden Modelle des klinischen Behandlungspfades und der unterstützenden Prozesse sind im Anschluss mit Domänenexperten plausibilisiert und bei Bedarf ergänzt worden. Ziel der Dokumentation und Analyse ist die Identifikation von Potenzialen zur besseren Integration medizinischer und unterstützender Prozesse im Kontext der medizinischen Dokumentation und supportiver Tätigkeiten sowie der eingesetzten Informationssysteme in den Bereichen Materialwirtschaft und Abrechnung. Zur Identifikation und Realisierung entsprechender Potenziale bedarf es einer geeigneten konzeptuellen Grundlage zur Erstellung korrespondierender Modelle. Vor diesem Hintergrund und den zuvor in Kap. 2 thematisierten Charakteristika des Handlungssystems „Krankenhaus“ werden in Abschn. 3.2 Anforderungen an die Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Kontext der Modellierung klinischer Behandlungspfade formuliert.

3.1 Koronarangiographie und Perkutane Transluminale Koronarangioplastie

Im Rahmen der Versorgung erkrankter Herzkranzgefäße (sog. Koronare Herzkrankheit) ist die Koronarangiographie eine zentrale Diagnostik um krankhafte Veränderungen, z. B. Gefäßverengungen (Stenosen), darstellen zu können [6]. Dabei werden die betroffenen Koronargefäße unter Gabe von Kontrastmittel (KM) durch Röntgenstrahlung untersucht. Hierzu wird zunächst über eine Schleuse ein arterieller Gefäßzugang – meist in der Leiste oder am Handgelenk – gelegt, über den dann ein diagnostischer Katheter und ein stabilisierender Draht bis zu den Koronargefäßen geführt werden, um diese unter KM-Gabe angiographieren zu können.

Im Falle einer diagnostizierten Stenose wird zu deren Therapierung eine Weitung per Perkutane Transluminale Koronarangioplastie (PTCA) vorgenommen. Hierzu wird zunächst der Stabilisierungsdraht gegen einen längeren und stabileren Führungsdraht und dann der diagnostische Katheter gegen einen Führungskatheter ausgetauscht, der über den Führungsdraht an den Ort der Stenose geführt wird. Anschließend werden über diesen die zur Intervention benötigten MP (Ballon und/oder ein oder mehrere Stents) eingebracht. Ein Stent ist eine im Gefäß verbleibende Gefäßstütze zur dauerhaften Behebung einer Stenose. Es werden medikamentenbeschichtete (sog. Drug Eluting) und nicht medikamentenbeschichtete Stents und Ballons unterschieden. Ist das betroffene Gefäß so stark verengt, dass der Stent die Stenose nicht passieren kann, wird es zunächst durch eine Ballondilatation aufgedehnt. Nach der Entfernung des Ballons wird der Stent an die entsprechende Stelle geführt und dort implantiert. Nach Abschluss der Intervention und Entfernung temporär eingebrachter MP wird die Punktionsstelle verschlossen. Auch im Rahmen der PTCA werden begleitend AM verabreicht.

Untersuchungsbegleitend erfolgt die Dokumentation der medizinischen Leistungserbringung durch nicht-ärztliches Assistenzpersonal. Dokumentationsrelevant sind durchgeführte Maßnahmen, Vitalparameter, gestellte Diagnosen, verwendete Materialien, verabreichte AM und beteiligtes medizinisches Personal. Nach Abschluss der Herzkatheterintervention erfolgt deren Abrechnung unter Berücksichtigung des abrechnungsrelevanten Materialeinsatzes (Stents, Ballons, ggf. Verschlusssystem Angio-Seal). Eine vollständige Abrechnung ist erst unter Berücksichtigung weiterer medizinischer Aspekte, z. B. der Anzahl der intervenierten Gefäße, möglich. Zur Abrechnung müssen bereits im Rahmen der nicht-ärztlichen medizinischen Dokumentation erfasste Informationen erneut

manuell in ein weiteres IS eingegeben werden. Erstellte Abrechnungen werden durch einen Medizin-Controller auf Plausibilität geprüft. Zusätzlich erfolgt hiervon unabhängig die ärztliche Dokumentation. Nach der letzten planmäßigen Intervention wird die tägliche manuelle Bestandskontrolle aller Verbrauchsmaterialien im Herzkatheterlabor durchgeführt, auf deren Basis Bestellungen an den Einkauf übermittelt werden.[4] Nachfolgend werden zentrale Anforderungen an die Modellierung medizinischer Ressourcen im Kontext der Modellierung klinischer Behandlungspfade unter Berücksichtigung des Anwendungsfalles abgeleitet.

3.2 Zentrale Anforderungen

Die Integration von Ressourcen in klinischen Behandlungspfaden zielt sowohl auf die Unterstützung medizinischer als auch organisatorischer und administrativer Aufgaben vorwiegend menschlicher Aufgabenträger. Um Verständlichkeit und Anschaulichkeit der Modelle für prospektive Nutzer aus der Anwendungsdomäne zu fördern, sollten die Modellierungskonzepte möglichst mit den Fachkonzepten bzw. der Terminologie der Anwendungsdomäne korrespondieren und über eine geeignete grafische Visualisierung verfügen [7].

A1 Eine domänenspezifische Erweiterung existierender Ressourcenmodellierungssprachen sollte Konzepte bereitstellen, die mit der medizinischen bzw. medizin-ökonomischen Fachsprache korrespondieren.

A2 Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen sollten für Domänenexperten anschauliche, aus der Medizin abgeleitete Notationselemente bereitstellen.

Zur zielgerichteten Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen bedarf es außerdem der Identifikation relevanter Akteursgruppen sowie deren Funktionen, Zielsetzungen und Interdependenzen im Handlungssystem „Krankenhaus“ bezogen auf die von ihnen erbrachten Leistungen. Basierend darauf können Perspektiven identifiziert werden, die zur Darstellung zielgerichteter grafischer Repräsentationen mit jeweils perspektivenspezifisch relevanten Informationen klinischer Behandlungspfadmodelle – entsprechend der spezifischen Fragestellungen der Akteursgruppen – genutzt werden können, um so zur Komplexitätsreduktion und Transparenzsteigerung beizutragen.

A3 Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen sollten unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung involvierter Akteursgruppen abgeleitet und durch die Zuordnung zu entsprechenden Perspektiven organisiert werden.

Um die Verwendung von Ressourcen in klinischen Behandlungspfaden dokumentieren und modellieren zu können, sollten medizinische Ressourcentypen zu medizinischen Prozesstypen in Modellen klinischer Behandlungspfade allokiert und hinsichtlich ihres Einsatzes, z. B. zeit-, kosten- oder mengenmäßig, quantifiziert werden können.

A4 Medizinische Ressourcentypen sollten quantifiziert zu medizinischen Prozesstypen in Modellen klinischer Behandlungspfade allokiert werden können.

[4] Eine aus der medizinischen Dokumentation abgeleitete Bestandskontrolle ist nur bedingt möglich, da verworfene Materialien (z. B. aufgrund anatomischer Besonderheiten des Patienten) nicht dokumentiert werden und Krankenhausinformationssystem (KIS) und ERP-System nicht miteinander integriert sind.

Weiterhin sollten Assoziationen zwischen medizinischen Ressourcentypen modelliert werden können. Dies umfasst, mit Blick auf die ML sowie die Materialwirtschaft, sowohl Substitutionsbeziehungen als auch Interdependenzen und Generalisierungs-/ Spezialisierungsbeziehungen. Dadurch wäre eine komfortable, übersichtliche Modellierung und Komposition von in Beziehung zueinander stehenden Ressourcentypen, z. B. in Form gemeinsam genutzter Ressourcentypen in einem Ressourcenset, in Modellen klinischer Behandlungspfade möglich. Gleichzeitig könnten wertvolle Informationen zur Unterstützung des Ressourcenmanagements abgebildet werden.

A5 Assoziationen zwischen medizinischen Ressourcentypen wie Substitutions-, Generalisierungs-/ Spezialisierungs- sowie Abhängigkeitsbeziehungen sollten modelliert werden können.

4 Themenverwandte Arbeiten

Nachfolgend werden themenverwandte Arbeiten aus den Disziplinen Medizin, Medizininformatik, Informatik und Wirtschaftsinformatik anhand der vorgenannten Anforderungen evaluiert. Tabelle 1 fasst die Ergebnisse der Evaluation zusammen und erläutert das Evaluationsergebnis in der Spalte *Bewertung*. In der Medizin werden klinische Behandlungspfade meist als Klinischer Algorithmus [1], der keine Ressourcenmodellierung vorsieht und grundsätzlich mit Flowcharts vergleichbar ist, oder ohne dedizierten Modellierungsansatz modelliert. Ansätze der Medizininformatik, wie z. B. Arden Syntax, Asbru, EON, GLIF, GUIDE, PRESTIGE, PRODIGY, PROforma und SAGE, fokussieren IT-gestützte medizinische Entscheidungsunterstützung sowie die Ausführungsunterstützung klinischer Workflows durch die Bereitstellung computer-interpretierbarer Leitlinien (CIG), die die algorithmische Struktur medizinischer Leitlinien bzw. klinischer Behandlungspfade in eine formale, ausführbare Form übertragen [16, 21]. Die Modellierung domänenspezifischer Ressourcen ist in diesen Ansätzen – gemäß ihrer intendierten Zielsetzung – nicht bzw. nur marginal vorgesehen. Der nur die Krankenhausinformationssystem-Architektur fokussierende Ansatz $3LGM^2$ [23] wird nicht näher betrachtet.

Wirtschaftsinformatik-Ansätze zur Modellierung klinischer Behandlungspfade fokussieren meist eine verständliche, modell- und diagrammbasierte Repräsentation des medizinischen und organisationalen Kontextes und zielen auf die Steigerung der Transparenz des modellierten Sachverhaltes, um so als Grundlage zur Förderung interpersoneller und interprofessioneller Kommunikation als abgeleitetes (instanzbasiertes) Dokumentationsinstrument medizinischer Leistungen und als Grundlage medizinischer, ökonomischer und organisationaler Analysen und Optimierungen dienen zu können. Dediziert auf die Modellierung klinischer Behandlungspfade ist der Ansatz CPmod [3] gerichtet, der durch das Konzept Evidenzanzeiger eine domänenspezifische Repräsentation medizinischen Wissens ermöglicht, darüber hinaus aber keine domänenspezifischen Konzepte zur Ressourcenmodellierung bereitstellt. Weiterhin werden General Purpose Modelling Languages (GPML), wie z. B. UML Aktivitätsdiagramme oder die Business Process Model and Notation (BPMN) zur Modellierung klinischer Behandlungspfade genutzt, die definitionsgemäß keine domänenspezifischen Konzepte zur Ressourcenmodellierung bereitstellen [3]. Der Ansatz ConFlexFlow [24] fokussiert Modellierung und Ausführung klinischer Workflows und integriert dazu Ansätze ontologischer Wissensrepräsentation.

		A1	*A2*	*A3*	*A4*	*A5*	Bewertung
Behandlungspfad- / Geschäftsprozess- / CIG-Modellierungsansätze	BPMN, UML Aktivitätsdiagramm, Flowchart,	(+)	–	–	(+)	(+)	Typische GPML wie BPMN, Aktivitätsdiagramm oder Flowchart verfügen nicht über domänenspezifische Modellelemente. Sie können jedoch teilweise mittels Profilbildung erweitert werden. Sie fokussieren die Modellierung sachlogischer Reihenfolgebeziehungen in Prozessen. Als Ressourcen sind typischerweise Verantwortlichkeiten und Informationsobjekte vorgesehen.
	Klinischer Algorithmus [1]	–	–	–	–	–	Der Klinische Algorithmus verfügt über domänenspezifische Konzepte wie den medizinischen Zustand. Abgesehen von der Modellierung von Dokumenten können keine Ressourcen modelliert werden.
	CPmod	(+)	+	–	(+)	–	Die Sprache fokussiert auf die Beschreibung von Versorgungsprozessen. Sie verfügt über domänenspezifische Konzepte wie den Evidenzanzeiger oder die wahlfreie Ausführung. Ressourcen können in Form von Informationsobjekten und Humanressourcen modelliert werden. Eine Integration von physischen Ressourcen ist nicht vorgesehen.
	CIG-Ansätze (GLIF, GUIDE etc.)	(+)	–	–	–	–	Die Sprachen zur Formalisierung medizinischer Entscheidungslogik verfügen weder über spezifische Domänenkonzepte noch sehen sie, abgesehen von Informationsobjekten, Konzepte zur Ressourcenmodellierung vor.
Unternehmens-modellierungsmethoden	Architektur Integrierter Informationssysteme	–	–	+	+	(+)	Auf Basis generischer Konzepte können unterschiedliche Ressourcen in ARIS modelliert werden. Diese besitzen aber nur geringe formale Semantik. Die Berücksichtigung von Ressourcen beschränkt sich auf die menschliche und maschinelle Leistungserbringung.. Beziehungen zwischen verschiedenen Ressourcen, z. B. Kompositions- oder Substitutionsbeziehungen, lassen sich nicht abbilden.
	MEMO Resource Modelling Language	–	–	+	+	+	Eine umfängliche Differenzierung von allgemeingültigen Ressourcentypen und deren Beziehungstypen ist im Rahmen der Spezifikation der ResML erfolgt. Im aktuellen Stand ist sie jedoch eine generische Sprache ohne domänenspezifische Komponenten. Durch die Offenlegung des Metamodells ist sie jedoch flexibel erweiterbar.
Legende: + Erfüllt; – Nicht erfüllt; (+) Teilweise erfüllt							

Tab. 1 Zusammenfassende Darstellung themenverwandter Modellierungsansätze

Dedizierte Unternehmensmodellierungsmethoden, z. B. ARIS (Architektur Integrierter Informationssysteme [20]) oder MEMO (Multi-Perspective Enterprise Modelling [5]) zielen auf die integrierte Modellierung des unternehmerischen Handlungssystems und der darin eingesetzten Informationssysteme. ARIS unterstützt die Modellierung generischer Ressourcentypen (Humanressourcen, Informationssysteme und -objekte) in verschiedenen Sichten (Datensicht, Organisationssicht) eines Unternehmensmodells [20]. Bestandteil der Methode MEMO ist die Resource Modelling Language (ResML, [12]), die dediziert zur Ressourcenmodellierung im Kontext der Geschäftsprozessmodellierung entwickelt worden ist. Diese erlaubt die zeitliche, monetäre und mengenmäßig quantifizierte Allokation von Ressourcentypen zu Prozesstypen in Geschäftsprozessmodellen und stellt generische Konzepte zur Modellierung von Human-, physischen und intangiblen Ressourcentypen bereit.

Vor dem Hintergrund der durchgeführten Evaluation themenverwandter Arbeiten, der Beschreibung des Handlungssystems „Krankenhaus“ und des zu erwartenden Nutzens einer zielgerichteten, integrierten und multiperspektivischen Modellierung des Handlungssystems „Krankenhaus“ erscheint die domänenspezifische Erweiterung einer Unternehmensmodellierungsmethode sinnvoll. Da die Methode MEMO bereits über eine elaborierte Sprache zur Ressourcenmodellierung mit als relevant identifizierten generischen Konzepten verfügt, deren Metamodell – im Gegensatz zu dem der Methode ARIS – offenliegt, kann diese problemlos erweitert werden. Auch existiert bereits eine rudimentäre domänenspezifische Erweiterung der Geschäftsprozessmodellierungssprache MEMO Organisation Modelling Language zur Modellierung klinischer Behandlungspfade [7]. Daher erfolgt der Entwurf ausgewählter Konzepte zur domänenspezifischen Ressourcenmodellierung im Kontext der Modellierung klinischer Behandlungspfade im nächsten Kapitel in Form von Spracherweiterungen der MEMO ResML.

5 Konzeptualisierung & Anwendung medizinischer Ressourcentypen

5.1 Spezifikation Medizinischer Ressourcentypen

Im vorgestellten Anwendungsfall sind die Perspektiven *‚ärztlicher Dienst'*, *‚nicht-ärztliches Assistenzpersonal'*, *‚Medizincontrolling'* und *‚Einkauf'* identifiziert worden (Anforderung *A3*), die mit den in Abschn. 2.1 beschriebenen Perspektiven korrespondieren bzw. diese konkretisieren. Perspektivenspezifisch relevante Attribute werden im Metamodellausschnitt (Abb. 1) anhand der nachfolgend eingeführten Attributpräfixe [a] für ‚ärztlicher Dienst', [ap] für ‚nicht-ärztliches Assistenzpersonal', [mc] für ‚Medizincontrolling' und [ek] für ‚Einkauf' gekennzeichnet. Nicht gekennzeichnete Attribute sind Perspektiven übergreifend relevant. Die perspektivenspezifische Relevanz der Ressourcentypen ergibt sich implizit, sobald mindestens eines seiner Attribute einer Perspektive zugeordnet wird.

Da der Metamodellausschnitt eine Erweiterung der MEMO ResML zeigt, ist dieser mit derselben Metamodellierungssprache (MEMO Meta Modelling Language (MML)[5]) erstellt worden.[5] Der vorliegende Beitrag fokussiert die Konzeption domänenspezifischer physischer Ressourcentypen (Anforderung *A1*) und erweitert (spezialisiert) daher das Konzept *PhysischeRessource* durch die Einführung des Konzeptes *MedizinischeRessource*. Zu jedem medizinischen Ressourcentyp existieren ein bis beliebig viele spezifische medizinische Ressourcentypen (Metatyp *SpezifischeMedizinischeRessource)*, um in Ressourcenmodellen zwischen gleichartigen Ressourcentypen unterschiedlicher *Hersteller* und *Lieferanten,* die jeweils genau ein *Unternehmen* repräsentieren[6], unterscheiden zu können. Dies ermöglicht, dass dasselbe Unternehmen Hersteller und Lieferant sein kann, ohne dafür einen redundanten Datensatz anlegen zu müssen und berücksichtigt außerdem, dass physische medizinische Ressourcen häufig bei Großhändlern eingekauft werden. Der Metatyp *SpezifischeMedizinischeRessource* enthält alle Attribute, die in Abhängigkeit des *Herstellers* bzw. *Lieferanten* bei physischen medizinischen Ressourcentypen variieren. Das intrinsische Attribut *Seriennummer* kann erst auf Instanzebene instanziiert werden.[7] Der Metatyp *SpezifischeMedizinischeRessource* wird aufgrund domänenspezifischer Entsprechungen in die Metatypen *Medizinprodukt, Arzneimittel* und *Heil- und Hilfsmittel* spezialisiert. Zur Verdeutlichung wird an dieser Stelle die Spezifikation des Metatyps *Medizinprodukt* und dessen aus dem Anwendungsfall abgeleitete Spezialisierungen näher betrachtet. Die Spezifikation der gestrichelt visualisierten Language Level Types bzw. Metatypen wird im vorliegenden Beitrag nicht thematisiert.

[5] Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird auf die Darstellung der von Jung eingeführten Spezialisierungen materieller Ressourcen ([12], S. 170 ff.) verzichtet, da diese für den vorgestellten Anwendungsfall nicht relevant sind. Es handelt sich um die Konzepte: *Transportressource, Maschine, physischer Datenträger, Computer* und *Kommunikationsendgerät*.

[6] Die Konzepte *Lieferant*, *Hersteller* und *Unternehmen* werden als Language Level Types spezifiziert. Sie werden durch grauen Hintergrund im Elementkopf von Metatypen (weiße Schrift auf schwarzem Hintergrund) abgegrenzt und erlauben die Konzeptualisierung von Typen in Metamodellen, die bereits auf der Typebene – und nicht wie üblich erst auf der Instanzebene – instanziiert werden ([5] , S. 23 f).

[7] Intrinsic Features ([5] , S. 19 ff) erlauben die Spezifikation von Typen und Attributen im Metamodell, die nicht auf Typ- sondern erst auf Instanzebene instanziiert werden dürfen. Es wird von der Besonderheit, dass nicht alle Instanzen medizinischer Ressourcentypen, z. B. sterile Abdeckungen, über eine Seriennummer auf Instanzebene verfügen, abstrahiert.

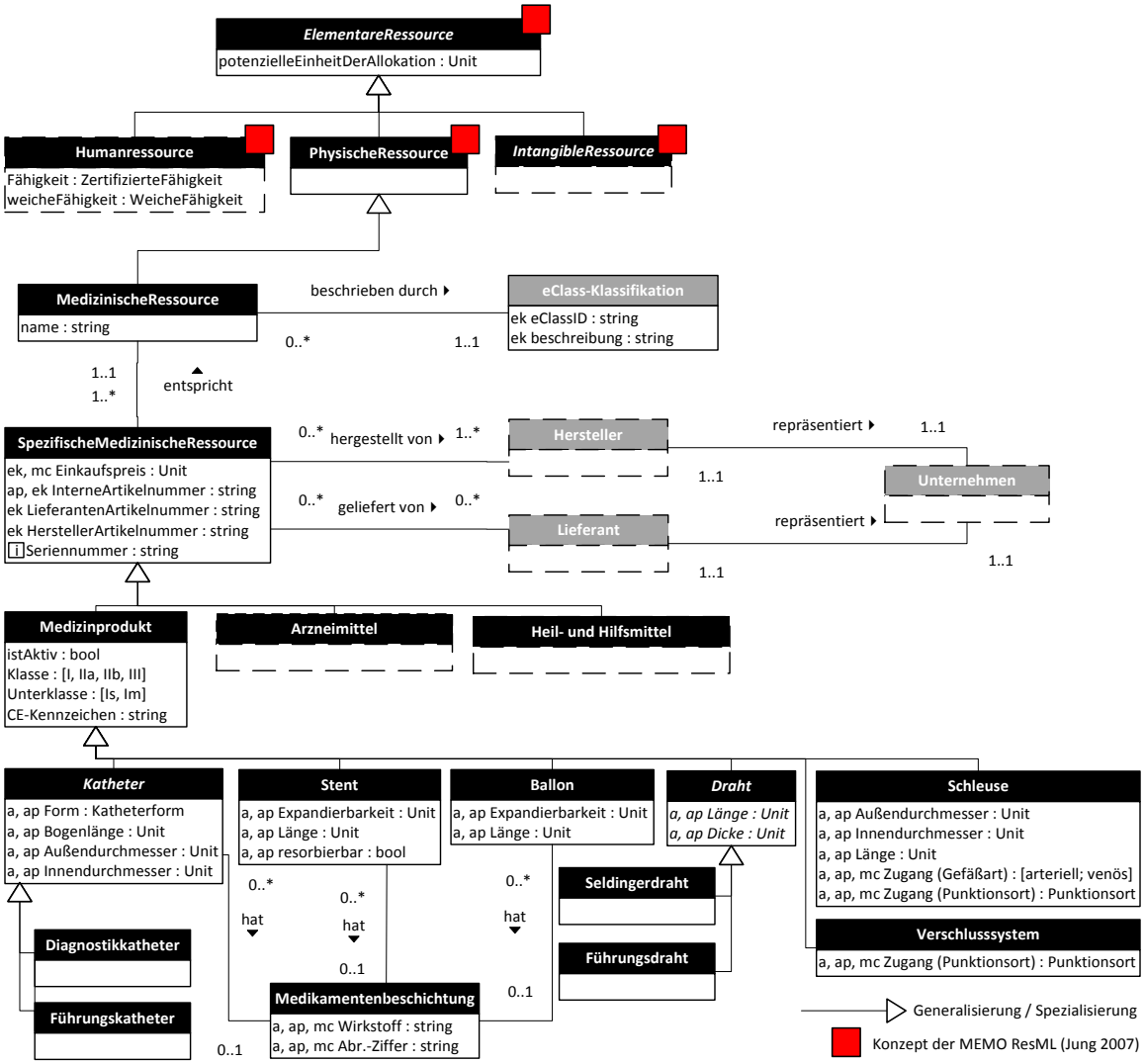


Abb. 1 Erweiterung der MEMO ResML um Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen

Die Attribute des Metatyps *Medizinprodukt* resultieren aus den gesetzlichen Anforderungen der EU-Richtlinie 93/42/EWG, u. a. der Zuordnung zu einer von vier Risikoklassen sowie bei Einordnung in Klasse „I“ der Differenzierung anhand der *Unterklasse „Is“* (sterile Produkte) bzw. *„Im“* (Produkte mit Messfunktion). Basierend auf obigem Anwendungsfall werden die Medizinprodukte *Katheter*, *Stent*, *Ballon*, *Draht*, *Schleuse* und *Verschlusssystem* spezialisiert und mit zur Unterstützung der skizzierten Abläufe relevanten Attributen konzeptualisiert. So werden, z. B. zur Erfassung von Maßen wie *Außen-* bzw. *Innendurchmesser* der Ressourcentypen *Katheter* und *Schleuse*, nicht atomare sondern komplexe Datentypen des Typs *Einheit*[8] (im engl. *Unit*, siehe [12], S. 203 f.) spezifiziert, um domänenspezifische Maßeinheiten[9] modellieren zu können. Die Spezialisierung der abstrakten Metatypen *Katheter* und *Draht* dient der Rekonstruktion der domänenspezifischen Klassifikation, die nicht durch formale Semantik sondern nur anhand des Verhältnisses der Attributausprägungen von *Außen-* und *Innendurchmesser* im Falle des Metatyps *Katheter* sowie der medizinischen Anwendung

[8] Das Konzept wird im vorliegenden Metamodellausschnitt nicht spezifiziert, erlaubt aber – basierend auf den Ausführungen in [12], S. 203 f. – zu jeder Einheit die Erfassung von *Name*, *Wert*, *Maßeinheit* sowie einer erklärenden *Beschreibung*.

[9] Im Beispiel wird die Maßeinheit French (Fr) zur Angabe des Außen- bzw. Innendurchmessers von Kanülen und Kathetern verwendet; 1 Fr entspricht 1/3 mm.

beider Ressourcentypen in der ML erkennbar wird.[10] *Katheter*, *Stent* und *Ballon* können eine *Medikamentenbeschichtung* aufweisen, die sowohl zur Dokumentation als auch zur Abrechnung der Leistungserbringung relevant ist. Anhand des verwendeten *Wirkstoffes* kann jeweils eine eindeutige Abrechnungsziffer (*Abr.-Ziffer*) abgeleitet werden. Standardisierte Informationen zur Klassifikation physischer medizinischer Ressourcentypen können anhand der exemplarisch verwendeten *eClass-Klassifikation*[11] im Modell erfasst werden. Zur Adressierung der *Anforderungen A4* und *A5* wird das Konzept *Ressourcenallokation* ([12], S. 199 ff.) der MEMO ResML genutzt. Potenzielle Substituierbarkeit gleichartiger Ressourcentypen kann über die Zuordnung der instanziierten Typen von *SpezifischeMediznischeRessource* zu instanziierten Typen von *MediznischeRessource* ausgedrückt werden. Die Ergänzung domänenspezifischer Assoziationen bzw. Constraints zur Beschreibung einer fachlich fundierten formalen Semantik ermöglicht darüber hinaus Konsistenzprüfungen.

5.2 Exemplarische Anwendung

Abb. 2 zeigt exemplarisch die Anwendung der entwickelten Sprachkonzepte am Beispiel eines Ausschnittes des klinischen Behandlungspfads „Koronarangiographie und perkutane transluminale Koronarangioplastie“ (siehe Abschn. 3.1), der mit einer domänenspezifischen Erweiterung des in [7] vorgestellten Geschäftsprozessmodellierungsansatzes erstellt worden ist. Anhand des medizinischen Prozesses *PTCA durchführen* werden relevante Informationen a) aller Perspektiven, b) der Perspektive des Medizincontrollings sowie c) der medizinischen Dokumentation und einer Wirtschaftlichkeitsanalyse[12] anhand der eingesetzten physischen medizinischen Ressourcentypen visualisiert. Während in Abb. 2 a) alle im Metamodellausschnitt spezifizierten Attribute ausgeprägt und visualisiert sind, werden in b) nur die für das Medizincontrolling relevanten Informationen, d. h. Namen der eingesetzten Ressourcen sowie die dazu gehörige Abrechnungsziffer (*Abr.-Ziffer*) visualisiert. Die in c) angedeutete Wirtschaftlichkeitsanalyse fasst alle zur medizinischen Dokumentation und Abrechnung relevanten Informationen zusammen und aggregiert die Kosten der eingesetzten MP zu den Materialkosten des Prozesses *‚PTCA durchführen’*. Darunter werden alle für den gesamten Fall relevanten Informationen aufgeführt, die letztlich das Basisentgelt, d. h. den DRG-Erlös, determinieren.

Die in Abb. 2 c) angedeutete Aggregation von Informationen über den Ressourceneinsatz im Prozessschritt des klinischen Behandlungspfades lässt erkennen, wie – basierend auf einer modellbasierten, fallspezifischen medizinischen Dokumentation und integrierter (Krankenhaus)Informationssysteme – die Abrechnung und das Bestandsmanagement in Folge erbrachter medizinsicher Leistungen teilautomatisiert unterstützt werden könnte: Es müsste möglich sein, anhand der Menge eingesetzter Stents dynamisch zu erfassen, in wie vielen Gefäßen wie viele Stents implantiert worden sind, da hieraus verschiedene Abrechnungsziffern abgeleitet werden können (8-837.01 für eine Mehrgefäß-PTCA, 8-837.m2 für die Implantation zweier Drug Eluting Stents in insgesamt zwei Gefäße – d. h. ein Stent pro Gefäß – sowie aus der Allokation zweier Drug Eluting Stents zwei Mal 8-83b.02).

[10] Führungskatheter bzw. Führungsdraht weisen einen größeren Innendurchmesser bei gleichem Außendurchmesser bzw. eine größere Dicke als Diagnostikkatheter bzw. -draht auf.

[11] Die eClass-Klassifikation liefert eine international standardisierte Beschreibung und Klassifikation von Produkten http://www.eclass.eu (letzter Abruf: 2013-09-21).

[12] Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich von entstandenen Pfadkosten zum erzielten DRG-Erlös würde die vollständige Doku-mentation und monetäre Bewertung aller Ressourceneinsätze für den gesamten Behandlungspfad erfordern.

Die differenzierte Modellierung und Dokumentation relevanter Eigenschaften der Medizinprodukttypen ermöglicht sowohl eine zielgerichtete Ressourcenauswahl bei möglicherweise notwendigen medizinischen Folgemaßnahmen als auch eine teilautomatisierte Unterstützung des Bestandsmanagements und der Abrechnung erbrachter medizinischer Leistungen. Aus einer domänenspezifischen Konzeptualisierung und korrespondierender Modellierung resultiert das Potenzial zielgerichteter Unterstützung und Analysen der ML sowie unterstützender Tätigkeiten. Gleichzeitig unterstützt sie fachlich versierte Anwender bei der Erstellung qualitativ hochwertiger, und mit relevanten Informationen (durch die Nutzung dedizierter Attribute) angereicherter Modelle klinischer Behandlungspfade inkl. eingesetzter physischer medizinischer Ressourcentypen. Außerdem eignen sich entsprechend angereicherte Modelle klinischer Behandlungspfade als Grundlage potenzieller (Re-)Organisationen der ML und administrativer Tätigkeiten sowie zur Konzeption prozessorientierter KIS.

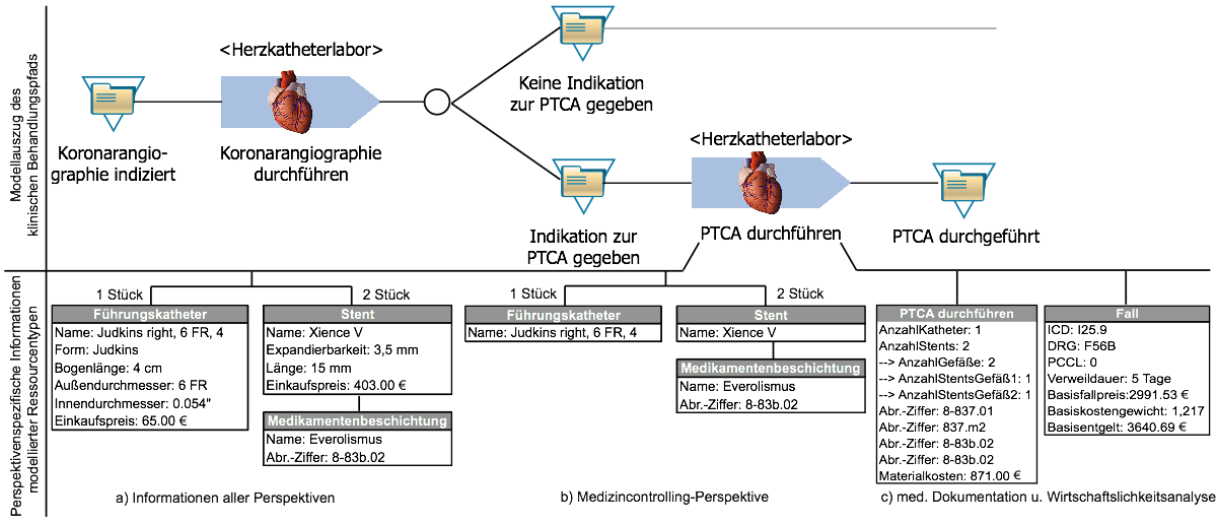


Abb. 2 Perspektiven auf den medizinischen Prozessschritt ‚PTCA durchführen'

6 Fazit, kritische Würdigung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag adressiert die bisher unzureichende Berücksichtigung medizinischer Ressourcentypen in Modellen klinischer Behandlungspfade sowie dadurch nicht adressierbare Analysefragestellungen und realisierbare Optimierungspotenziale. Basierend auf einer einleitenden Charakterisierung des Handlungssystems „Krankenhaus", des Ressourcenbegriffs und anhand eines Anwendungsfalls aus einem aktuellen Forschungsprojekt sind im Kontext domänenspezifisch relevante Analysefragestellungen und vielversprechende Optimierungspotenziale thematisiert worden. Resultierende Anforderungen an Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen im Kontext klinischer Behandlungspfadmodelle bilden die Grundlage der domänenspezifischen Erweiterung einer existierenden Ressourcenmodellierungssprache, deren Anwendung exemplarisch erfolgt. Im Rahmen des Forschungsprojektes bescheinigten die involvierten Domänenexperten den entwickelten Konzepten domänenspezifische Verständlichkeit und Angemessenheit. Lediglich das Fehlen domänenspezifischer Notationselemente (Anforderung A2) ist bemängelt worden. Auch die Evaluation der Spracherweiterung gegen die formulierten Anforderungen lässt nur dieses Defizit erkennen, da die Anforderungen A1, A3, A4 und A5 – teilweise auch durch existierende Konzepte der MEMO ResML – erfüllt werden. Die vorgestellten Spracherweiterungen können aufgrund der Offenlegung des Metamodellausschnitts auch in andere Ansätze zur Modellierung klinischer

Behandlungspfade bzw. Ressourcenmodellierung integriert werden – sofern deren Sprachspezifikation Spracherweiterungen grundsätzlich erlaubt – und so einen Beitrag zu deren Weiterentwicklung leisten. Weiterer Forschungsbedarf besteht – aufgrund des zugrunde liegenden begrenzten Anwendungsfalls – in den Bereichen der Identifikation und Konzeptualisierung weiterer Ressourcentypen und einer umfangreicheren Perspektivenbildung. Dazu bietet es sich an, weitere Anwendungsfälle, Analysefragestellungen und Perspektiven jenseits krankenhausinterner Berufsgruppen, die ebenfalls weiter differenziert werden sollten, zu identifizieren. Außerdem erscheint es sinnvoll, existierende Ontologien, Klassifikationen sowie Katalogdatensätze auf ihre Eignung zur Identifikation weiterer Ressourcentypen zu untersuchen. Sofern diese eine geeignete Grundlage darstellen, sollten diese – angesichts der Vielzahl unterschiedlicher medizinischer Ressourcentypen – möglichst automatisiert in eine korrespondierende Sprachspezifikation überführt werden können. Dies verspräche auch, im Zeitverlauf notwendige Anpassungen der Sprachspezifikation ebenfalls automatisiert vornehmen und damit den Wartungsaufwand erheblich reduzieren und gleichzeitig eine möglichst aktuelle Sprachspezifikation gewährleisten zu können.

7 Danksagung

Die Autoren danken Herrn Michael Jacobs, Nurse Fellow der European Society of Cardiology (NFESC) und Pflegedienstleiter der Klinik für Kardiologie und Angiologie, Contilia Herz- und Gefäßzentrum (Geschäftsführender Direktor: PD Dr. med C.K. Naber) des Elisabeth-Krankenhauses Essen, Herrn Johannes Laub, NFESC, Krankenpfleger im Herzkatherlabor derselben Klinik sowie Herrn Harald Aan't Heck, Leiter des Zentraleinkaufs der Contilia GmbH (Träger des Elisabeth-Krankenhauses Essen) für die Unterstützung der Forschung durch Experteninterviews sowie Einblicke in die praktische Arbeit eines Herzkatheterlabors und eines Zentraleinkaufs. Weiterer Dank gilt der Europäischen Union und dem Land NRW für die Förderung des Projektes Hospital Engineering – Innovationspfade für das Krankenhaus der Zukunft (Förderkennzeichen: 005-GW01-066E EU), in dessen Rahmen Teile dieses Beitrags entstanden sind.

8 Literatur

[1] Barak, N; Margolis, C; Gottlieb, L (1992): Proposal for Clinical Algorithm Standards: Society for Medical Decision Making Committee on Standardization of Clinical Algorithms. Medical Decision Making 12:149–154.

[2] Bartling, H; Luzius, F (2002): Grundzüge der Volkswirtschaftslehre. Vahlen, München, .

[3] Burwitz, M; Schlieter, H; Esswein, W (2013): Modeling Clinical Pathways-Design and Application of a Domain-Specific Modeling Language. In: Alt, A; Franczyk, B (Hrsg.), Tagungsband der 11. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik. Leipzig.

[4] Corsten, Hans; Gössinger, Ralf (2007): Produktionswirtschaft. Oldenbourg, München.

[5] Frank, U (2012): Multi-Perspective Enterprise Modeling: Foundational Concepts, Prospects and Future Research Challenges. Journal of Software and Systems Modelling.

[6] Hamm, CW; Albrecht, A; Bonzel, T; Kelm, M; Lange, H; Schächinger, V; et al. (2008): Diagnostische Herzkatheteruntersuchung. Clinical Research in Cardiology 97:475–512.

[7] Heise, D; Hess, M; Strecker, S; Frank, U (2010): Rekonstruktion eines klinischen Behandlungspfads mithilfe domänenspezifischer Erweiterungen einer

Geschäftsprozessmodellierungssprache: Anwendungsfall und Sprachkonzepte. In: Thomas, O; Nüttgens, M (Hrsg.), Dienstleistungsmodellierung 2010. Heidelberg.

[8] Hellmann, W (2010): Klinische Pfade im Krankenhaus - Basiswissen für zukünftige Leitende Ärzte. In: Hoefert, H-W; Wichelhaus, D (Hrsg.), Ärztliche Karriere im Krankenhaus: Ein Leitfaden für die Übernahme von Führungsaufgaben.

[9] Heß, M (2013): Towards a domain-specific method for Multi-Perspective Hospital Modelling – Motivation and Requirements. Gehalten auf der Design Science Research in Information Systems and Technologies 2013, Helsinki.

[10] Jacobs, B (2006): Ableitung von Klinischen Pfaden aus evidenzbasierten Leitlinien am Beispiel der Behandlung des Mammakarzinoms der Frau. Univ.-Diss., Universität Duisburg-Essen.

[11] Jung, H (2006): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

[12] Jung, J (2007): Entwurf einer Sprache für die Modellierung von Ressourcen im Kontext der Geschäftsprozessmodellierung. Logos Berlin.

[13] Küttner, T; Roeder, N (2007): Definition Klinischer Behandlungspfade. In: Roeder, N; Küttner, T (Hrsg.), Klinische Behandlungspfade. Mit Standards erfolgreicher arbeiten. Köln.

[14] Mankiw, NG; Wagner, A (2001): Grundzüge der Volkswirtschaftslehre. Schäffer-Poeschel.

[15] Österle, H; Becker, J; Frank, U; Hess, T; Karagiannis, D; Krcmar, H; Loos, P; Mertens, P; et al. (2010): Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. ZfBF 62:664–672.

[16] Peleg, M; Tu, S; Bury, J; et al. (2003): Comparing Computer-interpretable Guideline Models: A Case-study Approach. Journal of the American Medical Informatics Association 10:52–68.

[17] Perrevort, F (2003): Modellierung eines integrierten Informations-und Kommunikationssystems im Krankenhaus. Lehrstuhl für Allgemeine BWL und Management im Gesundheitswesen, Univ.

[18] Reuter, C; Dadam, P (2013): Navigieren statt modellieren: Flexible Prozessgestaltung durch Endanwender. Informatik-Spektrum.

[19] Rotter, T; et al. (2008): A systematic review and meta-analysis of the effects of clinical pathways on length of stay, hospital costs and patient outcomes. BMC Health Services Research 8:265.

[20] Scheer, A-W (2001): ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen. Springer, .

[21] Sedlmayr, M; Rose, T (2009): Unterstützung medizinischer Leitlinien - von der zielorientierten Modellierung zur proaktiven Assistenz. Proceedings WI 2009. Wien.

[22] Seelos, H-J (1993): Die konstitutiven Merkmale der Krankenhausleistungsproduktion. Führen und Wirtschaften im Krankenhaus 10:108–116.

[23] Winter, A; Brigl, B; Wendt, T (2003): Modeling hospital information systems (Part 1): the revised three-layer graph-based meta model 3LGM2. Methods Inf Med 42:544–551.

[24] Yao, W; Kumar, A (2013): CONFlexFlow: Integrating Flexible Clinical Pathways into Clinical Decision Support Systems using Context and Rules. Decision Support Systems 55:499–515.

Simulation stationsübergreifender Patientenflüsse zur Evaluation flexibler Bettenbelegungsszenarien aufgrund der Jahresdatenanalyse eines Universitätsklinikums

Karsten Helbig, Taïeb Mellouli, Thomas Stoeck, Markus Gragert

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Operations Research, 06108 Halle (Saale), E-Mail: karsten.helbig@wiwi.uni-halle.de, mellouli@wiwi.uni-halle.de, thomas.stoeck@student.uni-halle.de, markus.gragert@student.uni-halle.de

Patrick Jahn

Universitätsklinikum Halle (Saale), Stabsstelle 7 des Klinikumsvorstands des UKH „Pflegeforschung und Entwicklung“, 06120 Halle (Saale), E-Mail: patrick.jahn@uk-halle.de

Abstract

Im Zuge der Gesundheitsreform 2003 sind Krankenhäuser gezwungen, ihre Prozesse zu rationalisieren. Zur Evaluation von Verbesserungsmaßnahmen der komplexen Krankenhausprozesse ist die ereignisdiskrete Simulation ein effektives Werkzeug zur Unterstützung von Managemententscheidungen. Gemäß der Anforderungen an moderne Simulationsstudien im Krankenhauskontext (u.a. Praxisrelevanz und ganzheitliche Betrachtung) werden in diesem Aufsatz die Patientenflüsse im Universitätsklinikum Halle (Saale) stationsübergreifend modelliert. Zur stationären Aufnahme wird eine genaue Belegungsstrategie hinsichtlich Geschlecht und Isolationsstatus in die auf Jahresdaten basierende Simulation eingebettet. Flexible Bettenbelegungsszenarien wie Zimmerverleih an räumlich angrenzende Stationen sowie die Zusammenführung aller ITS- und IMC-Stationen zu zentralen Pools führten zu einer deutlichen Reduzierung der Wartezeit auf Verlegungen innerhalb des Klinikums.

1 Einleitung

Krankenhäuser sind der wichtigste Leistungsbringer im deutschen Gesundheitssystem. Im Jahr 2011 verursachten diese ca. 76,8 Milliarden Euro an Kosten. Dies entspricht ca. 25% der Gesamtausgaben von 293,8 Milliarden Euro für Gesundheit im Jahre 2011 [13]. Aufgrund der Einführung des DRG-basierten Abrechnungssystems sind Krankenhäuser seit 2003 einem wettbewerbsbedingten Reformdruck ausgesetzt. Krankenhäuser, die es nicht schaffen, ihre Prozess- und Kostenstrukturen den Gegebenheiten anzupassen, sind in ihrer Existenz bedroht. Prozessverbesserungen sowie deren Auswirkungen sind aufgrund der hohen Komplexität und starken Interdependenzen der Krankenhausprozesse schwierig umzusetzen. Dies gilt insbesondere für große Krankenhäuser mit mehr als tausend Betten und einer Vielzahl fachspezifischer Stationen. Das Universitätsklinikum Halle (Saale) (UKH) gehört mit seinen ca. 1100 Betten zu dieser Gruppe. Im UKH werden jährlich ca. 40.000 voll- und teilstationäre Patienten behandelt. Davon sind ca. 10.000 stationäre Notfallpatienten, die das Klinikum durch die zentrale Notaufnahme (ZNA) betreten. Deren stationäre Aufnahme kann erst erfolgen, sobald ein Bett auf der entsprechenden Station zur Verfügung steht. Zur Überbrückung dieser Zeit stehen der ZNA zehn Betten zur Verfügung. Diese sind primär für Patienten, die zur medizinischen Überwachung in der ZNA verweilen, ausgelegt. Nur im Falle von Ressourcen-engpässen werden sie als Puffer verwendet. Sollte die Überwachungseinheit der ZNA ebenfalls voll ausgelastet sein, wird die gesamte ZNA handlungsunfähig und kann keine weiteren Patienten aufnehmen, bis wieder freie Kapazitäten zur Verfügung stehen.

In diesem Aufsatz wird gezeigt, wie Entscheidungsunterstützung zur Gestaltung des Bettenbelegungs-managements des UKH mit Hilfe eines ereignisdiskreten Simulationsmodells des gesamten Patientenflusses erfolgen kann. Ziel ist es zu evaluieren, welchen Einfluss Verbesserungsmaßnahmen auf Wartezeiten in der Überwachungsstation der ZNA sowie bei klinikinternen Verlegungen haben. Dazu werden im folgenden Kapitel bisherige Arbeiten zum Einsatz von ereignisdiskreter Simulation im Krankenhaus vorgestellt und Anforderungen an moderne Simulationsstudien in diesem Kontext abgeleitet. Anschließend werden im dritten Kapitel die abgebildeten Patiententypen, das Simulationsmodell sowie die in der Simulation eingebettete Heuristik zur Bettenbelegung vorgestellt. Im vierten Kapitel wird die Analyse der für die Simulation verwendeten Patientenfalldaten beschrieben. Im fünften Kapitel werden die in einer Zusammenarbeit mit dem UKH erarbeiteten Lösungsszenarien vorgestellt. Das sechste Kapitel beinhaltet die Modellvalidierung sowie die Evaluation der Szenarien. Abschließend werden die Ergebnisse der Studie zusammengefasst und auf weiterführende Forschungsfragen eingegangen.

2 Einsatz ereignisdiskreter Simulation in Krankenhäusern

„Discrete-event simulation offers perhaps the most powerful and intuitive tool for the analysis and improvement of complex health care systems."[8] Zu diesem Schluss kommen *Jacobson et.al.* nach der Sichtung einer Vielzahl von Studien zum Einsatz von ereignisdiskreter Simulation im Krankenhauskontext der letzten 40 Jahre [8]. Untermauert wird diese These durch die große Anzahl von Surveys, die die lange Tradition des Einsatzes von Simulationstechniken im Kontext des Gesundheitswesens sowie deren Anerkennung als geeignetes Mittel zur Entscheidungsunterstützung unterstreichen [3, 5, 7–11].

Ereignisdiskrete Simulation wird vorwiegend zur Unterstützung operativer Entscheidungen wie z.B. Personaleinsatz, Patientenplanung, Ressourcenausstattung, Bettenzuweisungen oder Layout von Gebäuden verwendet [5, 7, 10]. Auffallend ist der Fokus auf isolierte Krankenhausteilbereiche wie

einzelne Stationen, die Notaufnahme oder Operationssäle und die versuchte Problemlösung innerhalb dieser, wie es der Großteil der Studien vor 2010 dokumentieren [5, 7, 8]. Da Krankenhausprozesse komplex miteinander verflochten sind, kann eine isolierte Betrachtung die Realitätsnähe der Modelle erheblich negativ beeinflussen [8]. Zusätzlich können dadurch keine verallgemeinerbaren Erkenntnissen für ähnliche Problemstellungen abgeleitet werden [7].

Eldabi et. al. sowie *Gunal et. al.* hinterfragen die Sinnhaftigkeit von Publikationen, die wenig praktischen Nutzen und überdies wenig theoretischen Mehrwert für andere Forscher bieten. Solange ähnliche Probleme mit ähnlichen Modellen gelöst werden, wird sich die Forschung zur Simulation im Krankenhauskontext nicht weiterentwickeln, so die Autoren [6, 7].

Anforderungen an zukünftige Studien sind demnach die Entwicklung integrierter Modelle, die die Komplexität der Krankenhausrealität möglichst umfassend darstellen können [5, 7], die Herleitung allgemeingültiger Aussagen sowie die transparente Darstellung des praktischen Nutzens [7].

Eine aktuelle Studie zur Effizienzsteigerung in der Notaufnahme eines Klinikums in Wales nimmt die genannte Kritik teilweise auf und ermittelt Schwachstellen im Patientenfluss der Notaufnahme. Verglichen werden Simulationsergebnisse einer perfekten Welt ohne Ressourcenbeschränkungen mit Ergebnissen der simulierten Ist-Situation. Die Differenz der beiden Modelle zeigt die Schwachstellen bei gleichem Patientenaufkommen. Es konnten ein effizienter Personal- und Ressourceneinsatz, sowie die nötigen Investitionen ermittelt werden, um die gegeben Qualitätsziele zu erreichen [2].

Coughlan et. al. ist es gelungen, die dynamischen Re-Priorisierungsstrategien zur Reduzierung von wartenden Patienten in der Notaufnahme eines Londoner Krankenhauses valide nachzubilden. Ziel dieser Strategien ist es, Patienten spätestens nach vier Stunden Wartezeit in der Notaufnahme zu entlassen, oder aufgenommen zu haben. Aufgrund der Vielzahl von verschiedenen Diagnose- und Therapiemethoden wurden diese jeweils in einem Prozessschritt zusammengefasst. Differenziert werden die einzelnen Methoden durch ermittelte Verteilungen für Nutzungswahrscheinlichkeit und Dauer. Die Ergebnisse zeigen anhand der starken Korrelation ($r = 0{,}98$) zwischen tatsächlicher und simulierter Wartezeit die Validität des Modells [4].

Eine Hilfestellung bei der Erstellung von Simulationsmodellen liefert die Arbeit von *Günal*. Basierend auf Literaturrecherchen und eigenen Erfahrungen werden die konzeptionelle, sowie die technische Sichtweise einer Simulationsstudie im Krankenhauskontext erläutert. Die Modellierung der komplexen Beziehungen zwischen Dienstleistungen und Aktivitäten am Patient stellt nach Meinung des Autors eine der größten Herausforderungen in der Krankenhausmodellierung dar. Dabei stellt die ereignisdiskrete Simulation u.a. aus Gründen der Modellflexibilität, Verfolgbarkeit einzelner Individuen, sowie der Möglichkeiten zur Abbildung stochastischer Komponenten eine häufig eingesetzte Methode zur Evaluierung von Verbesserungsmaßnahmen dar [6].

Die vorliegende Studie orientiert sich an den genannten Anforderungen und Hilfestellungen und bildet zur Evaluierung von Verbesserungsmaßnahmen des Belegungsmanagements den gesamten stationsübergreifenden Patientenfluss in einem ereignisdiskreten Simulationsmodell ab. Wie in [2, 4, 6] beschrieben, entsprechen die Entitäten den Patienten, die sich charakteristisch für beobachtete Patiententypen durch ein Prozessnetzwerk bewegen und Ressourcen für Behandlungen und stationäre Aufnahmen benötigen. Grundlegende Einflussfaktoren wie bspw. Ankunftsraten, Prozessdauern und Übergangswahrscheinlichkeiten werden wie in [2, 4, 6] beschrieben verwendet. Dabei erhebt das entwickelte Modell den Anspruch, für ähnliche Strukturen in anderen Krankenhäusern angewendet werden zu können. Die Simulation berücksichtigt reale Belegungskapazitäten in der zentralen

Notfallaufnahme und den einzelnen Stationen. Praxisrelevanz ist durch die Entscheidungsunterstützung aktueller Diskussionen zu Verbesserungsmaßnahmen im UKH gegeben.

3 Simulationsmodell für Patientenflüsse im Krankenhaus

3.1 Patiententypen zur Differenzierung der Patientenflüsse

Im Universitätsklinikum konnten drei verschiedene Patiententypen im Hinblick auf deren Bewegung durch die Bereiche des UKH identifiziert werden:

Ambulante Notfallpatienten werden in der Zentralen Notfallaufnahme (ZNA) behandelt und im Anschluss wieder entlassen. In einzelnen Fällen (z.B. zum Ausschluss eines Myokardinfarktes) werden diese Patienten auf der Überwachungseinheit aufgenommen. In Jahr 2011 wurden von insgesamt 26.366 behandelten ambulanten Patienten ca. 1,35% auf der Überwachungseinheit untergebracht.

Stationäre Notfallpatienten müssen nach der Behandlung auf der ZNA von einer Station des Krankenhauses stationär aufgenommen und versorgt werden. Der Aufenthalt in der ZNA kann sich aufgrund einer medizinisch notwendigen Überwachungsphase in der Überwachungseinheit verzögern. Die darauf folgende Verlegung kann jedoch nicht in allen Fällen direkt im Anschluss durchgeführt werden: Zum einen erfolgen Verlegungen nur tagsüber, zum anderen muss die jeweils vorgesehene Nachfolgestation die benötigten Ressourcen zur Verfügung stellen können. Ist auch nur eine dieser Bedingungen nicht erfüllt, muss der Patient zur Überbrückung weiterhin auf der Überwachungseinheit untergebracht werden. In diesem Fall entsteht Wartezeit auf der ZNA. Von den insgesamt 9.718 stationären Notfallpatienten mussten 10,3% kurzzeitig auf der Überwachungsstation betreut werden.

Elektive Patienten mit anstehenden Behandlungen, deren Zeitpunkte verhältnismäßig frei wählbar sind, werden bei Ihrer Ankunft direkt auf der jeweiligen Station aufgenommen. Im Anschluss durchlaufen sie gegebenenfalls noch weitere Folgestationen bevor sie entlassen werden. Eine klinikinterne Verlegung kann nur erfolgen, wenn auf der Folgestation ein freies Bett zur Verfügung steht, andernfalls entsteht Wartezeit. Insgesamt wurden im Jahr 2011 23.936 elektive Patienten im Krankenhaus behandelt.

3.2 Simulationsmodell

Die vorgestellten Patiententypen dürfen aufgrund der Nutzung gleicher Ressourcen nicht losgelöst voneinander betrachtet werden. Daher wurde ein ereignisdiskretes Simulationsmodell in ARENA 10.0 (Rockwell Software) entwickelt, in dem die Entitäten den Patienten entsprechen. Die Bewegungen der Entitäten im Modell repräsentieren die für die beschriebenen Patiententypen charakteristischen Patientenflüsse. Da das Modell zu umfangreich und zu komplex für eine Abbildung ist, wird die umgesetzte Logik in einem vereinfachten Schema in Abbildung 1 veranschaulicht. Die Pfeile repräsentieren mögliche Bewegungen der Patienten zwischen verschiedenen Einheiten des Krankenhauses. Diese Einheiten stellen Ressourcen in Form von freien Betten zur Verfügung.

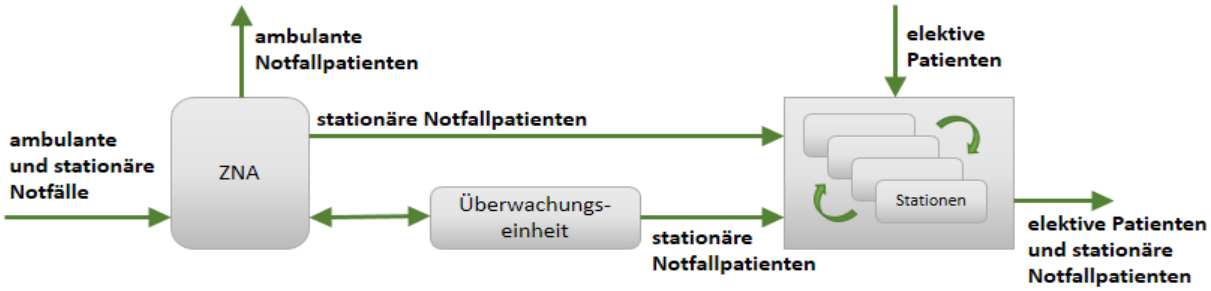


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Simulationslogik

Die Bewegung einzelner Patienten im Modell wird durch empirische Verteilungsfunktionen, die sich aus den Ankunfts-, Aufenthalts- und Verlegungsdaten ergeben, bestimmt. Ausgewählte Charakteristika dieser Daten werden im vierten Kapitel beschrieben. Die Patientenflüsse werden ausschließlich mit Ankunfts- und Übergangsverteilungen und losgelöst von Diagnosen und Behandlungen abgebildet. Mit Hilfe dieser Übergangsverteilungen werden die zu durchlaufenden Stationen bei Ankunft der Patienten in einem individuellen Stationsplan hinterlegt. Dieser Plan wird im Modell sukzessive durchlaufen. Da bei Erstellung ausschließlich Ausgangs- und Folgestationen betrachten werden, könnten Stationspläne entstehen, die im verwendeten Datensatz nicht dokumentiert sind. Aus Sicht der Gesamtkapazitäten der Klinik wird das Ergebnis davon kaum beeinflusst werden, da mit sehr niedriger und abnehmender Wahrscheinlichkeit Patienten in eine zweite oder dritte Station verlegt werden.

Neben den patientenspezifischen Falldaten wurden für das Simulationsmodell Daten zu Anzahl und Verteilung vorhandener Krankenhausbetten, aufgeschlüsselt nach Stationen und verfügbaren Zimmer erhoben.

Mögliche Bettenengpässe können entstehen, wenn eine Vielzahl stationärer Patienten aus der ZNA zu einer bestimmten Station verlegt werden müssen. In diesem Fall verbringen die Patienten ihre Wartezeit auf der Überwachungseinheit. Diese wird im Modell als Kennzahl „Wartezeit von ZNA auf Folgestation“ gemessen. Wartezeiten bei innerklinischen Verlegungen entstehen ebenfalls durch Bettenengpässe auf der Folgestation. Diese Wartezeit wird durch einen verlängerten Aufenthalt auf der gegenwärtigen Station überbrückt und als „Wartezeit von Station auf Folgestation“ erfasst. Um stationäre Aufnahmen sowie innerklinische Verlegungen auf Stationen realistisch abbilden zu können, müssen wichtige Nebenbedingungen bei der Bettenbelegung in den Einzel- und Mehrbettzimmern berücksichtigt werden. Dies wird mit einer im Modell eingebetteten Heuristik erreicht.

3.3 Heuristik für die Bettenbelegung an den Stationen

Voraussetzung einer erfolgreichen Patientenverlegung ist es sicherzustellen, inwieweit die Nachfolgestation in der Lage ist, den Patienten in einem geeigneten Zimmer unterzubringen. Inwieweit ein freies Bett vergeben werden kann, wird vom Krankenhauspersonal koordiniert. Hierbei gilt, dass jedes Zimmer nur mit Patienten des gleichen Geschlechts belegt werden darf. Nur vereinzelt gibt es Stationen, darunter die Intensivstationen, bei denen diese Regelung nicht gilt. Weiterhin müssen Patienten, bei denen ein multiresistenter Keim diagnostiziert wurde, isoliert untergebracht werden. Isolation bedeutet in diesem Kontext die Unterbringung in einem Einzelzimmer oder die alleinige Unterbringung in einem Mehrbettzimmer.

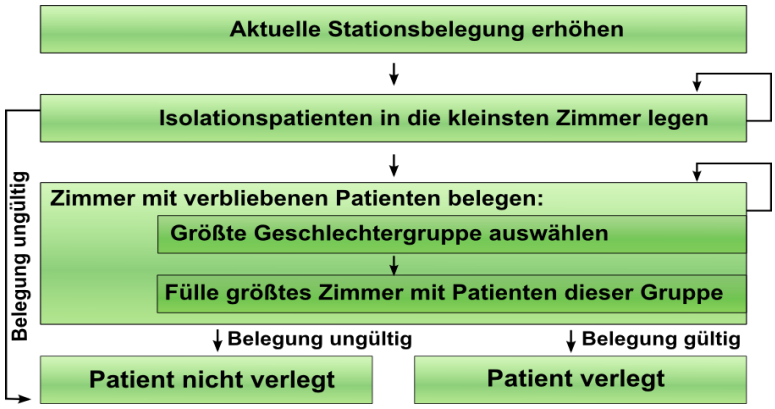


Abbildung 2: Heuristik zur Bettenbelegung

Da im Krankenhausalltag die Bettenbelegung durch Mitarbeiter der jeweiligen Stationen koordiniert wird, wurde eine Heuristik (siehe Abbildung 2) entwickelt, die diesen Entscheidungsprozess realistisch nachbildet. Die hierfür formulierte Heuristik prüft bei jeder Belegungsänderung einer Station, ob es für die jeweilige Stationsbelegung und die zur Verfügung stehenden Zimmer eine Belegungsvariante gibt, bei der alle Nebenbedingungen erfüllt sind. Hierzu werden die verfügbaren Zimmer einer Station, die gewünschte Stationsbelegung, das Geschlecht sowie der Isolationsstatus des Patienten benötigt. Die Heuristik lässt sich in drei Teilschritte gliedern:

(1) Alle an einem multiresistenten Keim erkrankten Patienten werden einzeln auf die kleinsten verfügbaren Zimmer verteilt.

(2) Alle verbliebenen Patienten werden nun auf die übrigen Zimmer, beginnend bei dem größten verteilt. Dabei ist folgendes zu beachten: Sollte es unter den verbliebenen Patienten mehr Männer geben, so wird das größte verfügbare Zimmer mit Männern belegt. Wenn es hingegen mehr Frauen sind, so wird dieses Zimmer mit Frauen belegt.

(3) Die Heuristik endet, sobald alle Patienten erfolgreich auf entsprechende Zimmer verteilt wurden (gültige Belegung) oder keine freien Zimmer mehr für verbliebene Patienten verfügbar sind (ungültige Belegung). Im Falle einer ungültigen Belegung werden verbliebene Patienten in der Simulation nicht verlegt und es entstehen Wartezeiten.

4 Analyse der Patientenfalldaten für die Simulation

Die Informationen bezüglich der Patientenankunft, Aufenthaltsdauer, sowie der Verlegungsprozesse wurden aus einem anonymisierten Falldatensatz des UKH gewonnen. Dieser Datensatz umfasst insgesamt 60.020 Falldaten aus dem Zeitraum vom 01.01.2011 bis zum 31.12.2011. Jede Patientenaufnahme sowie jeder Stationswechsel ist dokumentiert. Im Folgenden werden ausgewählte Charakteristika der Patientenankünfte, der Aufenthaltsdauern und der Verlegungsprozesse vorgestellt.

4.1 Patientenankunftsdaten je nach Patiententyp

Um die Anzahl der Patienten pro Tag und Station zu bestimmen, muss sowohl der Wochentag als auch das Geschlecht des Patienten berücksichtigt werden. Abbildung 3 zeigt die Verteilung der Patientenankünfte für elektive Patienten sowie ambulante und stationäre Notfallpatienten im Wochenverlauf. Erkennbar ist, dass elektive Patienten vor allem zu Beginn der Woche bestellt werden. Ambulante Notfallpatienten hingegen werden seltener an Werktagen, sondern meist am

Freitagnachmittag sowie am Wochenende behandelt. Bei stationären Notfallpatienten ist eine konstante Ankunftsrate zu erkennen.

Neben dem Wochenverlauf ist eine getrennte Betrachtung der Verteilung männlicher und weiblicher Patienten durchzuführen. Während diese Verteilung für eine Entbindungsstation naturgemäß bekannt ist, sind nicht offensichtlich unterschiedliche Verteilungen in anderen Stationen aufgrund einer realistischen Abbildung der jeweiligen Ankunftsraten nötig.

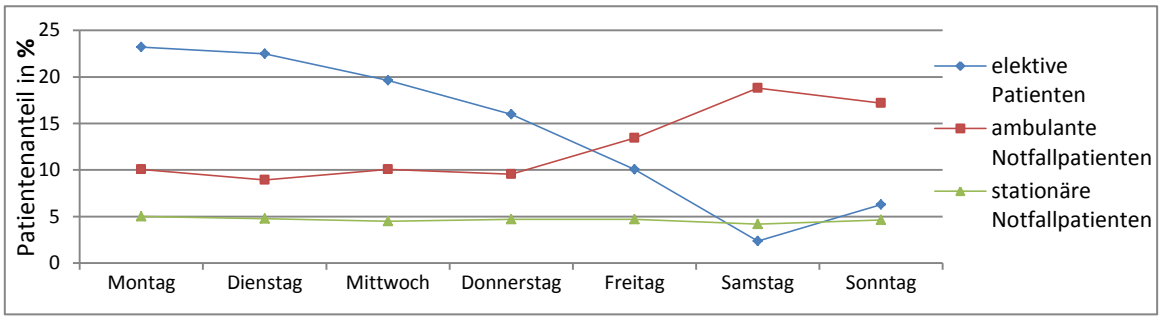


Abbildung 3: Wochenverlauf Patientenankünfte ja Patiententyp [eigene Darstellung]

Neben den Ankunftsschwankungen innerhalb einer Woche kommt es auch zu Unregelmäßigkeiten innerhalb eines Tages. Abbildung 4 zeigt, dass elektive Patienten vermehrt vormittags bestellt werden. Beispielsweise erreichen 18% aller am Dienstag ankommenden Patienten das Krankenhaus zwischen 10.00 Uhr und 11.00 Uhr. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei Notfallpatienten eine andere Tagesverteilung. Sowohl bei ambulanten als auch bei stationären Notfallpatienten kommt es, im Gegensatz zu elektiven Patienten, zu deutlich weniger Schwankungen im Tagesverlauf der Ankünfte. Vergleich man ambulante und stationäre Ankünfte, so fällt auf, dass ambulante Patienten vorwiegend am späten Nachmittag das Krankenhaus erreichen. Lediglich an den Wochenendtagen kommt es vermehrt zu Ankünften am Vormittag. Bei den stationären Patientenankünften lässt sich kein Unterschied zwischen den einzelnen Tagesverläufen feststellen. Die Ankünfte sind vom Vormittag bis zum Abend gleichbleibend.

Die Analyse der Jahresdaten im Wochen- und Tagesverlauf ermöglicht eine realistische stundengenaue Abbildung der Patientenströme in der Simulation. Dieser Detaillierungsgrad erlaubt es, krankenhausweite Verzögerungen im Stunden- bis Minutenbereich zu erfassen.

4.2 Aufenthaltsdauer und Patientenentlassung im Wochenverlauf

Neben den Ankunftsdaten wurde die Aufenthaltsdauer der Patienten auf den Stationen analysiert. Vergleicht man die durchschnittliche Verweildauer verschiedener Stationen, so können hier starke Unterschiede beobachtet werden. Dies kann mit der medizinischen Ausrichtung einer Station und dem hiermit verbundenen Schweregrad der behandelten Krankheiten begründet werden. Konkret wurden Verweildauern von durchschnittlich 1,32 bis zu 10,4 Tagen festgestellt.

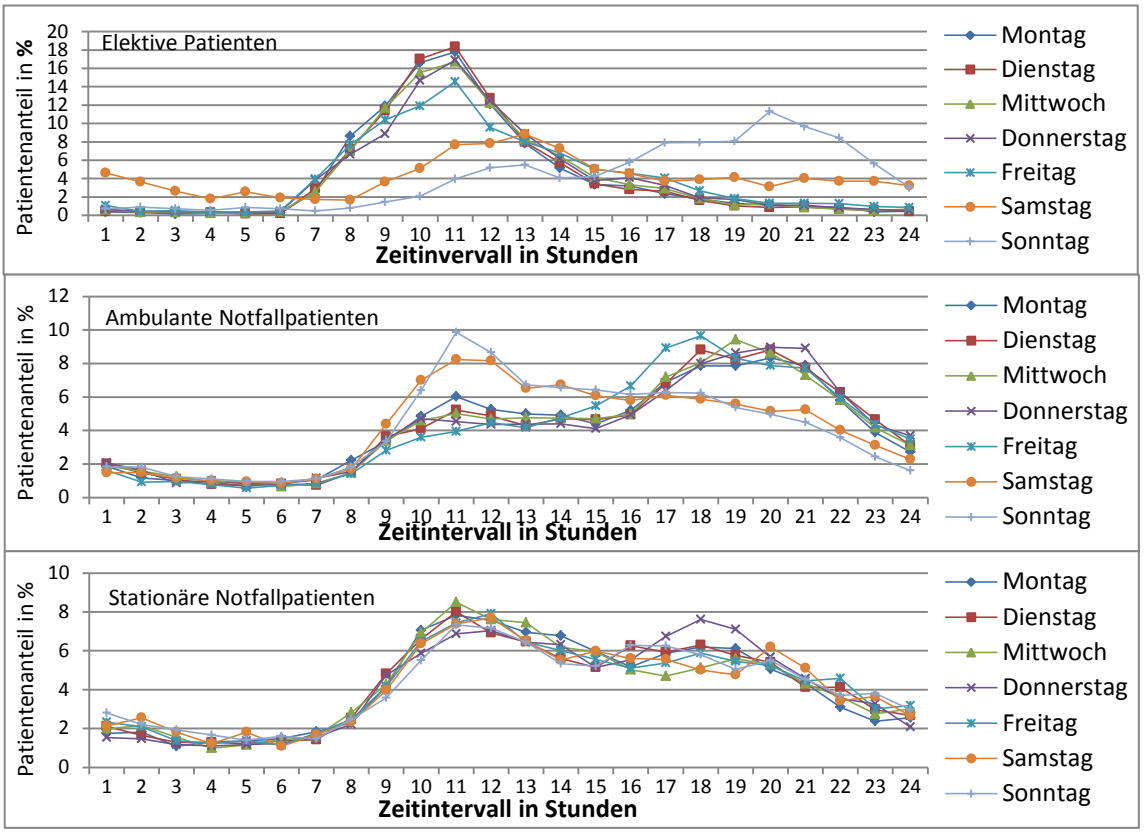


Abbildung 4: Tagesverlauf Patientenankünfte je Patiententyp [eigene Darstellung]

Das Ende eines Stationsaufenthaltes, bestimmt den Entlassungs- bzw. den Verlegungszeitpunkt eines Patienten. Hier ist zu beachten, dass, falls der Patient im Anschluss seines Stationsaufenthaltes entlassen werden soll, der Stationsaufenthalt tendenziell an einem Werktag und seltener an einem Wochenende endet. Dies wird in Abbildung 5 anhand von fünf gewählten Beispielstationen deutlich. Es ist zu erkennen, dass der Anteil der Entlassungen zum Freitag leicht steigt und anschließend deutlich abfällt, wodurch am Sonntag nur ca. 5% aller Entlassungen stattfinden.

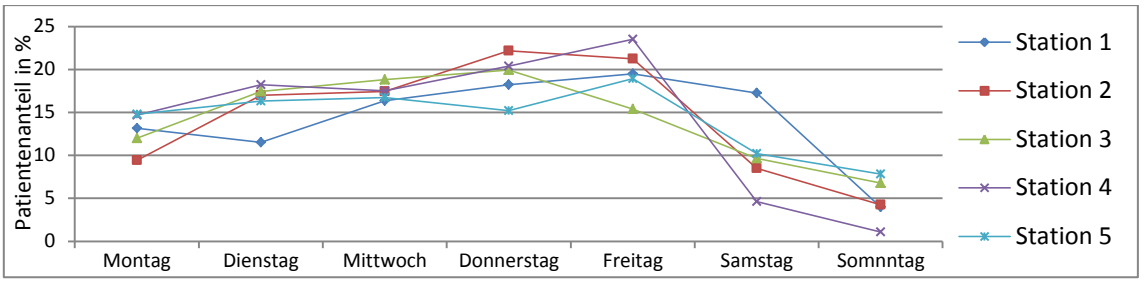


Abbildung 5: Patientenentlassungen im Wochenverlauf [eigene Darstellung]

Die Verweildauer, wie sie im Krankenhausinformationssystem erfasst wird, setzt sich aus dem eigentlichen Stationsaufenthalt und einer eventuell entstandenen Wartezeit zusammen. Im Simulationsmodell soll die Wartezeit jedoch nicht als Eingabegröße einfließen, sondern später als Ergebnisgröße gemessen und zum Szenarienvergleich herangezogen werden. Bei der Berechnung einer Patientenverweildauer musste daher sowohl der Entlassungstermin, als auch die in der Verweildauer eingeschlossenen Wartezeit berücksichtigt werden.

4.3 Verlegungsprozesse

Um die Verlegungsprozesse eines Patienten korrekt abbilden zu können, wird für jeden Patienten ein individueller Stationsplan erzeugt. Dazu wurde ausgehend von der ersten Station eines Patientenfalls die Verteilung der insgesamt zu durchlaufenden Stationen bestimmt. Um die Art sowie die Reihenfolge der zu durchlaufenden Stationen zu bestimmen, wurden Übergangswahrscheinlichkeiten für alle Stationspaaren bestimmt. Dabei ergab die Datenanalyse, dass die Zielstation durch die aktuelle Station sowie durch das Geschlecht des Patienten beeinflusst wird. Beispielsweise werden ca. 41,7% aller männlichen Patienten von Station 2, sollte eine Verlegung stattfinden, im Anschluss auf Station 3 weiterbehandelt.

5 Szenarien flexibler Bettenbelegung zur Verringerung der Wartezeiten

Im Rahmen der Studie haben die Autoren zusammen mit Mitarbeitern der ZNA sowie der zentralen Pflegeforschung des UKH drei, teils bereits im Klinikum diskutierte und teils von den Autoren gestaltete Szenarien entwickelt. Zusätzlich zu der Forderung des UKH, eine ganzheitliche Betrachtung der Klinikumsprozesse zugrunde zu legen, wurden bei der Entwicklung der Szenarien neben der Reduktion von Wartezeiten folgende Ziele verfolgt:

- Freie Kapazitäten an den Stationen sollen besser genutzt werden können und somit eine bessere Auslastung unter Beachtung aller Patientenflüsse ermöglichen.
- Es sollen nur Strategien und Verbesserungsmaßnahmen in Erwägung gezogen werden, die geringe Anpassungen von Prozessen und Strukturen voraussetzen.
- Szenarien sollen nach Möglichkeit investitionsarm und mit wenig Aufwand umsetzbar sein.

Mit Blick auf die genannten Anforderungen konnte in Diskussionen mit dem UKH-Personal die Idee einer Flexibilisierung der Belegung entwickelt werden. Dabei wurden drei mögliche Formen flexibler Belegungen identifiziert, welche zu folgenden drei umsetzbaren Szenarien geführt haben:

[S1] Flexible Belegung durch Zimmerverleih an räumlich angrenzende Stationen,

[S2] Flexible Belegung durch Zusammenführung der ITS- und IMC-Stationen und

[S3] Flexible Belegung durch Einführen einer Früh-Reha als Endphase stationärer Behandlung

Unter Betrachtung der allgemeinen Struktur der Patientenflüsse, zielt Szenario [S3] auf die Schaffung freier Kapazitäten durch eine Entlassung bestimmter Patientengruppen in die Früh-Reha am Ende des Patientenflusses ab. Dadurch könnte die Verweildauer auf den entlassenden Stationen verkürzt werden. Dies ist aus Ressourcensicht des UKH sinnvoll, da die gewonnen Kapazitäten für weitere elektive und stationär übernommene Notfallpatienten verwendet werden können. Allerdings ist das Einführen einer solchen Station medizinisch aufgrund der Vielfalt von zu behandelnden Krankheitsbildern und den daraus resultierenden hohen Anforderungen an das eingesetzte Personal umstritten. Effektiv umsetzbar ist dies nur durch eine eigens dafür eingesetzte Station [12].

In Szenario [S1] können Engpässe durch den Verleih nicht genutzter Zimmer von räumlich angrenzenden Stationen vermieden werden. Insgesamt wurden vom Krankenhaus acht potentielle Tauschpartner identifiziert. Dies hat im Gegensatz zu [S3] Vorteile in allen Phasen des Patientenflusses, insbesondere zur Überwindung stochastisch verteilter zeitlich beschränkter Engpässe. Weiterhin wird dieser Pooling-Ansatz bereits in einigen Stationen des UKH umgesetzt. Aufgrund der Befürchtung, dass durch den Zimmerverleih für einen der Tauschpartner Ressourcenengpässe entstehen könnten, lehnen manche Stationen diesen Ansatz bisher jedoch ab.

Ziel des Szenarios [S2] ist das Pooling aller ITS- sowie aller IMC-Stationen (Intensivtherapie- und Intermediate-Care-Stationen). Dadurch werden bei Zimmern mit hohen Personal- und Ressourcenkosten Kapazitätsengpässe innerhalb wichtiger Phasen der Patientenflüsse, z.B. in postoperativen Phasen, abgebaut. Die Einführung zentraler ITS- und IMC-Stationenpools [S2] wird aktuell im UKH diskutiert und ist gängige Praxis in kleineren Kliniken [1]. Dies hätte den Vorteil, dass die verfügbaren Bettenkapazitäten gebündelt werden und dass bei Verlegungen aus der ZNA auf ein ITS- oder IMC-Bett direkt in den Pool verlegt werden kann. Als nachteilig werden die nötige interdisziplinäre Versorgung und die damit einhergehenden Anforderungen an Personal und Ausstattung angesehen.

6 Simulationsergebnisse und weiterer Forschungsbedarf

Die folgenden Simulationsergebnisse stammen aus Simulationsläufen mit der Dauer eines Jahres. Die Modellvalidierung erfolgte durch den Vergleich der Messwerte des simulierten Ist-Zustandes mit den Vergleichswerten aus dem Falldatensatz des Jahres 2011. Zur Auswertung der Szenarien [S1], [S2] und [S3] wurden die zuvor ermittelten Messwerte des Ist-Modells mit den durch die Simulation ermittelten Messwerten der Szenariokonfigurationen verglichen.

6.1 Validierung des Simulationsmodells mit Jahresdaten des UKH

Am Beispiel der Patientenanzahl, der Verweildauern und der Ankunftsverteilung stationärer Notfallpatienten wird ersichtlich, dass das Modell die Realität mit hinreichender Genauigkeit widerspiegelt. Tabelle 1 zeigt, dass die Anzahl ambulanter und stationärer Patienten im Simulationsmodell nur geringe Abweichungen gegenüber den Vergleichswerten aufweisen. Lediglich elektive Patienten sind mit einer Abweichung von -15,6% deutlich unterrepräsentiert. Da elektive Patienten im Simulationsmodell stochastisch erzeugt werden, im Realsystem jedoch geplant und vorhersehbar sind, wurde die Anzahl elektiver Patienten bewusst verringert um diesem Effekt entgegenzuwirken.

	Vergleichswerte Falldatensatz 2011	Messwerte Ist-Modell
Elektive Patienten	23.936	20.185,63
Ambulante Notfallpatienten	26.366	25.682,03
Stationäre Notfallpatienten	9.718	9.781,2

Tabelle 1: Validierung der Patientenanzahlen je nach Patiententyp [eigene Darstellung]

Neben den Ankunftsdaten zeigt sich auch bei den Verweildauern eine Überstimmung mit den Messwerten des Ist-Modells. Da sich die Verweildauer, wie sie in Kapitel 4 beschrieben wurde, aus dem Stationsaufenthalt und einer eventuell entstandenen Wartezeit zusammensetzt, musste die Verweildauer im Simulationsmodell auf die selbe Art erhoben werden. Das linke Diagramm in Abbildung 6 zeigt, dass die gemessenen Verweildauern mit den gegebenen Werten im Mittel übereinstimmen.

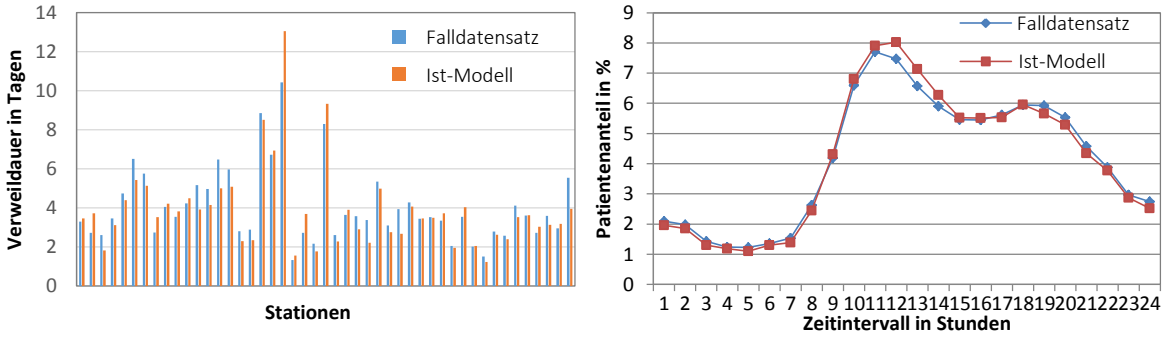


Abbildung 6: Validierung der Stationsverweildauer [eigene Darstellung]

Am Beispiel der stationären Notfallpatienten soll im letzten Schritt gezeigt werden, dass die Ankunftsverteilungen, wie sie in Kapitel 4 beschrieben wurden, korrekt umgesetzt werden konnten. Das rechte Diagramm in Abbildung 6 zeigt den durchschnittlichen Tagesverlauf stationärer Patientenaufnahmen in der ZNA. Es ist zu erkennen, dass die gemessenen Werte des Simulationsmodells den tatsächlichen Verlauf der Ankünfte sehr gut abbilden.

6.2 Simulation und Evaluation von Veränderungsszenarien für die UKH

Das validierte Simulationsmodell konnte anschließend für eine zuverlässige Evaluation der drei Szenarien angewendet werden. Dabei hatten [S1] und [S2] einen größeren Einfluss auf die Verringerung der Wartezeiten als [S3]. Bei den für die Früh-Reha in Frage kommenden Patientengruppen ergaben die Analysen, dass diese Gruppen selten in Engpassstationen auftraten, sodass die Wartezeiten auf der Bettenstation der ZNA sowie auf den Stationen vor klinikinternen Verlegungen nur geringfügig reduziert wurden.

Zimmerverleih-Szenario [S1]

In Abbildung 7 sind die Tauschpaare räumlich angrenzender Stationen, die mittleren Wartezeiten eines Patienten bei Verlegung von einer Station auf eine andere sowie die Wartezeit bei stationärer Aufnahme von der ZNA dargestellt. Aus dem Vergleich dieser Wartezeiten zwischen Ist-Modell und [S1] wird ersichtlich, dass die Wartezeit bei stationären Verlegungen um bis zu 10 Stunden verringert werden konnte. Die Wartezeit auf stationäre Übernahme von der ZNA konnten ebenfalls um bis zu 50% verringert werden. Die befürchtete Benachteiligung einzelner Tauschpartner trat nicht ein.

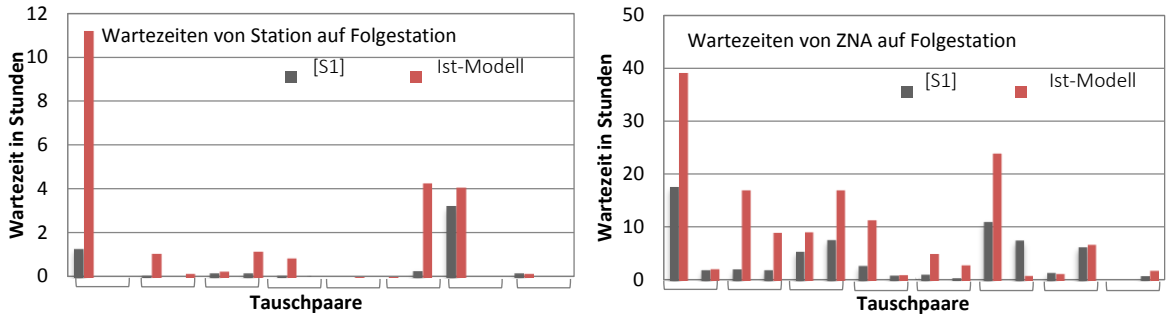
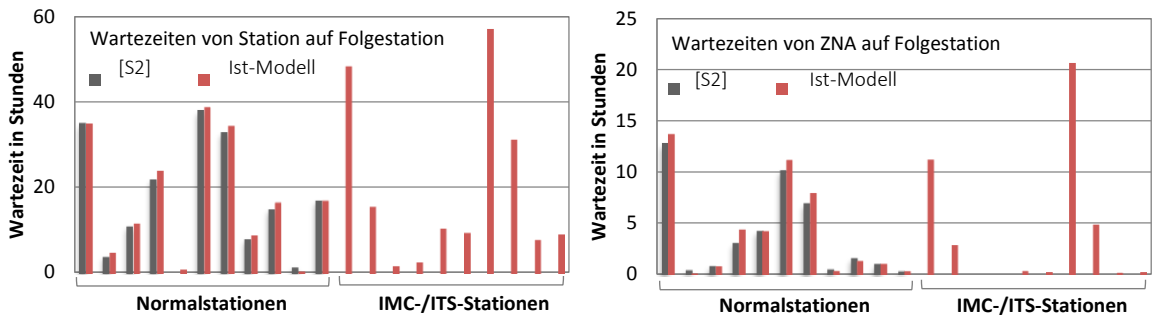


Abbildung 7: Wartezeiten im Szenario S1 [eigene Darstellung]

Zusammenführung zentraler ITS- und IMC-Stationen [S2]

In Abbildung 8 sind die mittleren Wartezeiten eines Patienten bei einer Verlegung zwischen Stationen. Ohne Zusammenlegung der ITS- und IMC-Stationen bildeten sich Bettenengpässe, die dazu führten, dass in einem Jahr ca. 1.170 Patienten auf eine Nachfolgestation warten mussten. Die Wartezeit betrug hier bis zu 20,7 Stunden. Werden ITC- und IMC-Stationenpools gebildet, entstehen keine Wartezeiten mehr an den entsprechenden Stationen. Ein negativer Einfluss auf andere Stationen konnte nicht festgestellt werden. Für die Überwachungseinheit, die Notfallpatienten bei Engpässen nachfolgender Stationen aufnimmt, bedeutet dies ebenfalls eine Entlastung. Auch hier können, wie in Abbildung 8 dargestellt, die Wartezeiten vollständig abgebaut werden.



6.3 Fazit und weiterer Forschungsbedarf

Das in diesem Aufsatz entwickelte Simulationsmodell für stationsübergreifende Patientenflüsse wurde anhand der verfügbaren Jahresdaten des UKH erfolgreich validiert. Die Evaluation der in Zusammenarbeit mit dem UKH entwickelten Szenarien flexibler Bettenbelegung zeigte eine deutliche Verringerung der Wartezeiten und Verweildauern. Die Ergebnisse bei Einführung eines zentralen ITS- und eines IMC-Pools zeigen, dass das Pooling von ITS und IMC auch für größere Kliniken deutliches Potential besitzt. Die Vorurteile einseitiger Vorteilsnahme und möglicher entstehender Engpässe im Zimmerverleih-Szenario [S1] konnten ausgeräumt werden. Die Einführung einer zentralen Früh-Reha ist unter den analysierten Umständen in Hinblick auf den zu erwartenden hohen Einführungsaufwand und die geringen Auswirkungen auf die Wartezeit nicht zielführend.

Die gewählte Modellierung der Patientenflüsse auf Basis von Übergangsverteilungen ist ausreichend, um Verbesserungsmaßnahmen, die den krankenhausweiten Patientenfluss betreffen, zu evaluieren. Nicht im Datensatz dokumentierte Stationspläne beeinflussten die Validität des Modells nicht. Da bei der Modellierung ausschließlich routinemäßig erfasste Falldaten verwendet wurden sowie auf die Modellierungen krankenhausspezifischer Logik verzichtet wurde, kann das Modell mit wenigen Anpassungen für Kliniken mit ähnlicher Struktur und ähnlichen Fragestellungen angewendet werden.

Die genannten Ergebnisse wurden dem Klinikvorstand präsentiert, der einen Mehrwert für die Entscheidungsfindung im Klinikum durch unsere Simulationsanalysen anerkannte und anregte, die Simulation mit vorliegenden aktuellen Daten und der Berücksichtigung der fachlichen Kompatibilität bei den Szenarien flexibler Belegung durchzuführen. Vor einer Umsetzung in die Praxis sind genauere pflegerisch-therapeutischen Analysen durchzuführen, um potentielle kompatible ITS- und IMC-Stationen zu identifizieren. Des Weiteren soll das Szenario flexibler Belegung durch Zimmerverleih in aktuelle Gedanken zur Bildung fachlicher Cluster im UKH integriert werden. Wir haben angeregt, dass alle Paare fachlich kompatibler Partner vom UKH bestimmt werden. Die optimalen Cluster können dann durch unsere um Wiederverwendbarkeit und Objektorientierung verbesserten Simulationsmodelle verknüpft mit einer Optimierungskomponente (vgl. Kapitel 9.5 in [14]) bestimmt werden. Ob die Einführung einiger auf bestimmte Krankheitsbilder spezialisierter Früh-Reha-Stationen sinnvoll ist und welche Krankheitsbilder sich für diese Stationen am besten eignen, bleibt ebenfalls Gegenstand weiterer Forschung.

7 Literatur

[1] Aken, H.K. van (2007): *Intensivmedizin*. G. Thieme.

[2] Baboolal, K., Griffiths, J.D., Knight, V.A., Nelson, A.V., Voake, C. and Williams, J.E. (2012): How efficient can an emergency unit be? A perfect world model. *Emergency Medicine Journal*

[3] Brailsford, S.C., Harper, P.R., Patel, B. and Pitt, M. (2009): An analysis of the academic literature on simulation and modelling in health care. *Journal of Simulation*. 3(3): 130–140.

[4] Coughlan, J., Eatock, J. and Patel, N. (2011): Simulating the use of re-prioritisation as a wait-reduction strategy in an emergency department. *Emergency Medicine Journal*. 28(12): 1013–1018.

[5] Eldabi, T., Paul, R.J. and Young, T. (2006): Simulation modelling in healthcare: reviewing legacies and investigating futures. *Journal of the Operational Research Society*.

[6] Günal, M.M. (2012): A guide for building hospital simulation models. *Health Systems*. 1(1): 17–25.

[7] Günal, M.M. and Pidd, M. (2010): Discrete event simulation for performance modelling in health care: a review of the literature. *Journal of Simulation*. 4(1): 42–51.

[8] Jacobson, S.H., Hall, S.N. and Swisher, J.R. (2006): Discrete-event simulation of health care systems. *Patient flow: reducing delay in healthcare delivery*. Springer. 211–252.

[9] Jun, J.B., Jacobson, S.H. and Swisher, J.R. (1999). Application of Discrete-Event Simulation in Health Care Clinics: A Survey. *The Journal of the Operational Research Society*. 50(2): 109–123.

[10] Klein, R.W. and Dittus, M. (1993): Simulation Modeling and Health-care.

[11] Mustafee, N., Katsaliaki, K. and Taylor, S.J.E. (2010): Profiling Literature in Healthcare Simulation. *SIMULATION*. 86(8-9): 543–558.

[12] Reißhauer, A., Liebl, M. and Pögel, S. (2011): Fachübergreifende Frührehabilitation – Warum im Akutkrankenhaus? *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*. 21(06): 280–283.

[13] Statistisches Bundesamt 2013. Pressemitteilung vom 4. April 2013 – 128/13 Gesundheitsausgaben im Jahr 2011 bei rund 294 Milliarden Euro.

[14] Suhl, L. and Mellouli, T. (2013): *Optimierungssysteme: Modelle, Verfahren, Software, Anwendungen*. Springer.

Agent-based process coordination among hospital units

Johannes Murray

Universität Hohenheim, Institut für Wirtschaftsinformatik 2, 70599 Stuttgart,
E-Mail: johannes.murray@uni-hohenheim.de

Tobias Widmer

Universität Hohenheim, Institut für Wirtschaftsinformatik 2, 70599 Stuttgart,
E-Mail: tobias.widmer@uni-hohenheim.de

Stefan Kirn

Universität Hohenheim, Institut für Wirtschaftsinformatik 2, 70599 Stuttgart,
E-Mail: wi2office@uni-hohenheim.de

Abstract

Modern hospitals are highly dynamic organisations that are fragmented in many units of decentralised authority. Due to significant scheduling inefficiencies among hospital units, patients that must undergo several distinct medical examinations often face unnecessarily long waiting times. Hence, we take a patient-centric perspective and address the problem of process coordination among the different units in a hospital. Each entity in the hospital (e.g., patient, physician, unit) is represented by an intelligent software agent that acts on behalf of this entity. We draw on the theory of interaction protocol engineering to design an architecture for coordinating a patient's medical process across multiple units in a hospital. We demonstrate the utility of the proposed artefact by a scenario-based evaluation.

1 Introduction

Modern hospitals can be characterised as highly dynamic and complex organisations with fragmented medical units, decentralised authority, and a multitude of resources at different localities. To set up an efficient process management in such an environment requires the communication between complex and diverse forms of information and the coordination among healthcare professionals with very different skills and functions [14]. Hospital information systems (IS) gain an increasing strategic importance [18] and the vast improvements in information and communication technology (ICT) give new possibilities to support processes. Monitoring in the intensive care, diagnostic systems (e.g. radiology systems), patient data management, and electronic nursing documentation constitute prominent examples of such IS. In contrast to industry, the ICT in hospitals is often still limited to individualised computer systems and it is difficult to support integrated solutions. Hence, in medical environments, there are few possibilities to control patient-centric processes across these systems.

Due to the dynamic nature of patient scheduling processes in hospitals, current IS cannot constantly be updated to the latest changes and synchronised with actual occurrences [19]. As a result, patients who are required to visit multiple stations or departments in a hospital are often subject to long waiting times. Suddenly incoming emergency cases, unexpected diagnosis, or complications in treatment contribute to the static and often inflexible procedure a patient undergoes in various hospital units. Insofar, achieving short waiting times and efficient appointment scheduling among different hospital units is a difficult problem. Vermeulen et al. [19] explicitly confirm the existence of suboptimal solutions and scheduling inefficiencies among hospital stations.

We address the problem of coordination a patient's medical process in a hospital. In particular, we adopt a patient-centric perspective and explicitly consider the needs of patients in hospitals. Hence, we focus on the automated communication and interaction among participating hospital units to coordinate a patient's medical process more efficiently.

For representing the distributed environment in the hospital domain, the multiagent system (MAS) paradigm from artificial intelligence (AI) is well suited [14], [16]. Intelligent agents are by design aware of the constraints and preferences of the entities that they represent. Since software agents have the ability to communicate and coordinate with each other, conflicting goals of self-interested agents can be resolved by means of negotiation. Insofar, we represent each entity in the hospital (e.g., physician, patient, resource) by an intelligent software agent which acts autonomously on behalf of its user [20],[23].

This research adopts the methodology of interaction protocol engineering [11] to design a mechanism and architecture for process coordination in a hospital. Agent interaction protocols embody communication scenarios between individual agents. They provide reusable solutions that can be applied to various types of message sequencing that take place between agents [15]. Hence, as we take the perspective of interaction protocol engineering, we propose a patient-centric architecture to model the complete hospital treatment of a patient as an intra-organisational business process.

This research is conducted in accordance to the design science paradigm [10]. The objectives are to: (1) develop an agent-based architecture for process coordination in a hospital (method artifact) and (2) evaluate this artifact in a constructed scenario to demonstrate its utility (descriptive evaluation). The contribution of this research is a software architecture that integrates agent-based interaction protocols for process coordination in a hospital.

The remainder of this paper is structured as follows: In section 2, we review the extant literature. In section 3, we present the agent-based software architecture for process coordination in hospitals. Section 4 provides the scenario-based evaluation. Section 5 concludes the paper and gives an outlook of future work.

2 Theoretical Background

Agent-based process coordination in eHealth environments is subject of inquiry in both multiagent systems and electronic healthcare research. We first introduce constructs of multiagent systems in hospital domains. Then we employ these constructs as a theoretical lens for reviewing the extant literature.

2.1 MAS in hospital domains

The application and the design of MAS for process management in hospital domains has been discussed in IS and AI research. [14] argue for the use of MAS in healthcare domains because they significantly enhance the ability to model, design and build complex, distributed healthcare software systems. Decker and Li [5] introduce theoretical foundations for patient scheduling in hospitals that are coordinated by MAS. Their work has further been investigated by Paulussen et al. [16] and [17] who take a game-theoretic perspective to analyse an intra-unit scheduling problem in hospitals. In their work, patients and hospital resources (e.g., physicians, medical devices) are represented by self-interested software agents who coordinate with each other to resolve each individual's goal conflicts. Distinct hospital units that manage these resources, however, are not explicitly represented by software agents.

[12] introduce healthcare applications of intelligent agents in the project of *Agent.Hospital*. They investigate the applicability of agent-based IS in healthcare business scenarios and attempt to integrate the designed systems into an agent environment. [2] employ intelligent agents for distributed scheduling. They particularly focus on the formation of teams in operating-rooms and analyze the formation from a social welfare perspective. [6] investigate MAS scheduling in hospitals by connecting agents and mobile devices. They describe the conceptualisation and realisation of a real-time managed mobile information system in healthcare with the use of interactive Personal Digital Assistants (PDAs) to connect medical staff and patients; and also connect physical resources via radio frequency identification (RFID) chips.

Existing research on MAS for hospital coordination focuses on scheduling of medical staff (i.e. operation teams) and resource allocation. The emphasis in these papers is on the local level of resource allocation problems. Our approach differs from existing approaches in that hospital units are viewed as resource pools that manage the available resources within that particular unit. Hence, we extend the work of [16] and [17] by integrating an additional agent, the unit-agent, that manages the available resources.

2.2 Hospital fragmented units

The organisational structure of a modern hospital is characterised by a dissection of strongly specialised departments and operating units. The decision making processes are extremely distributed, the autonomy strongly local (cf. [8]), and the units have a function-oriented view (instead of a process-oriented view). This means that the individual sections focus on the provision of their own services. However, a perspective encompassing the whole treatment process or a patient-based perspective is missing. Any optimisation concerns one single organisational unit only (cf.[18]) Particularly, the core

process of a hospital, i.e., the inpatient and outpatient treatment, is not integrated into a whole process for continuous planning, execution and monitoring. The same applies for the interaction between medical and administrative processes. The consequences are a lack of process transparency, a lack of cost consciousness and most crucial, massive organisational challenges to the cross-divisional communication and cooperation that can lead to serious problems [7], [5].

2.3 Decision support for clinical pathways

Patient oriented process management in hospitals is associated with clinical pathways (CPs). A CP is a model description, a template for scheduling the implementation of a medical treatment. This schedule can be designed as a decision tree as well as a simple daily schedule. To create a conceptual design that will help the unit inter-coordination means supporting the intra-organisational sequence of clinical pathways (CP). [3] divide a medical treatment process into tree layers: First, in the upper layer there are clinical practice guidelines (CPG's) that are published by professional societies, which set common standards for medical treatments. In the middle layer, these guidelines lead to clinical pathways that are embedded into the local clinical structure and organisational arrangement of a hospital. In the bottom layer, the clinical pathways are further integrated into the hospital information system layer, where CP-based systems support the medical treatments to provide the necessary information to the medicating physician.

2.4 Flexibility of multiagent systems

"The most important promise of multiagent technology is flexibility" ([12], p. 53). Kirn [12] points out that multiagent technology increases the adaptability of information technology systems in two ways: First, it smoothens the process of "external" maintenance, and second, it increases the possibility and capability to perform necessary adaptations by itself. For the competitiveness of enterprises these points are important contributions, as they strongly improve the capability to react within a short time span to changes in their markets. By this the demands of customers can be met in a better and more individual way than before and also the opportunity to get into new markets is greatly increased. The important concept of flexibility in multiagent systems can be found in many fields. Thus there are a lot of specific definitions, concepts, and experiences, each of which is inspired from very different perspectives. [12] discusses four main areas: organizational theory, production theory, software technology and machine learning.

3 Interaction protocol for hospital coordination

In this section, we firstly introduce the necessary understanding of the UML notation. We then present the concept of a "Unit Agent" that manages a pool of available resources. To this end, any patient agent with a clinical pathway coordinates with participating Unit Agents in order to design the patient's pathway efficiently. We propose a conceptual architecture for the required multiagent system and discuss the design of an agent-based interaction protocol.

3.1 Agent oriented software engineering with MESSAGE/UML

Here a brief conceptual overview is provided of the benefits and key approaches of MESSAGE/UML from [4] and [1]. MESSAGE (Methodology for Engineering Systems of Software Agents) is an AOSE (Agent-Oriented Software Engineering) methodology which builds upon best practices of current software engineering, covering analysis and design of MAS, and it is appropriate for use in mainstream software engineering departments. It has well defined concepts and a notation that is based on UML whenever appropriate. MESSAGE/UML is an enhancement of the Unified Modelling

Language and applies standard UML diagrams such as activity diagrams or class diagrams and extends them in an appropriate way. MESSAGE proposes an analysis on two principal knowledge levels, with the help of five different views, each with its diagram types. Every view is taking a different angle of perspective (sub-view) of the whole system, to point out different aspects. The views are: (i) organisation view, (ii) goal/task view (iii) agent/role view, (iv) interaction view, (v) domain view.

Further, MESSAGE introduces agent orientated entities, grouped in three categories: first, "Concrete Entities", second, "Activities" and third, "Mental State Entities". In the following we will introduce only the notation of those entities that will be used in this paper. The first three are "Concrete Entities":

- *Organisation*: the organisation belongs to the "Concrete Entities" and is a group of agents that work together on a collective task and can be seen as a virtual entity, meaning that this system does not have an individual computational entity in accordance with an organisation, but its services are provided and purposes are achieved collectively by its constituent agents.
- *Agent:* an agent is an atomic autonomous entity that is capable of performing some useful functions. Software agent and human agent are specialisations of an agent.
- *Resource:* represent non-autonomous entities like databases or external objects, software programs used by agents.
- *Interaction:* an interaction belongs to the "Activity Entities" and expresses the information and message exchange between two or more agents.
- *Information Entity:* belong to the "Mental State Entities" and are information pieces which are possessed by an agent or can be interchanged from one agent to another.
- *Goal:* Goals explain the desire of agents to change to another state. A goal can be elementary or composed and is also a "Mental State Entity"

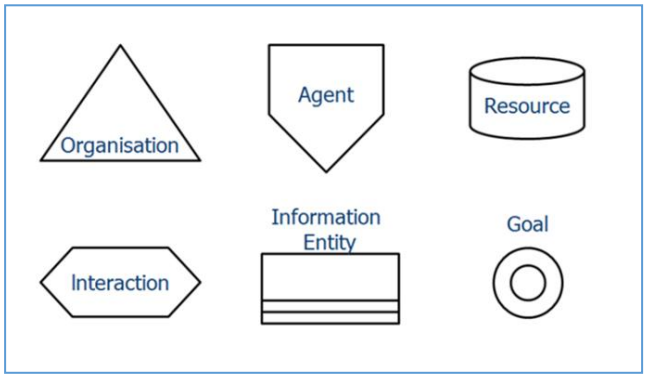


Figure 1 Agent orientated entities of MESSAGE

3.2 Patient Agent

This section addresses the problem of designing a patient agent (P-Agent) representing each patient in the system. Each of these P-Agents is associated with a predefined treatment sequence for the patient's medical path. This path contains the necessary examinations and treatments, furthermore the order and dependencies between the medical tasks. The patient agents can receive its own clinical pathway information into his repository and additional have their personal schedule (see Figure 1). The agent is now able to conclude from the given clinical path sequence which tasks have to be managed and starts to request the hospital MAS to connect to the involved hospital units to reserve necessary appointments.

To be able to calculate and negotiate towards their objective goal, agents should be equipped with their own individual utility function. [17][17] describe the realisation of a utility function for a patient agent as a cost function which is to be minimised. This cost function rises with overtime. In order to reduce costs, P-Agents will schedule their examinations and treatments as soon as possible. Here, the authors argue, a difficulty is, that the treatment of patients in the healthcare domain should not be based on monetary values. This is in contrast to other business domains where the utility (the preferences of the human principals) is economically defined as the willingness to pay and therefore can be implemented in the agent's utility for auction and purchasing negotiations. It seems obvious that in human healthcare, willingness to pay for specific hospital treatment is critical, and preferences should be based upon medical priorities, like the patient's health state. Therefore Paulussen et al. [17] give a concept to include different influencing factors like: (i) cardinal measurement, (ii) health state progress and (iii) years of well being in order to make inter-agent utility comparison possible and give the patient an evaluation criteria.

3.3 Unit Agent: Resource-based approach to hospital resources

The resource-based approach in organization theory is an internal analysis of an organization focusing on strengths, opportunities and weaknesses related to resources. The theory states that the advantage of an organization compared to their competitors is based on the availability of resources. This also applies to the hospital domain as these resources can be tangible or intangible, e.g. special competences and skills.

The resource-based view allows us to better comprehend the effect of particular resources on the success of an organization. In this work, we take a resource-based view to hospital resources and consider the case that specific resources may be managed by some authoritarian entity. Hence, in a hospital, resources can be bound to different units and must be considered as "bundles" of resources. For example, a certain radiological device may currently be free, but no physician or nurse are available to manage this resource. Hence, the two resources physician/nurse and radiological device in a unit must be dealt with as resource bundle instead of individual resources. In other words, certain resources within a unit are correlated and can only be used by a patient as a whole.

As we have already introduced a P-Agent we further develop the idea of using resource agents (R-Agents) as introduced in [1], [17] and [16]. A problem we see in the approach from simply introducing R-Agents is that this does not reflect the hierarchy in a hospital. In the status quo approach the P-Agent negotiates with every single resource (R-Agent) directly requesting for example a free room, or the free radiological device ect. But these objects are on the one hand subordinated to the unit and usually do not have own autonomy. On the other hand they are "bundles of resources" which can only be rendered as a whole service. Also it is questionable if a patient should be able (via P-Agent) to directly book the hospital resources without any further medical professional involved.

Therefore we propose the design of the "Unit Agent" (U-Agent) representing the intra unit structures. The U-Agent is necessary for the management of resources available to the corresponding unit. The function of the U-Agent is twofold: on the one hand, it will work as an intra *coordination agent* that bundles the resources of the whole department or ward, and using this information, it is, on the other hand, capable to contribute to the inter-unit coordination in cooperation with the P-Agent. The P-Agent then coordinates his whole clinical process.

In contrast to the patient agents, the hospital units need to economize their resources, which is directly analogous to allocation and scheduling problems that we find in the industrial domain. In our case the objective function is to minimize idle time over all resources. The cost function contains transfer prices and can charge penalty costs for empty slots in the schedule and undesired appointment times, e.g., overtime hours or evening shift [21]. For the sake of simplicity we propose to implement such a cost function into the unit agent that will negotiate with the patient agent, it is also possible to have the utility based as resource agents that use the U-Agent as a mediator.

3.4 MESSAGE hospital architecture

In the proposed architecture (see Figure 2), the hospital MAS (as a parent organization) is structured with two main roles: the P-Agent (representing a single patient) and the U-Agent (representing a hospital unit). The virtual sub-organisation of unit is composed of one U-Agent and possibly some more sub-organizations called Medical Team and Resource. Resource and Medical Team have their schedule and in this diagram are represented by agents that pass on their information. The U-Agent can of course get the resource information also from non-autonomous programmes, i.e. hospital IS. Nevertheless, the information reaches the U-Agent and its task is to use the unit's resources and schedules economically. On the other side we have the P-Agent that is acquainted with his medical path and might also have his personal time table (also from a non-hospital area).

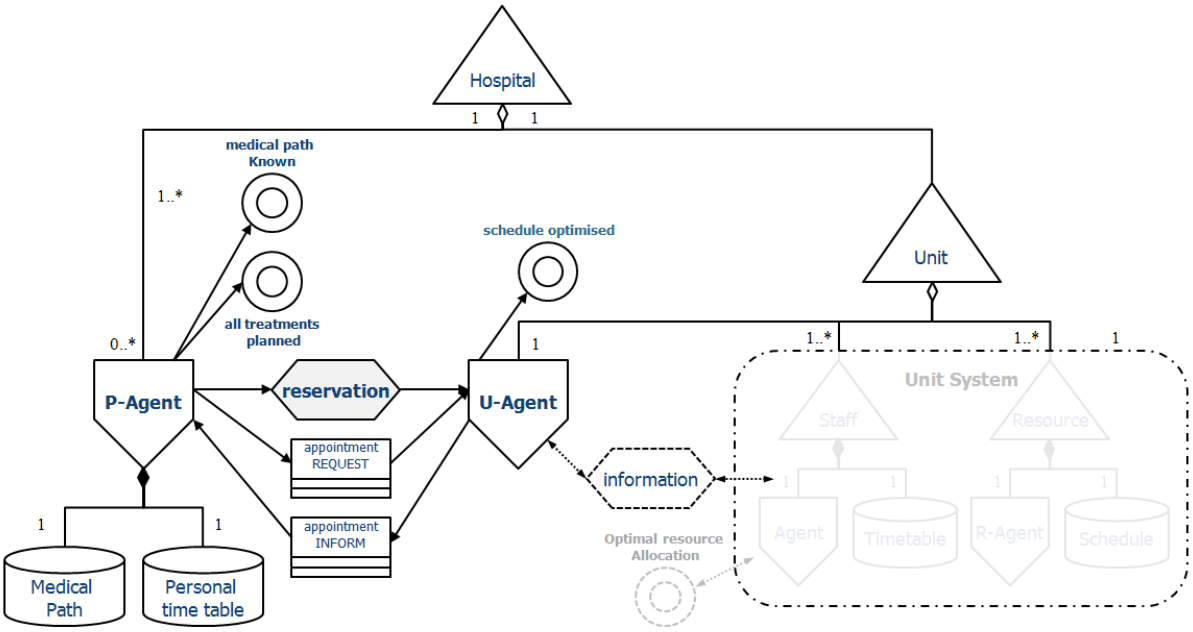


Figure 2: Interaction modelling in MESSAGE

4 Evaluation

We present a scenario-based evaluation [10] that integrates the coordination process of the hospital MAS and its interactions. The scenario explains briefly the patient's initial steps with the P-Agent and then focuses especially on change management and the therefore used interaction protocol.

After the patient arrives at the hospital, the first measure is to connect him to his patient agent. There are different possibilities how the patient receives his P-Agent. The common recommended ways are receiving his personal P-Agent on his own smart device. The second alternative is that the hospital will give him a device for the period of his stay. In the case of an emergency, for the patient to be carrying around a device with him and getting the introduction how to use it, is obviously not possible. Therefore, in this case we propose to use an armband with a RFID chip or similar equipment, which is a progressive technology and comparatively inexpensive (It can easily be attached to the patient in the ambulance or at the emergency admission. The RFID wristband can be receiving information from hospital sensors and is connected to a mobile agent. Hospital devices then can scan and read essential information, for further treatment. By this, medical professionals can find out the location of a patient in critical state and also his planned route. However in order to access more detailed, e.g., sensitive information about the patient, the P-Agent has to be requested, due to policy-based security rules. The system hereby ensures that sensitive information about patients is accessed according to patients' permissions [22].

The scenario to apply change management is: A routine operation is planned. The patient is put on a specific schedule where certain examinations and tests are to be carried out. With the first test results from the pre-examination the examining doctor discovers that the patient has an unexpected health problem and actually needs a different treatment as planned. Already booked appointments have to be cancelled and new ones arranged.

Here the status quo in hospitals is that often work is done in vain because the information arrives too late. Some of new appointments are made via phone calls, other appointments are arranged only then when the patient arrives at the unit. The change management coordination is suboptimal taking a lot of idle time. And often hospital beds have to be rearranged several times because information flow is not updated in time.

Now, with the agent system the idea is that the doctor can just put down the new treatment discourse (CP) in the physician's portal, on a computer or graphical user interface device. This information will be sent to the P-Agent, which then will immediately re-schedule all its tasks requesting other Unit Agents.

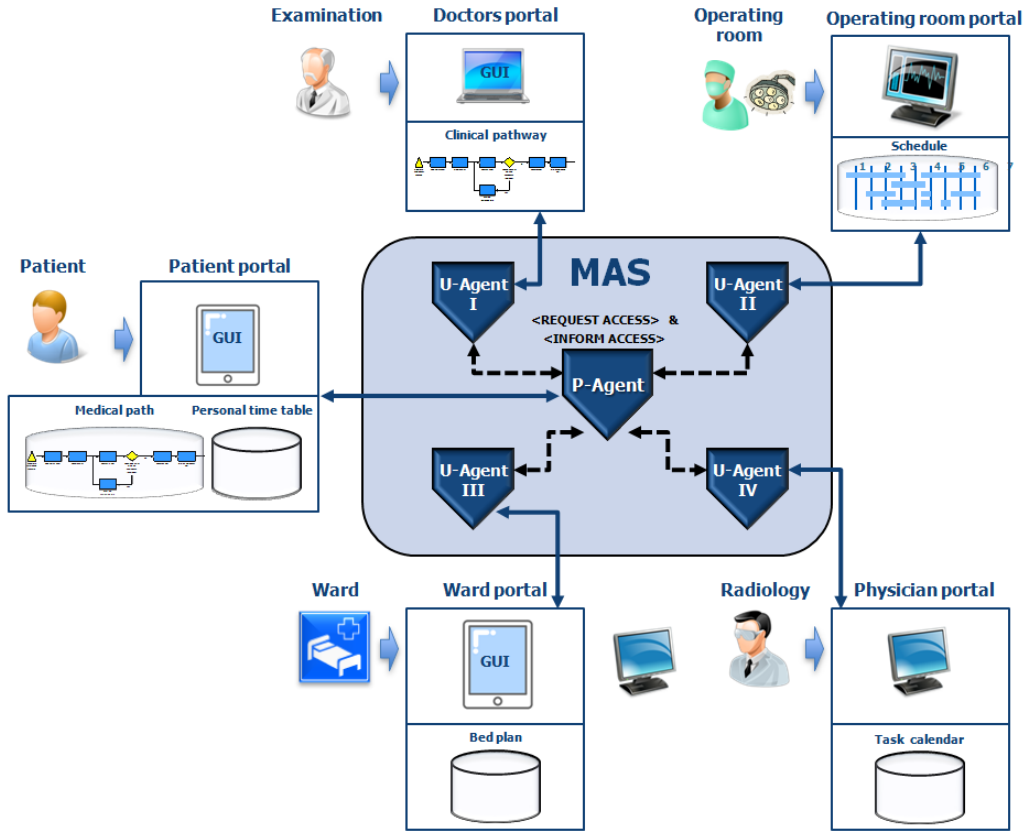


Figure 3: Interaction overview of the multiagent clinical pathway coordination

The extension in our model is the resource based view of the hospital and then bundling them to a unit agent. Figure 3 shows how the patient agent communicates with the various unit agents in the hospital. It receives a clinical pathway after the first examination in Unit 1 and by this coordinates his own medical path with the other units. Without a unit agent the P-Agent would have to communicate with every single resource directly, this would give the P-Agent the need of a much more detailed knowledge of medical processes. In our example the P-Agent can communicate the task: "*need radiology treatment - level 2"* and the relevant U-Agent will organise the resources for the treatment. Also the sequence of the usage of resources, their time duration, and the change rate of tasks have to be considered. A re-order on a direct communication basis with every single resource will raise the probability of more communication interaction, transferring messages for the re-scheduling with every single resource agent. Consider two Units, II (operating room) and Unit IV (radiology), each having 4 resource objects for one CP. Together 8 resources, which technically means, in a direct P-Agent to R-Agents communication there are 8! (factorial) possibilities of the sequence to order them. This yields 40320 possibilities. Using a U-Agent the order possibility is two times 4! which is 2*24 = 48 possibilities for a sequence of the eight objects. But the main benefit of the U Agent is in the preserved autonomy of the respective unit, that the managing person in the unit has an overview over the tasks being booked. This is an example of the flexibility in the MAS architecture, fittingly rebuilding the current organisational structures with the MAS and integrating a *resource based view* with the ability to take *bundles of resources* under consideration.

Figure 4 demonstrates the agent negotiation phase in an interaction protocol diagram. The new plan is sent from the examining doctor in Unit I via the portal through U-Agent I to the P-Agent. The P-Agent reasons the changes to its old schedule and re-plans the order of its appointments. In the next step it

sends out the cancelation for task B and requests the responsible units for the new tasks D* and E*. They confirm their task responsibility. By this, the virtual *agent organisation* changes, the U-Agent that is responsible for task B leaves the virtual organisation and new unit agents responsible for T_D* and T_E* join in. The procedure continues according to in the research designed interactions mechanism. With the MAS these information come virtually in real-time to the Units and responsible task owners.

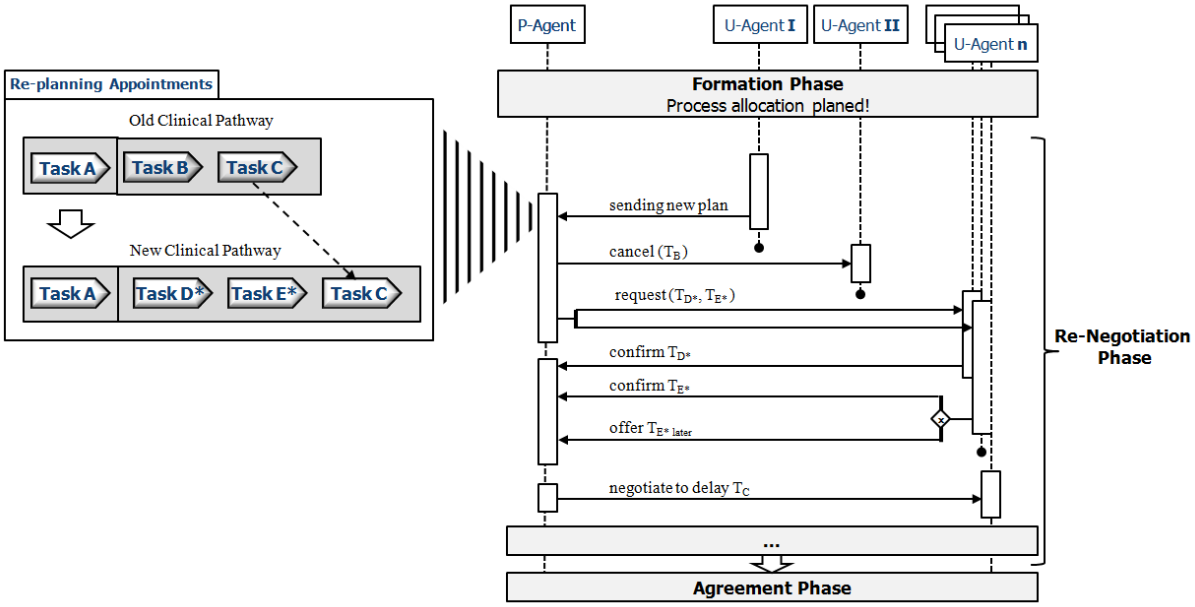


Figure 4: Interaction Mechanism Protocol for Re-Negotiation Phase

The combination of different use cases shows that the presented agent architecture is generic enough to cope with these different scenarios.

5 Conclusion

We have presented architecture for agent-based process coordination among units in the hospital, where the designed MAS CP interaction protocol sequence enables effective communication and coordination among the agents. We propose a patient-centric architecture to model the complete hospital treatment of a patient as an intra-organisational business process from an interaction protocol engineering perspective. We extend the work of [15] by the explicit design of an intelligent agent, the U-Agent, which is used to represent an autonomous hospital unit that manages the various resources of that particular unit, improving technical communication effort by structuring the resources and preserving the unit's autonomy over the own resources. We evaluate the proposed artifact in a scenario-based evaluation to demonstrate the efficacy of the artifact.

The contributions of this research are: (1) a software architecture that extends Odel's approach by introducing an U-Agent that aggregates the coordination responsibility of the all entities in its unit, and (2) an agent-based interaction protocol to coordinate the CP of the patient.

Our described scenario in the evaluation is limited in complexity. In future work, we plan to extend the evaluation to observational (case and field studies) based on real-world data from the hospital domain.

Acknowledgement

This work has been supported by the eHealthMonitor project (http://www.ehealthmonitor.eu) and has been partly funded by the European Commission under contract FP7-287509.

6 Literature

[1] Bartelt, A. et al. (2001). Agent Oriented Specification for Patient-Scheduling Systems in Hospitals. Dagstuhl Article.

[2] Becker, M. and Czap, H. (2006). Artificial Software Agents as Representatives of Their Human Principals in Operating-Room-Team-Forming. In S. Kirn, O. Herzog, P. Lockemann and O. Spaniol, Multiagent Engineering - Theory and Applications in Enterprises, pp. 221- 237. Berlin: Springer.

[3] Burwitz, M.; Schlieter, H. and Esswein, W. (2013). Modeling Clinical Pathways - Design and Application of a Domain-Specific Modeling Language. 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik. Leipzig.

[4] Caire, G. et al. (2001). Agent Oriented Analysis using MESSAGE/UML. In M. J. Wooldridge, G. Weiß and P. Ciancarini, Agent-Oriented Software Engineering, pp. 119-135). Berlin: Springer.

[5] Decker, K. and Li, J. (1998). Coordinated hospital patient scheduling. In Proceedings of the International Conference on Multi Agent Systems, pp. 104-111. IEEE

[6] Eymann, T., Müller, G., & Strasser, M. (2006). Self-Organized Scheduling in Hospitals by Connecting Agents and Mobile Devices. In KIRN, Multiagent Engineering (S. 319-337). Berlin Heidelberg: Springer .

[7] Moreno, A., and Nealon, J. L. (2003). Application of Software Agent Technology in the Health Care Domain. Heidelberg: Springer.

[8] Heine, C. and Kirn, S. (2004). ADAPT@ AGENT. HOSPITAL-Agent Based Support of Clinical Processes. ECIS – Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems. Turku, Finland.

[9] Herlea, D. J. (1999). Specification of Behavioural Requirements within Compositional Multi-Agent System Design. In F. Garijo and M. Boman, Multi-Agent System Engineering, Proc. of the 9th European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World, MAAMAW'99, pp. 8-27. Springer.

[10] Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J. and Ram, S. (2004). Design science in information systems research. MIS quarterly, 28(1), pp. 75-105.

[11] Huget, P., and Koning, L. (2003). Interaction protocol engineering. In Communication in Multiagent Systems (pp. 179-193). Berlin: Springer.

[12] Kirn, S. (2006). Flexibility of Multiagent Systems. In S. Kirn, O. Herzog, P. Lockemann, and O. Spaniol, Multiagent Engineering - Theory and Applications in Enterprises. Berlin: Springer.

[13] Moreno, A., and Nealon, J. L. (2003). Application of Software Agent Technology in the Health Care Domain. Heidelberg: Springer.

[14] Nealon, J., and Moreno, A. (2003). Agent-based applications in health care. In J. Nealon and Moreno, A., Applications of software agent technology in the health care domain (pp. 3-18). Basel: Birkhäuser.

[15] Odel, J.; Van Dyke Parunak, H., and Bauer, B. (2001). Representing Agent Interaction Protocols in UML . In OMG DOCUMENT AD/99-12-01. INTELLICORP INC, pp. 121-140. Springer.

[16] Paulussen, T. O.; Zöller, A.; Rothlauf, F.; Heinzl, A.; Braubach, L.; Pokahr, A. et al. (2006). Agent-based patient scheduling in hospitals. In S. Kirn, O. Herzog, P. Lockemann, and O. Spaniol, Multiagent Engineering - Theory and Applications in Enterprises, pp. 255-275. Berlin: Springer.

[17] Paulussen, T.; Jennings, N. R.; Decker, K. S. and Heinzl, A. (2003). Distributed Patient Scheduling in Hospitals. Proceedings of the Eighteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-03). Morgan Kaufmann.

[18] Reichert, M. (2000). Prozessmanagement im Krankenhaus: Nutzen, Anforderungen und Visionen. In Das Krankenhaus, 92(11), pp. 903-909.

[19] Vermeulen, I.; Bohte, S.; Somefun, K. and La Poutré, H. (2007). Multi-agent Pareto appointment exchanging in hospital patient scheduling. London: Springer.

[20] Weiss, G. (2000). Multiagent systems: A Modern Aproach to Distributed Artifical Intelligence. Cambridge, Massachusetts,: MIT Press.

[21] Wellman, M. P.; Walsh, W. E.; Wurman, P. R. and MacKie-Mason, J. K. (2001). Auction protocols for decentralized scheduling. In Games and Economic Behavior, 35(1), pp. 271-303. Elsevier

[22] Widmer, T.; Premm, M.; Schuele, M.; Murray, J. and Karaenke, P. (2013). Distributed knowledge sharing for patient guidance ehealth services. ECIS – 21st European Conference on Information Systems. Utrecht, Netherlands.

[23] Wooldridge, M., and Jennings, N. (1995,). Intelligent agents: theory and practice. In Knowledge Eng. Rev, Vol 10(2), pp. 115-152.

Teilkonferenz: E-Learning und Lern-Service-Engineering

E-Learning ist einerseits an vielen Bildungseinrichtungen gelebte Normalität, andererseits kommt es kontinuierlich zu Innovationen. Diese Entwicklungen erfordern die systematische Reflektion im Hinblick auf sowohl didaktisch wie auch technisch und ökonomisch überzeugende Bildungsangebote (E-Learning und Blended Learning) sowie diesbezügliche Leistungserstellungs-, Moderations- und Evaluationsprozesse.

Immer noch werden hierbei die Erfahrungen anderer Branchen bei der systematischen Entwicklung, Erstellung und Vermarktung von Dienstleistungen im E-Learning-Kontext („Lern-Service-Engineering“) nur vereinzelt berücksichtigt. Daher ist neben der Erarbeitung und Reflektion spezifischer E-Learning-Konzepte insbesondere auch die Übertragung, Adaption und Integration von Konzepten und Ansätzen aus der Wirtschaftsinformatik und dem Dienstleistungsmanagement ein wichtiger Aspekt des Tracks. Von den insgesamt 15 Einreichungen wurden im Rahmen des doppelt-blinden Begutachtungsprozesses durch ausgewiesene Themenexpertinnen und -experten insgesamt 7 Beiträge positiv evaluiert und zur Annahme vorgeschlagen (Annahmequote = 46,67%).

Die angenommen Beiträge berühren die drei zentralen Säulen des E-Learning: Technik, Didaktik und Wirtschaftlichkeit. Den Autorinnen und Autoren wurde frei gestellt, die angenommenen Beiträge nachfolgend vollständig oder – bei weiteren Verwertungsabsichten – nur als Abstract zu veröffentlichen. Bei der Dokumentation des Tracks sowie der Pfadgestaltung einer sukzessiven Themenentwicklung und -behandlung wird darüber hinaus der bei der MKWI 2012 eingeschlagene Weg einer multimedialen Dokumentation fortgesetzt. Dazu werden die Präsentationen bei Einverständnis der Autorinnen und Autoren per Video aufgezeichnet, so dass gemeinsam mit den Beiträgen zum Tagungsband zusätzlich eine webbasierte Dokumentation des Tracks realisiert werden kann (http://www.lernwelt.rub.de).

Dezember 2013

Martin Gersch, Michael H. Breitner, Roland Gabriel, Ulrike Lucke, Eric Schoop, Peter Weber

(Teilkonferenzleitung)

Utilising Learning Methods in Electronic Negotiation Training

Philipp Melzer

University of Hohenheim, Institute for Interorganisational Management & Performance, 70593 Stuttgart, philipp.melzer@wi1.uni-hohenheim.de

Mareike Schoop

University of Hohenheim, Institute for Interorganisational Management & Performance, 70593 Stuttgart, schoop@uni-hohenheim.de

Abstract

E-learning provides approved methods and concepts to fulfil the demand for electronic negotiation training among practitioners as well as researchers. In an integrative literature review, a categorisation of e-learning methods and e-negotiation training characteristics is developed to provide an initial reference which e-learning methods can be utilised in developing e-negotiation trainings. Especially constructive, situated and collaborative methods show exceptional advantages in this domain. Also the need for future research on these topics is addressed by providing a research agenda.

1 The Need for Electronic Negotiation Training

The ability to negotiate is one of the most important skills of decision makers as negotiating within or between companies is the number one task at work consuming 20 per cent of the time [33]. Not by accident some of the best-selling books about negotiations are focusing on teaching managers and decision makers how to negotiate (cf. [12], [34]). Ever since practitioners and researchers have tried to learn and teach negotiation skills based on psychology, sociology, decision and communication theory, it became clear that a simple transfer of knowledge is not enough to master a practical task such as negotiation.

Then Electronic Negotiation Systems (ENS) and the subcategory of Negotiation Support Systems (NSS) were developed (cf. [20], [37]) to lessen individual weaknesses of negotiators in decision making and communication and improve negotiation outcomes while reducing transaction costs. In spite of this promising goal recent negotiation research showed several problems: The negotiation dilemma, which sees negotiation efficiency and effectiveness as conflicting objectives, cannot be overcome easily [38]. Also the low acceptance rate of post-settlement improvements proposed to the negotiators in NSS is discussed critically [15]. These findings show that negotiation cannot be reduced to be solved automatically. In fact human aspects of adapting to the negotiation partner and creatively constructing new value are key factors for successful negotiations. Individuals also aim to achieve different objectives reaching from substantial and relational objectives to study and practice objectives also trading off these objectives against each other [23]. Hence, negotiators need to understand what they are doing and have control over the NSS, both together leading to successful negotiations. Maybe these are some of the reasons that practitioners scarcely prefer NSS with all their sophisticated support methods over less supportive tools such as Email [36].

Researchers begin to recognise that on the one hand, support methods and underlying concepts of NSS need to become more intuitive and context-dependent, on the other hand users need to be trained properly to be aware of the functionalities provided and use them correctly to achieve their objectives [4]. Both avenues require Behavioural Decision Support in NSS [14] to take individual characteristics, like business context of the negotiators or negotiation experience into account. Focusing on the more general ENS for the rest of this paper an integrated ENS that incorporates the user directly into its support functionalities through negotiation training is proposed.

It is our goal to keep the benefits of ENS like location-independence, asynchronous communication and numerous support functionalities by training the users how to use these systems effectively. In face-to-face negotiations experience is key to successful outcomes [18], but in electronic negotiations expertise (i.e. to understand the functionalities and concepts behind ENS) is another very important factor. Therefore, our overall research question is how to implement an e-learning environment that facilitates negotiators to learn how to negotiate with an ENS and gather experience as well as expertise. A first step is to investigate which e-learning paradigms and methods can be mapped to the specific requirements of e-negotiation training in order to choose the most suitable one(s). Using this knowledge, a firm didactic concept can be developed which is often omitted in e-learning environments despite its importance [9]. Therefore a categorisation of relevant e-learning methods according to their characteristics concerning e-negotiation training will be developed to finally derive implications which method can be implemented for which application.

2 Methodology

This paper follows the guidelines for integrative literature reviews by Torraco [43]. Since literature on the synthesis of e-learning and e-negotiation is scarce an integrative review of both topics seems to be promising to combine their findings for the emerging field of e-negotiation training. Consequently, these findings are applied on the categorisation of e-learning methods to form a basis for future research. Based on the publication rankings by WKWI [17] and VHB JourQual 2.1 [39] all peer reviewed journal publications since 2007 that are rated A to B respectively A+ to B and provide articles on e-learning, learning sciences and negotiations research were included into our review using the keywords "learning", "training" and "negotiation". Additionally some journals that did not occur in these rankings because of their computer science focus or their worse ranking but with a decisive connection to the two topics were also included. However, the topic of artificial intelligence was explicitly excluded because of this projects focus on human negotiations. Then the relevant articles were evaluated and a forward as well as backward search has been performed. Section 8 shows all journals included in the review that contain relevant articles. Journals are ordered by relevance from "A" (more than 3 relevant articles) to "B" (1 to 3 relevant articles). Journals that do not contain relevant articles or were not accessible are not shown due to page restrictions, however, you may obtain the complete list from the authors. The integrative literature review started in the learning sciences with literature describing learning paradigms, methods and their relations as well as research methods used (cf. section 3). In the field of negotiation science literature on negotiation training and individual as well as social aspects of learning to negotiate were examined (cf. section 4). Then the review focused on the applications of these two concepts (cf. section 5).

3 Learning Paradigms and Methods

In this section, common learning paradigms and corresponding methods used in e-learning are explained based on the literature review conducted. Then a taxonomy of these methods is derived to visualise commonalities and differences. Firstly, instructive paradigms and methods are described (cf. chapters 3.1 & 3.2) where a teacher, either human or software agent, is responsible for the education of students. Then constructive paradigms and methods follow (cf. chapters 3.3 & 3.4), which focus on the students learning as individuals or in groups to construct new knowledge themselves whilst a teacher assists this process.

3.1 Behaviourism

Behaviourism [40] as a learning paradigm sees the human mind as a black-box. There are certain stimuli (e.g. learning inputs, questions) that may generate responses (e.g. understanding, learning success). An instructor has several variables to influence future behaviour especially rewards or penalties for right or wrong answers.

Programmed Instruction [40],[22] arranges learning topics into small units with concluding questionnaires. The students' answers determine which unit follows next trying to adjust learning experience to individual knowledge. It has been implemented by human teachers as well as in e-learning environments. Many e-learning systems still rely on this method. However, the issue has been raised whether this method leads to a deep understanding since using such a system is very monotonous and does not foster motivation [22]. Cybernetic Pedagogy, as a variation of Programmed Instruction, focuses on the way and frequency of information presentation before a stimulus occurs [13].

3.2 Cognitive Approach

The paradigm of the Cognitive Approach [22] explicitly includes internal learning processes of the human mind. Exchange of information between teachers and students and processing of this information are stressed here.

Case-Based Reasoning [35],[26] emphasizes learning by working with case studies in an electronic or non-electronic way. Thereby students have the possibility to get informed on a specific topic, acquire knowledge about it and apply as well as generalise this knowledge while dealing with exercises. Students are admonished to look for information about the case study themselves receiving rudimentary assistance by teachers. There are several connections to other learning methods as Kolodner [26] advises to provide students with professional feedback by experts as well as to foster discussion and group work.

Cognitive Tutors formerly called Intelligent Tutoring Systems [1],[24] have been developed to instruct students on a specific topic and adapt to the students individual level of knowledge. In the 1980s Anderson et al. [1] added the notion of the Cognitive Approach. These systems use complex algorithms to produce a model of ideal learning within a specific domain and trace the students' path to it. But the effort to develop and maintain these knowledge bases is not comparable to the learning outcomes of such systems. Until today Cognitive Tutors are developed with more and more sophisticated results. However, it still remains difficult to classify human errors correctly.

3.3 Constructionism & Situated Learning

The paradigm of Constructionism [16],[21] is rooted in Constructivism and shares its notion of students building new knowledge structures for themselves. It further emphasizes the aspect of group-oriented learning where the acquisition of knowledge is connected to other entities like teachers or fellow students. Situated Learning [29],[22], as a related paradigm, pursues the constructionist idea even further. It negates the assumption of the cognitive approach that knowledge is saved in an individual and can be read and transferred into arbitrary situations. In fact, new knowledge is constructed in every situation. Situated Learning only works in the context of application of the respective knowledge. Students adapt efficient techniques from experts or practitioners in a social process.

The method of Authentic Learning [19],[10] focuses on the practical solution of problems. Students should execute exactly the same tasks as domain experts (i.e.: authentic tasks) while reflecting on these tasks to understand the underlying rationales. Main task for teachers or designers of learning environments is to help the students.

3.4 Collaborative Learning

The paradigm of Collaborative Learning [8],[41] is rooted in its predecessors Constructionism and Situated Learning. It emphasizes the aspect of students learning together as a group. It is not necessarily only an e-learning method, but it is still an open question how to implement collaborative e-learning environments [9].

Cognitive Apprenticeship [6],[5] is an e-learning method that especially stresses learning from experts. It emphasizes the social aspects of interaction between students and experts. This method does not only focus on the dyadic teacher-student relationship but more on the collaborative nature of such relationships in a working environment, where colleagues may learn from each other and a group-

learning experience develops. In a broader sense, learning in communities of practice [44] has its foundations in this method.

To increase student motivation and foster deeper understanding, Project-Based Learning [3],[22] was developed from the theories of Constructionism, Situated Learning, and Collaborative Learning. Students solve problems not in the typical isolated and theoretical way but just like practitioners would do in a holistic perspective. This requires a sufficient level of self-organisation. There are five key characteristics of Project-Based Learning [28]: (1) Students start with a key question that formulates a problem; (2) They explore this question and hereby learn about the underlying concepts; (3) Students, teachers, and others find solutions for the problem in a collaborative way; (4) Students are scaffolded (i.e. they are supported to solve previously unknown problems that might exceed their current abilities) by peers, teachers, experts or the e-learning environment; (5) Students produce several artefacts as possible solutions that are subject to examination and evaluation.

Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) [7],[41] combines the ideas of supporting collaborative learners by means of computers especially the web. The main goal of CSCL is to create and analyse artefacts, activities and environments that enhance the practices of group meaning making based on Constructionism, Situated Learning and Social Practice Theory [29]. It is an interdisciplinary topic including face-to-face collaborative learning as well as computer-mediated learning.

The explanations above lead us to the taxonomy of learning paradigms and methods as shown in figure 1, where paradigms are used to structure the methods depicted as leaves. Of course this structuring is not distinct since some methods may adhere to more than one paradigm and even paradigms may overlap.

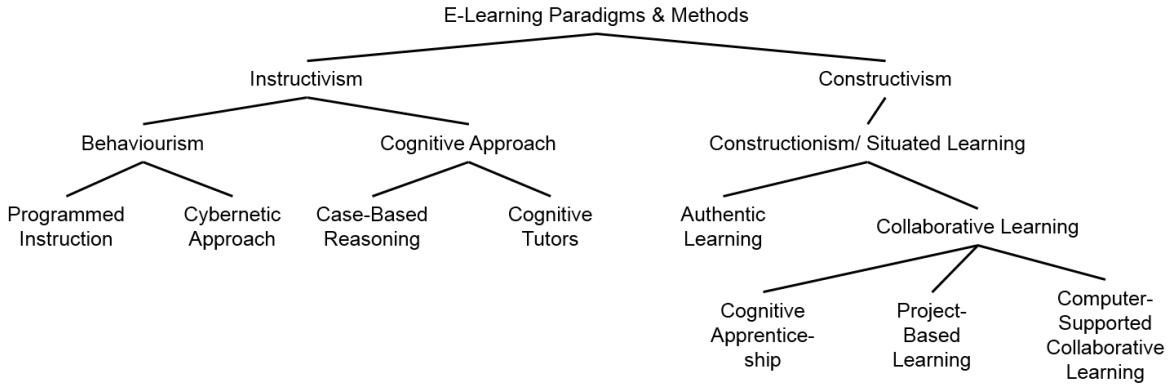


Figure 1: Taxonomy of e-learning paradigms and methods

4 Electronic Negotiations and Findings on Negotiation Training

In the following section, our understanding of (electronic) negotiations is briefly defined. After that, the state-of-the-art of negotiation training is presented. From these findings properties that facilitate a generalizable categorisation of the previously defined taxonomy of e-learning methods are derived.

4.1 Electronic Negotiation Foundations

Following the definition of Bichler et al. [2, p.316], negotiation is defined as “an iterative communication and decision making process between two or more agents (parties or their representatives) who (1) Cannot achieve their objectives through unilateral actions; (2) Exchange

information comprising offers, counter-offers and arguments; (3) Deal with interdependent tasks; and (4) Search for a consensus which is a compromise decision".

ENS implement support of decision making and communication processes in various forms (cf. [20], [37]). Such negotiations are called electronic negotiations if they are "restricted by at least one rule that affects the decision-making or communication process, if this rule is enforced by the electronic medium supporting the negotiation, and if this support covers the execution of at least one decision-making or communication task" [42, p.8].

4.2 General Characteristics of Negotiation Training

In order to facilitate the choice and utilisation of an e-learning method, properties of negotiation training need to be specified. Therefore, generalizable as well as weighable characteristics of negotiation training need to be deduced from the literature as independent measures. Although there are no e-learning offerings for negotiations until now, there is a considerable amount of literature on face-to-face negotiation learning and teaching.

Firstly, the question which learning methods have been successfully used in negotiation training will be answered. Loewenstein and Thompson [31] propose a taxonomy of negotiation training methods that is fairly congruent to the literature on negotiation training. A brief description of these methods is provided in table 1 and consequently related to the taxonomy in figure 1.

	Principle Learning	Analogy Learning	Observational Learning	Learning via Feedback	Trial-and-Error Learning
Description	Learn negotiation principles by instruction. Explicitly use examples for explication.	Instructional teaching of case studies on negotiations. Reflection facilitated by teacher.	Learners watch example negotiations performed by experts to imitate and reflect on their behaviour.	Learning to negotiate by participating in negotiation simulations and gather feedback.	Self-guided exploration of the topic by information gathering and negotiation simulations.
Related e-learning method	Programmed Instruction	Case-Based Reasoning	Cognitive Apprenticeship	Authentic Learning	Project-based Learning

Table 1: Taxonomy of Negotiation Training Methods (adapted from [30, p.91])

It is remarkable that every method explicitly connects theory to practical tasks which emphasizes the importance of practice in negotiation training. Therefore we agree with Lewickis [30] statement that negotiation is not an abstract topic but *combines theories and skills* which therefore is our first characteristic of negotiation training.

To further improve negotiation training negotiation experts and practitioners are frequently included. The use of experts should enable the transfer of experience and expertise from expert to novice negotiators, which are quite difficult to achieve, otherwise [31], [18]. Therefore the *integration of experts into the negotiation training* is our second characteristic.

E-learning methods have rarely been used for negotiation training until now. An exception is an early study by Eliashberg et al. [11] showing computer-based training (CBT) of negotiations to be as

effective as a negotiation course but less time consuming. In general it is not difficult to bring negotiation theories into an e-learning environment. But the combination of these theories with the practical exercises, integration of experts and collaboration between students is a much more challenging task. Hence, *the ease of integration of a specific method into an e-learning environment* is our third characteristic.

The next question is on the contents of such negotiation training. In particular, it needs to be analysed how face-to-face negotiation training differs from e-negotiation training. From the definitions above follows that negotiation students have to learn conventional negotiation skills as well as specific e-negotiation skills. Conventional negotiation skills include parts of the underlying theories such as conflict theory and game theory, distributive bargaining strategies (claiming value), integrative negotiation strategies (creating value), negotiation tactics and impasse solutions [30], [31]. Specific e-negotiation skills that have to be taught typically start with the differences between face-to-face negotiations and e-negotiations and then focus on e-negotiation aspects, e.g. discussions on verbal vs. non-verbal communication, different communication media used in ENS, and the usage of the ENS itself [27]. Therefore, learning methods used in e-negotiation training need to be able to *transfer conventional negotiation knowledge* as well as *specific e-negotiation knowledge* which will together be our fourth characteristic.

Some general findings on negotiation training will conclude this description of the state-of-the-art.

Regardless of face-to-face or e-negotiations, students become heavily involved and motivated in a negotiation class [30], [27]. Therefore the *involvement generated by the e-learning method* is our fifth general characteristic.

Also researchers request to evaluate and improve skill acquisition in their learning environments through tests or practical tasks [30]. Köszegi & Kersten [27] argue that written negotiation journals are a valid means of measurement in e-negotiations. Negotiation simulations also provide data for evaluation purposes. Therefore *measurement and evaluation of skill acquisition* is our sixth characteristic.

5 Application of Training Characteristics on E-Learning Methods

The following section applies the previously defined characteristics from chapter 4 to the e-learning methods presented in chapter 3. At first each characteristic is applied to the respective e-learning method. Then table 2 gives an overview over the categorisation using quantitative measures.

5.1 Programmed Instruction & Cybernetic Pedagogy

Programmed Instruction (PI) and Cybernetic Pedagogy (CP) follow the learning model of Behaviourism. It is therefore questionable whether this model is able to implement the complex task of e-negotiation and include practical tasks at the same time. An integration of experts is also only indirectly possible through videos or simple case studies. Although the technical implementation of such an e-learning environment is rather easy, its capabilities are restricted because the knowledge transfer usually omits practical skills. Student involvement can be expected to be lower because of penalties used and often reported monotonicity of behaviouristic methods [22]. Although an objective measurement on the basis of questionnaires is possible, subjective measures such as journals lack validity due to the scarce practical tasks to elaborate on.

5.2 Case-Based Reasoning

Case-Based Reasoning (CBR) only provides the possibility to integrate practical tasks into an e-learning environment indirectly by means of case studies. Kolodner [26] proposes a-posteriori feedback by experts to integrate expert knowledge into CBR. Similar to the behaviouristic methods, CBR is also rather easy to implement. Although students explore a topic in a self-guided way, CBR still lacks a transfer of practical negotiation skills. Student involvement ought to be better because of the applied way of learning. However, it strongly depends on the quality of the case study used. Evaluation is only possible by subjective measures such as journals.

5.3 Cognitive Tutors

Similar to CBR, Cognitive Tutors (CT) only provide indirect integration of practical tasks for example through case studies. Expert knowledge can only be integrated as feedback or as case studies. Both, however, is not explicitly stressed by this method. Integration into an e-learning environment is rather complex from a software engineering and didactic point of view. It is questionable whether a complex task such as negotiation and the students' learning paths can be traced compared to the currently used algebra tutors [24]. The knowledge transfer is restricted to theoretical skills unless designers integrate Cognitive Tutors directly with ENS, which introduces further complexity. Student involvement should be rather good because of the practical topic but strongly depends on the quality of the implemented AI. Similar to the behaviouristic methods evaluation is rather easy because this kind of system is able to collect user data as well as the individual learning path to evaluate knowledge acquisition in objective as well as subjective measures.

5.4 Authentic Learning & Cognitive Apprenticeship

Authentic Learning (AL) and especially Cognitive Apprenticeship (CA) provide the best integration of practical tasks and experts of all e-learning methods evaluated. They explicitly stress the integration of students into practice environments, thus directly learning from experts. Therefore, the best student involvement is possible. On the other hand, integration into an e-learning environment is very difficult because of the necessary collaboration techniques. Similar to Project-Based Learning, the focus lies on practical knowledge, which can be transferred through e-negotiation simulations. In addition to subjective evaluation, objective data from simulations can be used to measure and improve the trainings.

5.5 Project-Based Learning

Project-Based Learning (PBL) sets its emphasis more on the integration of practical tasks and experts in such an e-learning environment. However, this method is rather complex to implement due to the required collaboration techniques and situated environments which can only be achieved by integrating ENS functionality to conduct e-negotiation simulations. The knowledge transfer focuses on practical skills, but students have to derive underlying theories themselves, which could be difficult for novice learners. Motivation is typically not a problem in such a situated learning environment. Subject of evaluation can be the outcomes of negotiation simulations or subjective measures.

5.6 Computer-Supported Collaborative Learning

Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL) provides mediocre possibilities to integrate practical tasks as well as experts for example in bulletin boards discussions or Q&A sessions. Its implementation is also rather complex since collaboration systems need to be combined with ENS and

e-learning environments which produces media disruptions that may inhibit learning processes. Hence, CSCL, as the only method evaluated, provides students equally with theoretical as well as practical negotiation knowledge. Also, student involvement should be rather high, if media disruptions can be held on an acceptable level. Evaluation possibilities are equal to Authentic and Project-Based Learning.

5.7 Summary

Table 2 provides an overview over the previous explanations and quantifies the suitability of each e-learning method to the e-negotiation characteristic using a 5-point Likert scale with values from -2 (absolutely unsuitable) to 2 (absolutely suitable) according to the explanations above. This enables an easy comparison of the evaluated methods. Assuming that all evaluated characteristics are equally important, the categorisation indicates how well a specific method suits a specific characteristic or e-negotiation training in general. While Programmed Instruction for example seems to be rather unfavourable, Project-Based Learning, Authentic Learning, Cognitive Apprenticeship and especially CSCL promise best results regarding fulfilment of the negotiation training characteristics evaluated.

When designing a specific e-learning environment, this categorisation has to be customized by assigning weights to each characteristic according to its importance.

Methods/ Characteristics	Integration of practice	Integration of experts	Integration of e-learning technologies	Transfer of (electronic) negotiation skills	Student involvement	Evaluation & Measurement	Sum
PI/ CP	-2	-2	2	-1	-2	1	-4
CBR	0	0	2	0	1	0	3
CT	0	-1	-1	0	1	2	1
AL/ CA	2	2	-2	1	2	1	6
PBL	2	1	-1	1	2	1	6
CSCL	1	1	1	2	1	1	7

Table 2: Categorisation of e-learning methods and negotiation training characteristics

6 Discussion and Outlook

This integrative literature review only leads to an initial categorisation of e-learning methods for e-negotiation training because there was only one coder evaluating publications and articles. Also the literature based evaluation of fit between methods and characteristics in chapter 5 could be improved by conducting a survey among experts using methods like the Analytical Hierarchy Process or Conjoint Analysis. The application has to be tested and improved through application in the design of future e-learning environments. Moreover, there are not only the pure e-learning methods evaluated. In practice there are often hybrid methods that may lead to different results. One hybrid method is Experiential Learning [25],[30], which is a mixture of CBR and Project-Based Learning. Both methods promise good suitability, but that does not necessarily hold true for Experiential Learning. Therefore, hybrid methods have to be evaluated in the future.

While E-learning has been applied to many disciplines it is currently out of the focus of literature on negotiation training in spite of its roots in management education. Literature on negotiation training often directly deduces learning methods from negotiation requirements letting learning paradigms and methods aside. A research agenda on the integration of e-learning and e-negotiation, also requested by

Coleman & Lim [4], seems necessary to meet the importance of these topics. Such an agenda needs to address at least the following topics:

- Research and practice should strengthen the body of knowledge to enable designers of e-learning environments to efficiently evaluate and eventually choose the most suitable learning methods for application.
- Research and practice also need to develop new didactic concepts or apply concepts from face-to-face negotiation training that implement e-learning methods in the domain of e-negotiations as reference points for future designers.
- Research and practice should use e-negotiation training to meet the need for negotiation skills in practice and improve efficacy and acceptance of ENS usage.
- Research and practice need to integrate e-learning environments and e-negotiation systems to combine their advantages. Specific e-negotiation training software [32] can be used for interactive learning. Therefore, models need to be developed of how such integration can be achieved.

This paper presents a first step into this direction by categorising e-learning methods after their suitability for e-negotiation training characteristics. According to the integrative literature review performed on e-learning and e-negotiation training the most suitable methods evaluated are the methods of Project-Based Learning and especially Computer-Supported-Collaborative Learning (cf. table 2). But all methods have advantages and disadvantages, explained in chapter 5, and designers of e-negotiation trainings have to weigh them up according to their requirements. Future research on this topic has to clarify how a concrete didactic concept using these methods in the development of e-negotiation trainings can look like and empirically evaluate this concept.

7 Literature

[1] Anderson, JR; Boyle, CF; Reiser, BJ (1985): Intelligent Tutoring Systems. Science 228(4698):456–462.

[2] Bichler, M; Kersten, G; Strecker, S (2003): Towards a Structured Design of Electronic Negotiations. Group Decision and Negotiation 12(4):311–335.

[3] Blumenfeld, PC; Soloway, E; Marx, RW; Krajcik, JS; Guzdial, M; Palincsar, A (1991): Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. Educational Psychologist 26(3-4):369–398.

[4] Coleman, PT; Lim, YY (2001): A Systematic Approach to Evaluating the Effects of Collaborative Negotiation Training on Individuals and Groups. Negotiation Journal 17(4):363–392.

[5] Collins, A (2006): Cognitive Apprenticeship. In: Sawyer, RK (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[6] Collins, A; Brown, JS; Newman, SE (1987): Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics. Technical Report no. 403, Center for the Study of Reading, Cambridge, MA.

[7] Crook, C (1994): Computers and the collaborative experience of learning. Routledge, London.

[8] Dillenbourg, P (1999): Collaborative learning. Cognitive and computational approaches. Pergamon, Amsterdam.

[9] Drummer, J; Hambach, S; Kienle, A; Lucke, U; Martens, A; Müller, W (2011): Forschungsherausforderungen des E-Learning. In: Rohland, H (Ed.), *DeLFI 2011. Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V.*. Dresden.

[10] Edelson, DC; Reiser, BJ (2006): Making Authentic Practices Accessible to Learners. In: Sawyer, RK (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[11] Eliashberg, J; Gauvin, S; Lilien, GL.; Rangaswamy, A (1992): An experimental study of alternative preparation aids for international negotiations. Group Decision and Negotiation 1(3):243–267.

[12] Fisher, R; Ury, W; Patton, B (1991): Getting to yes. Negotiating agreement without giving in. 2nd Edition. Houghton Mifflin, Boston.

[13] Frank, HG; Meder, BS (1971): Einführung in die kybernetische Pädagogik. Dt. Taschenbuch-Verlag, München.

[14] Gettinger, J; Dannenmann, A; Druckman, D; Filzmoser, M; Mitterhofer, R; Reiser, A; Schoop, M; Vetschera, R; Wijst, P; Koeszegi, ST (2012): Impact of and Interaction between Behavioral and Economic Decision Support in Electronic Negotiations. In: Hernández, JE; Zarate, P; Dargam, F; Delibasic, B; Liu, S (Ed.): *Decision support systems - Collaborative models and approaches in real environments.* Springer, Berlin.

[15] Gettinger, J; Filzmoser, M; Wachowicz, T; Wu, S (2010): Do they agree once more? An analysis of factors that influence agreement in the post-settlement phase. In: de Vreede, GJ (Ed.), *Proceedings of the 11th Conference on Group Decision and Negotiation.* Delft.

[16] Harel, I; Papert, S (1993): Constructionism. Research reports and essays, 1985-1990. 2. Edition. Ablex, Norwood.

[17] Heinzl, A; Schoder, D; Frank, U (2008): WI-Orientierungslisten. Wirtschaftsinformatik 50(2):155–163.

[18] Herbst, U; Schwarz, S (2011): How Valid Is Negotiation Research Based on Student Sample Groups? New Insights into a Long-Standing Controversy. Negotiation Journal 27(2):147–170.

[19] Honebein, PC; Duffy, TM; Fishman, BJ (1993): Constructivism and the Design of Learning Environments: Context and Authentic Activities for Learning. Designing Environments for Constructive Learning 105(1):87–108.

[20] Jelassi, MT; Foroughi, A (1989): Negotiation support systems: An overview of design issues and existing software. Decision Support Systems 5(2):167–181.

[21] Kafai, YB. (2006): Constructionism. In: Sawyer, RK (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[22] Kerres, M (2001): Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung. 2nd Edition. Oldenbourg, München.

[23] Kersten, GE; Gimon, D; Wu, S (2013): Sellers' Objectives in E-Procurement Auction and Negotiation Experiments. In: *Proceedings of the 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Wailea.

[24] Koedinger, K; Corbett, A (2006): Cognitive Tutors: Technology Bringing Learning Sciences to the Classroom. In: Sawyer, RK (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[25] Kolb, DA (1984): Experiential learning. Experience as a source of learning and development. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

[26] Kolodner, JL. (2006): Case-Based Reasoning. In: Sawyer, RK (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[27] Köszegi, ST; Kersten, G (2003): On-line/Off-line: Joint Negotiation Teaching in Montreal and Vienna. Group Decision and Negotiation 12(4):337–345.

[28] Krajcik, JS; Blumenfeld, PC. (2006): Project-Based Learning. In: Sawyer, RK (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[29] Lave, J; Wenger, E (1991): Situated learning. Legitimate peripheral participation. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[30] Lewicki, R (1997): Teaching Negotiation and Dispute Resolution in Colleges of Business: The State of the Practice. Negotiation Journal 13(3):253–269.

[31] Loewenstein, J; Thompson, LL. (2006): Learning to Negotiate: Novice and Experienced Negotiators. In: Thompson, LL (Ed.): Negotiation theory and research. Psychology Press, New York.

[32] Melzer, P; Reiser, A; Schoop, M (2012): Learning to negotiate - The Tactical Negotiation Trainer. In: Mattfeld, DC; Robra-Bissantz, S (Eds.), *Tagungsband der MKWI 2012*. Braunschweig.

[33] Mestdagh, S; Buelens, M. (2003): Thinking back on where we're going: A methodological assessment of five decades of research in negotiation behaviour. Vlerick Leuven Gent Working Paper Series, No. 2003/21. http://public.vlerick.com/Publications/0e5a8e99-69a9-e011-8a89-005056a635ed.pdf. Last accessed 08/14/2013.

[34] Raiffa, H (1982): The art and science of negotiation. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.

[35] Schank, RC; Abelson, RP (1977): Scripts, plans, goals, and understanding. An inquiry into human knowledge structures. L. Erlbaum Associates, Hillsdale.

[36] Schoop, M; Köhne, F; Staskiewicz, D; Voeth, M; Herbst, U (2008): The antecedents of renegotiations in practice—an exploratory analysis. Group Decision and Negotiation 17(2):127–139.

[37] Schoop, M (2010): Support of Complex Electronic Negotiations. In: Kilgour, DM; Eden, C (Eds.), *Handbook of Group Decision and Negotiation*. Springer Netherlands, Dordrecht.

[38] Schoop, M; Amelsvoort, M; Gettinger, J; Koerner, M; Koeszegi, ST; Wijst, P (2013): The Interplay of Communication and Decisions in Electronic Negotiations: Communicative Decisions

or Decisive Communication? Group Decision and Negotiation (online first). http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10726-013-9357-3. Last accessed 09/11/2013.

[39] Schrader, U; Hennig-Thurau, T (2009): VHB-JOURQUAL2: Method, Results, and Implications of the German Academic Association for Business Research's Journal Ranking. BuR - Business Research 2(2):180-204.

[40] Skinner, BF (1958): Teaching Machines. From the experimental study of learning come devices which arrange optimal conditions for self-instruction. Science 128(3330):969–977.

[41] Stahl, G; Koschmann, T; Suthers, DD. (2006): Computer-Supported Collaborative Learning. In: Sawyer, RK (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[42] Ströbel, M; Weinhardt, C (2003): The Montreal Taxonomy for Electronic Negotiations. Group Decision and Negotiation 12(2):143–164.

[43] Torraco, RJ (2005): Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. Human Resource Development Review 4(3):356–367.

[44] Wenger, E (1999): Communities of practice. Learning, meaning, and identity. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

8 Relevant Journals used in Literature Review

Abbreviated Publication Title	Relevance to Topic	WKWI	VHB 2.1
ACM T INFORM SYST	A		B
CONFLICT RESOLUT Q	A		
DECIS SUPPORT SYST	A	A	B
ELECTRON COMMER R A	A	B	
GROUP DECIS NEGOT	A		B
HUM COMPUT INTERACT	A	A	C
INFORM ORGAN	A	A	C
INFORM TECH PEOPLE	A	B	
INT J HUM COMPUT STUD	A	B	
J DECIS SYST	A	B	B
J ECON BEHAV ORGAN	A		A
J INFORM MANAG	A	B	
Journal of Knowledge Management and E-Learning	A		
Journal of Organizational and End User Computing	A	B	
J ORG COMP ELECT COM	A	B	
Management Information Systems Quarterly	A	A	A
Negotiation and Conflict Resolution	A		
NEGOTIATION J	A		C
ORGAN SCI	A	A	A
ORGAN BEHAV HUM DEC	A	B	
INFORM SYST J	A/ not licensed since 2008	A	B
AUST J INFORM SYST	B	B	
COMP SUPPORT COMP W	B	B	
DECISION SCI	B	B	B
ELECTRON COMMERCE RES	B	B	C
HUM PERFORM	B		B
J INFORM SCI	B	A	
INFORM SYST	B	A	C
INFORM SYST FRONT	B	B	
INFORM SYST RES	B	A	A+
INT BUS REV	B		B
INT J ELECTRON BUS	B	B	
INT J GAME THEORY	B		A
J BEHAV DECIS MAKING	B		B
J INT MANAG	B		B
J MANAGE	B		B
MANAGE LEARN	B		B
THEOR DECIS	B		B
ELECTRON MARKET	B/ not licensed since 2010	A	C
J OCCUP ORGAN PSYCH	B/ not licensed since 2010		B

Table 3: Journals ordered by degree of relevance. Please contact authors for complete list.

Using Synchronized HTML5 Videos to Produce High-quality, Low-cost Web Lectures

Karl Kurbel

Europa-Universität Viadrina, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 15207 Frankfurt (Oder),
E-Mail: kurbel.bi@europa-uni.de

Kamil Nowakowski

Europa-Universität Viadrina, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 15207 Frankfurt (Oder),
E-Mail: nowakowski@europa-uni.de

Abstract

Many teachers and students find it convenient to make lectures independent of time and distance. This is particularly true for distance education programs. A number of approaches to recording lectures and publishing them online have been created over the years. Low-cost approaches often lead to low product quality, whereas high-quality approaches (and tools) tend to be costly. This paper presents and evaluates an approach attempting to achieve both goals. HTML5 opens up new opportunities to flexibly include video and audio streams into a lecture page without much overhead. In our approach, two separately recorded video streams and one audio stream are combined and synchronized, including dynamically formatted JavaScript navigation. The main advantages of this solution over products on the market are flexibility in designing a customized solution and ease of use. On the other hand, synchronization of the separate video streams has to be solved by the course developer.

1 Motivation and Background

Over the years, a number of different e-learning course formats have evolved, ranging from courses simply using static text and figures (such as HTML pages, PDF files and PowerPoint slides) all the way to highly interactive courses with context-based redirection and game-oriented learning (e.g. "serious games" [1]).

One popular e-learning format is the web lecture. In this format, the lecturer talks, gestures and uses supportive material such as transparencies, PowerPoint slides, computer screens or online material for illustration. A major reason for the popularity of web lecturing among educators is probably the fact that it is an immediate equivalent to face-to-face lectures [12], [3].

Web lecturing is usually conducted as either an audio-based or a video-based course. In an audio-based course, students see supportive material and hear the lecturer's voice, while in a video-based course, they also see the lecturer as he or she speaks and acts.

Students seem to appreciate video-based web lecturing over audio-based and text-based e-learning formats. A recent study examined the impact of these different formats on student perception of a number of courses of an online master's program [13]. The authors examined the effect of the course format on student performance and on how student assess courses. The study showed that students preferred video-based courses over other formats.

Although creating a web lecture is technically still challenging, it does not require additional work for the lecturer because it is based on the same paradigm as face-to-face lecturing. Technical challenges arise from several factors. For example, the visual aids have to be synchronized with the lecturer's speech through technical means (as opposed to a conventional classroom environment, where the synchronization happens "naturally").

Video-based web lecturing can be broken down into three basic categories:

1. One video – showing the lecturer, the material he or she uses and possibly the lecture room. This setup is typical when recording an in-person course in a brick-and-mortar classroom.
2. Many sequential videos – attached to the slides used in the course. In this setting, the driving force is a sequence of slides or other static media, for example a video-enriched PowerPoint presentation. Each video clip is attached to a slide. This means that there are as many video files as there are slides.
3. Two parallel videos – one showing the lecturer (and possibly the lecture room) and the other showing material accompanying the lecture (e.g. slides, online examples).

In the first case, additional synchronization is not required because the whole scene is recorded together as things happen. In the second case, the lecture is basically divided up into pieces corresponding to the content of a slide. Therefore, no explicit synchronization is necessary. Only in the third case, in which two separate video streams are recorded, it is necessary to find technical solutions to the synchronization problem.

The goal of our work is to introduce a new approach for video-based web lecturing using the features of HTML5. In this approach, two synchronized video streams and an audio stream are combined. The final outcome can be easily transmitted via Internet to a global audience.

This paper is organized as follows: In the subsequent chapter, the current state of video-based web lecturing and criteria to evaluate technical solutions are presented. In the following third and fourth

chapters, the organizational and technical details of our solution are presented. Chapter five provides an evaluation of the approach. The last chapter describes possible directions of future research and development.

2 State of the Art of Video-based Courses

Early attempts to provide video-based lectures have used the one-video approach. This approach is still in use today when course organizers require a low-effort solution. Since the lecturer, the visual aids and any other teaching materials are captured by a single camera, production is easy. However, the quality of the final product (in terms of visual clearness, brightness, focus, readability of teaching materials etc.) is usually poor. The second approach, attaching videos to slides, yields better quality, but this format imposes a rigid structure on the course and limits the options of what can be used as teaching material to slides. The third approach provides the greatest level of flexibility, but requires the lecturer and the visual material used by the lecturer to be acquired separately and synchronized.

Many different tools are available to create e-lectures with two separate video feeds. Some of the most popular solutions include Opencast Matterhorn [16], Lecturnity [11], Mediasite [2], Rapid Intake [18], Panopto [17], Tegrity [20], Raptivity [9], and tele-Task [10].

With such an array of existing solutions, the question is: Why develop and implement a new solution rather than use an existing one? We answer this question using three criteria: standardization, flexibility and cost.

Using a worldwide accepted *standard* allows videos to be played in any up-to-date web browser without further concerns. HTML5 is such a standard [22]. Playing HTML5 videos in a browser does not require any codecs or plug-ins such as Flash or Silverlight. Add-ons like these have to be installed additionally, opening the system to potential security threats. HTML5 avoids these problems.

The second criterion is *flexibility* regarding the presentation of lecture content to the end users (students). In most existing solutions, flexibility is problematic. Course developers (teachers) must take the product and the output it produces as they are. Only small adaptations are possible, if at all. In a flexible solution, course developers should be able to employ all kind of content (slides, hands-on examples, hand-written notes, videos, gesticulation, interaction with the students etc.) and present it to the audience. They should also be able to freely arrange the screen layout to display the content.

The third criterion is *cost*. Since web lecturing is mostly done by academics with very limited budgets and limited manpower resources, both the cost of the product (purchase price, license fee) and the cost of the production should be low.

Applying the above mentioned criteria, solutions that use HTML5, provide high flexibility and are available at low (or free of) license cost are very rare. The most significant solution using HTML5 for e-learning purposes was developed by Erike Demaine, a professor of computer science at the Massachusetts Institute of Technology [5]. He implemented a concept of HTML5 lecture videos synchronized with slides and handwritten notes [4]. However, this approach lacks flexibility as it does not allow for synchronized videos. We also find that it is far more complex than an open e-learning solution for academic course developers should be.

3 Production Process

3.1 Organizational Environment

The solution underlying this paper was developed for the recording of a face-to-face lecture – an introduction to programming using Visual Basic. The recorded lecture was intended to be used later as part of an online master's program. An external constraint was that the production of the online course had to be completed by the time the face-to-face lectures ended. Since the duration of the face-to-face course was seven weeks, with two lectures per week, this meant that there was a time window of roughly half a week to complete the production of one course unit (approximately 75 to 100 minutes of video recording). Each course unit was divided thematically into several parts that had to be processed and deployed online before the next recording began.

The project team was made up of eight people with the following tasks:

1. Project manager – project planning and controlling, allocating resources to tasks
2. Lecturer – preparing the content of the lectures, including PowerPoint slides and online programming examples
3. Lecturing notebook operator – operating the computer with supportive materials (slides, programs), starting the remote viewing software (for the lecturer's desk), clicking through slides, carrying out online programming examples as the lecturer explains, etc.
4. Camera & recording notebook operator – checking the equipment, starting and supervising the recordings, taking note of mistakes
5. Editor WebM – cutting and coding the recordings to the WebM format supported in HTML5
6. Editor MP4 – cutting and coding the recordings to the MP4 format (H.264) supported in HTML5
7. Web publisher – preparing a web page for each course unit, linking the HTML5 pages (for lecture parts) containing videos with this page, and publishing the web page on the course's section of the e-learning platform used (in our case, Moodle)
8. Technical support – preparing, setting up and maintaining all necessary hardware and software

3.2 Recording Setup

Prior to the first recording, lighting conditions in the lecture hall were tested, and an optimal configuration for beams and reflectors was defined. *Recording equipment* was also installed in the lecture hall. It included, in addition to the lighting equipment:

- Digital video camera to record the lecturer's movements and gestures
- Microphone to record the lecturer’s voice
- Computers: Recording notebook, lecturing notebook, viewing notebook
- Signal splitters (microphone to speakers and to recording notebook, lecturing notebook to beamer and to recording notebook via VGA to USB adapter)
- VGA to USB adapter to capture the slides and online examples displayed on the lecturing notebook

Software required on the three computers included: VGA2USB Epiphan Software – used as driver and setup software for the signal captured by the VGA to USB adapter; Opencast Matterhorn – to record one audio and two video streams (digital video camera, VGA to USB adapter) in raw format;

TeamViewer – to display the screen of the lecturing notebook on the viewing notebook in front of the lecturer.

Fig. 1: Recording room during the lecture

The lecturing notebook handled by the notebook operator and the viewing notebook on the lecturer's desk are connected via remote control software (TeamViewer [19]). Figure 1 shows the setup of the recording room.

Although the setup was initially tested and defined, we could not rely on sustainable conditions in the room, due to ongoing teaching and student traffic. Therefore, the setup had to be re-checked and re-adjusted before each recording.

3.3 Workflow

Four major phases of producing a video-based web lecture are preparation, recording, post-processing and publishing.

Preparation: This phase includes checking the production setup (recording equipment) and the lighting conditions in the room, as well as performing a test recording.

Recording: The camera person runs the digital video camera, operates the recording notebook, and monitors the streams coming from the camera, the screen recorder and the microphone, as shown in figure 2. The signal from the lecturing notebook, which is run by the notebook operator, is actually split before it is sent to the recording notebook, because there are live students in the room who need to see the content on the video beamer.

Fig. 2: Camera operating and signal supervision

The camera operator also makes annotations regarding the flow of the lecture. Since everything is recorded live, mistakes by the lecturer or the notebook operator are also recorded, technical problems with the hardware and software equipment may occur (e.g. microphone failure), and students may ask questions (without a microphone), which cannot be recorded. Some of these problems have to be processed (e.g. cut out) in the post-processing phase. In order to be able to do so later, the camera person notes down the exact time and type of problem.

Post-processing: In the post-processing phase, the three recorded streams are processed. The audio stream is joined with the lecturer video stream. Problematic intervals are cut out, if possible, taking into account that due to the given time frame, re-recording was only feasible to a limited extent. The result is converted to the desired resolution and delivery formats WebM and MP4, which are both supported by the HTML5 standard [15]. WebM is a free and open video format for high-quality video compression, but presently not available in Internet Explorer. On the other hand, MP4 is not supported (natively) by Firefox.

Publishing: The publishing phase includes all activities involved in making the video lecture available to the future audience:

- Embedding the WebM and MP4 videos into the HTML5 pages
- Defining cue-point (chapter) names in HTML5 and corresponding times in JavaScript
- Uploading the lecture parts to a web server
- Creating a web page for the lecture, with a short description of the lecture content and links to the previously created and uploaded lecture parts (HTML5 pages)
- Uploading the lecture's web page to the e-learning platform used at the institution

4 Creating Video Content

4.1 Video Characteristics

All three input streams (lecturer video from digital camera, slides video from lecturing notebook, and lecturer audio from microphone) were recorded separately in parallel on the recording notebook, using the Opencast Matterhorn open source software. The format for these three streams is purely compressed MPEG-2 with 10,000 kbps for the video and 224 kbps for the audio recordings. This raw format serves as input to the post-processing.

The post-processing phase was carried out in parallel on several computers with *open source software* for cutting and coding the videos. In particular, we used Free Video Dub [7] to cut out flaws (e.g. interruptions of the lecture due to technical issues, mistakes by the lecturer or notebook operator) and XMedia Recode [6] to convert the MPEG-2 files to the desired resolutions and formats (WebM and MP4). For joining videos and operations not supported by the mentioned software (such as reassigning the audio channel to another video), we directly used the commands of the FFmpeg codec [8]. As an output of the post-processing phase, four videos were produced for each recording:

- MP4 and WebM slides videos – without audio channel; resolution 960x720 pixels, with variable coding bit rate between 600 and 800 kbps for the video channel. These videos include the supportive material, which is shown to the class in the lecture hall on a video beamer (e.g. slides, practical examples etc.).
- MP4 and WebM lecturer videos – with joined audio channel (coded with bit rate ~56 kbps) and video channel with resolution 300x375 pixels (coded with ~250 kbps). These videos show the lecturer speaking and acting.

The publishing phase comprises embedding the four videos in an HTML5 page with CSS formatting and JavaScript. Prior to embedding the videos, the title of each page, video names, and chapter names and times had to be edited in HTML5 and JavaScript. In addition, the web page for the course unit, which would later be invoked by the online students, had to be prepared, uploaded to the e-learning platform (Moodle) and linked with the HTML5 pages containing the videos.

Figure 3 shows an example of what the HTML5 page looks like. This example is from a programming course using Visual Basic. The main video is the lecturer video (on the left-hand side), containing the controls of the web player built in the user's browser. Whenever a change to the playback position of this video is made (e.g. by moving the scrollbar or clicking on a cue point below the video), the video on the right-hand side is also positioned to the exact same time. Clicking on pause or play in the lecturer video causes the same action to be taken on the slides video, and vice versa.

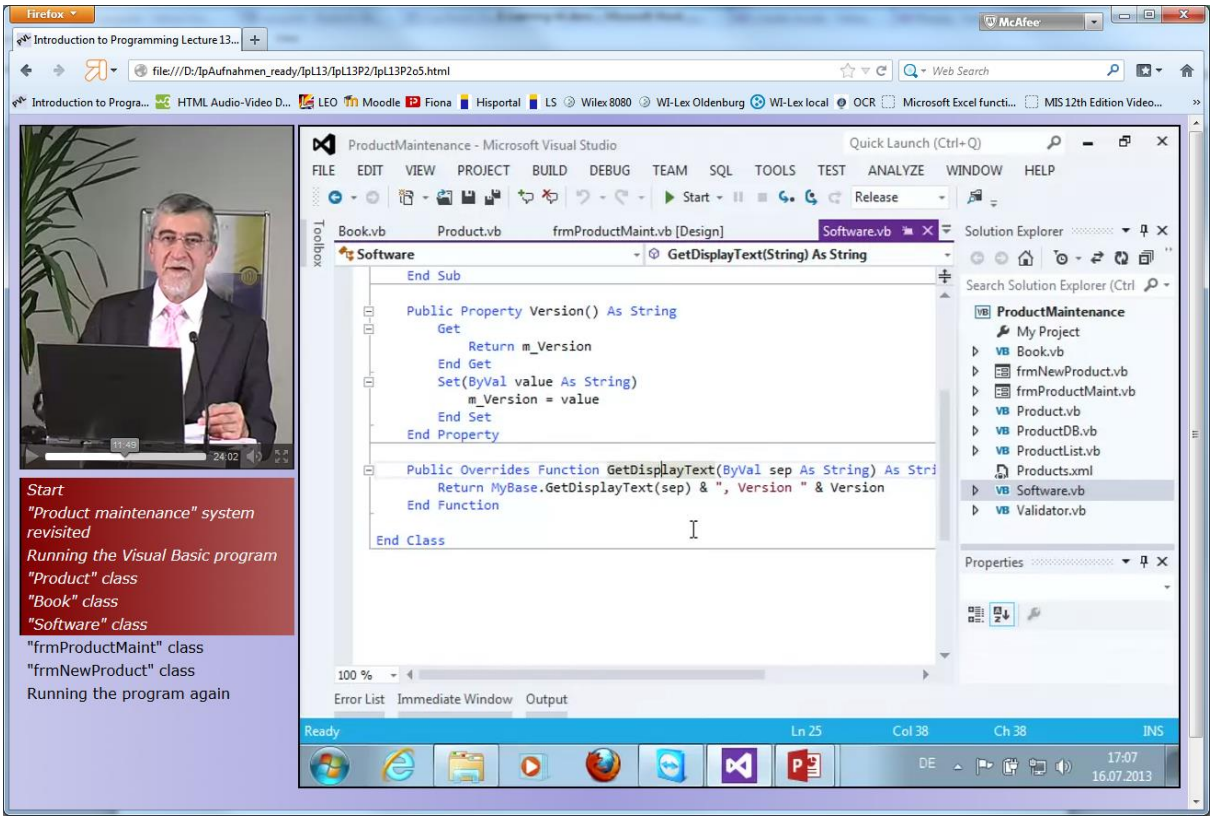


Fig. 3: HTML5 page of a lecture part

4.2 Synchronizing Two HTML5 Videos

The synchronization problem arises mainly due to the fact that two media players are running in parallel, while no automatic mechanism adjusting the speed in which they display their respective video streams is in place. Therefore, the speed has to be adjusted manually. The basic idea is illustrated in figure 4. Two main tasks have to be solved [14]:

- *Synchronizing playback start/pause:* Two video files will not start (or pause) playing simultaneously since they are running in two separate players. Therefore, a program needs to check the states of the players. When the first one starts to play (or pauses) its video, the program changes the state of the second player to also play (or pause).
- *Monitoring and adjusting synchronous playing:* Once playback has started, it is necessary to check at regular intervals if the two videos are still in the correct positions relative to each other. If a difference is detected and that difference exceeds a certain limit, a program has to adapt the playback position of the slides video to the playback position of the lecturer video.

Time differences between the two videos can be caused by many factors, such as Internet delays, unequal video buffering, software bugs, or different playing speeds accidentally set by the user. Our solution addresses this problem by implementing a safety mechanism that checks continuously for discrepancies between the playback positions of the two videos. If the positions differ by more than ΔT (e.g. two seconds), the slides video adapts its position to the lecturer video. The check is done within the "timeupdate" event listener, which initiates an action when the video playback position changes. By default, this check is done four times per second.

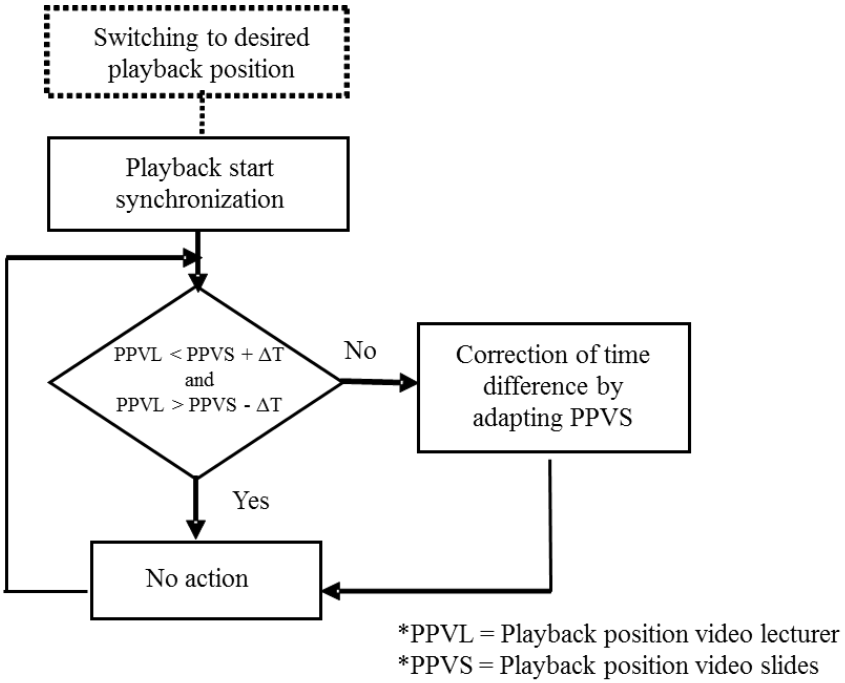


Fig. 4: Synchronization algorithm

An innovative feature of HTML5 is that it exposes video-related elements in its document object model (DOM) [23]. This feature is very helpful for solving the synchronization problem, providing useful events, methods and properties as shown in figure 5 (some of them were overridden in our implementation).

Event/Method/Property	Default	Overridden
Event play *Method* play()	Event fires when the video has been started or is no longer paused.	A play event fired in the lecturer video calls the play() method of the slides video and vice versa.
Event pause *Method* pause()	Event fires when the video has been paused.	The pause event fired in the lecturer video calls the pause() method of the slides video and vice versa.
Property currentTime	Sets or returns the current playback position in the video (in seconds).	Sets the current playback position in both videos whenever a navigation item is used. Returns the current positions of both videos for comparing them in the timeupdate event.
Event timeupdate	Fires when the current playback position has changed.	Compares the current positions of both videos using the currentTime properties and adapts the position of the slides video when the difference is greater than 2 seconds. Checks the current playing position against the cue points defined in the navigation and formats the navigation entries accordingly using CSS classes.

Fig. 5: HTML5 DOM elements used for implementing synchronization [23]

4.3 Dynamically Formatted Navigation

In addition to video synchronization, the JavaScript component provides navigation capabilities with dynamic CSS formatting. Figure 6 summarizes the parts of the implementation, visualizing dependencies between the HTML5, JavaScript and CSS components, and the actions taken.

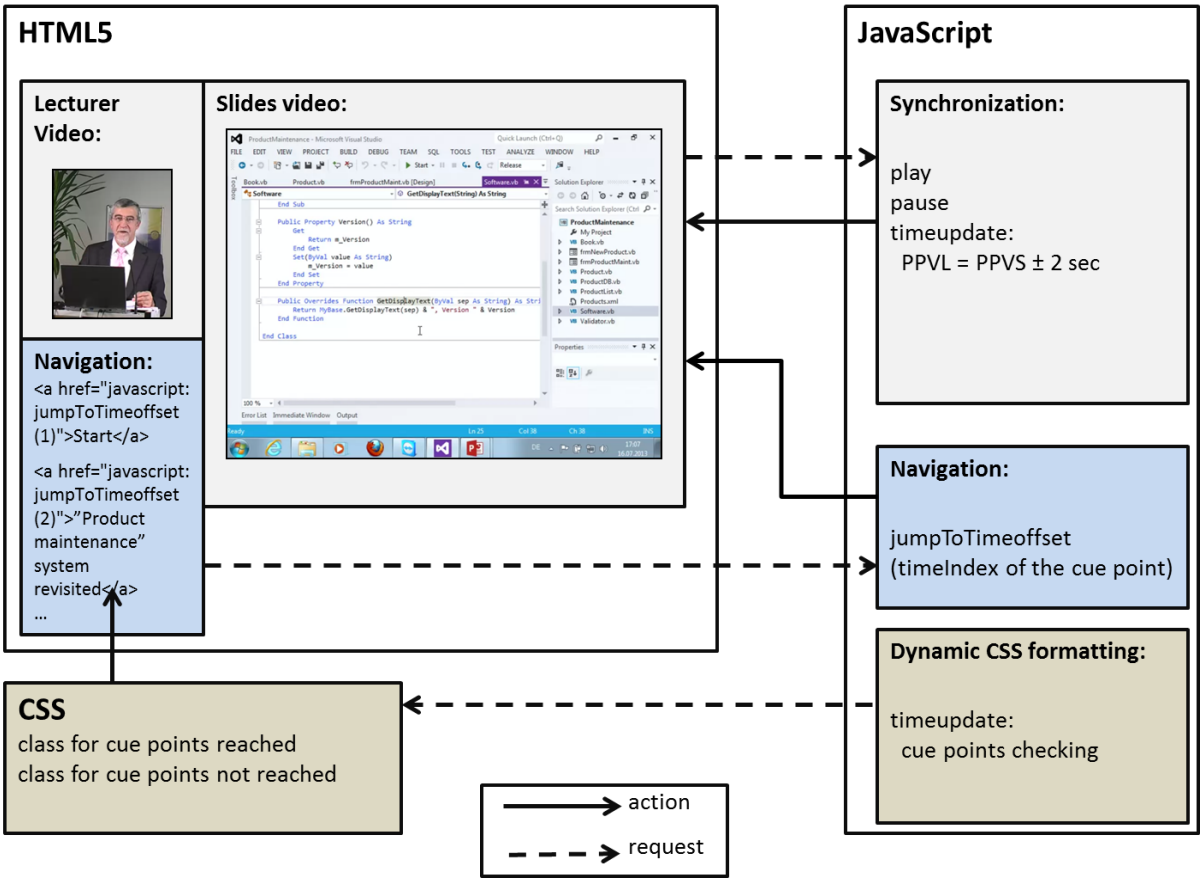


Fig. 6: Dependencies between HTML5, JavaScript and CSS

In each video, defined cue points corresponding to major sections of the lecture's content are provided to the user for navigation. The cue points are implemented as links the user can click on to get to a specific chapter of the lecture. In the JavaScript code, the cue points are defined as time indices (in seconds). A click on a link invokes a JavaScript function (jumpToTimeoffset), which uses the currentTime property to jump to the corresponding time index.

Cue points are formatted dynamically while the videos are playing. Points that have already been reached are highlighted using a background color (in figure 3, below the lecturer video). The same event listener as for the synchronization (timeupdate) checks all cue point positions against the current video playing position four times per second. Cue points that have been reached are formatted on the fly using dynamic CSS formatting, whereas cue points that have not yet been reached remain unchanged.

5 Evaluation

The goal of our approach was to implement an online solution for web lecturing that is simple and flexible for the content creators (e.g. lecturers) and easy to use for the students. The criteria to evaluate the solution were introduced in section 2: standardization (HTML5), flexibility and cost.

Our effort of developing a new solution is justified by the fact that existing e-learning products do not meet these criteria. Figure 7 summarizes our evaluation of well-known products with respect to the criteria. **Product**	**HTML5** (yes/no)	**Flexibility** (high/medium/low)	**License Cost** (high/low/no)
Opencast Matterhorn	no	medium	no
Lecturnity	no	low	low
Mediasite	no	medium	no info
Rapid Intake	yes, for mobile devices	low	high
Panopto	no	low	no info
Tegrity	no	low	no info
Raptivity	partly	medium	low
tele-Task	no	medium	high

Fig. 7: Evaluation of existing e-learning solutions

None of the products has HTML5 as its basic technology. Only Rapid Intake and Raptivity make use of HTML5, at least in some parts. Most of the products use Flash or Silverlight frameworks to play videos online. Flexibility concerns are due to restrictions regarding the input sources (for example, Lecturnity can only process PowerPoint slides) and the layout of the lecture, which is in most cases predefined by the dedicated web player provided with the solution. Last but not least, all products except Matterhorn require a license, which in some cases can be quite expensive. As a threshold between "high" and "low" license costs, we use a value of 500 Euro.

Our solution is easy to use, since only features of the *HTML5 standard* were utilized. Students can access the videos with nothing more than a web browser that supports the HTML5 video tag and JavaScript. No additional software, such as video codecs or plug-ins, is required. Using the video formats supported by HTML5 (WebM and MP4), Internet connection bandwidth requirements are relatively low. Our solution works with bandwidths of at least 1 Mbps, although 2 Mbps or more are preferred so that the videos play smoothly without long buffering. The pure HTML and JavaScript code alone is only 3 KB.

For the content creators, this approach has the advantage that it ensures a high degree of *flexibility*, while only basic HTML knowledge is required. The videos and the navigation pane can be arranged

on the web page at will. Removing errors and making changes is facilitated, because the lecture is simultaneously recorded twice. For example, a typo on a slide or a mistyped code line in a recorded online example can be substituted by a correct version without having to re-record the entire lecture. In these cases, the notebook operator just needs to re-run the slides or online portion, without involving the lecturer.

Furthermore, since three separate streams – two video streams and one audio stream – are available, these streams can be re-used later to create different versions of the lecture, for example, a dedicated smartphone version.

As far as the *cost* of the solution is concerned, our approach performs quite favorably. Considering the direct cost of the Total Cost of Ownership (TCO) [21], three categories are relevant: hardware and software (capital invested), administration, and technical support. At the time of writing this publication, we were not able to evaluate recurrent and indirect costs, as well as costs of end-user operations. However, we assume that they are not significant.

With respect to *hardware* equipment, the cost is probably not much different from the cost incurred in other academic environments, since the equipment used is likely to be similar. *Software* is the subcategory where most of the savings occur. The reason for this is that no purchase prices or license fees had to be paid, since the solution is completely based on freeware and open source software.

Administration and *technical support* costs were estimated by calculating the labor time for the persons involved in the course production (cf. section 3.1). These categories would be a major cost factor if the video production had been done by a commercial firm. However, the project took place within an academic environment, where all project members were either teaching faculty or students. Since cost accounting for educational matters is not common, we specify the effort in hours needed to prepare the sequence of e-lectures for the course. This will give the reader an idea of the effort required to produce a complete one-semester course using HTML5 and up-to-date tools.

Figure 8 lists the average hours spent by the project team members for the production of one lecture (75 to 100 minutes). For the lecturer and the lecturing notebook operator, only the additional effort due to recording the lecture is considered. This means that the "normal" effort of preparing a course (content, slides and programming examples) and rehearsing lectures is not counted.

For the entire course, the effort specified in figure 8 has to be multiplied by 14 lectures, resulting in a total of 154 person hours or approximately 19 person days, assuming an eight hour working day.

Role	**Effort (hours)**
Project manager	2.0
Lecturer	0.75
Lecturing notebook operator	1.0
Camera and recording notebook operator	2.0
Editor WebM	2.0
Editor MP4	2.0
Web publisher	1.0
Technical support	0.25
Total (per course unit)	**11.0**

Fig. 8: Average effort per recording of one course unit (75 to 100 min)

In addition to the immediate production effort, approximately 72 hours (9 days) were required for setting up the project environment. This included project planning, writing programs for synchronization and navigation, and initial installation of the recording setup as described in section 3.2.

In order to discover immediate drawbacks of the approach described in this paper, feedback from the course participants in the lecture hall, who had been observing all our recording efforts, was collected. They were shown a part of a finished course unit and asked to comment the approach. Alongside much positive feedback (most agreed that the way of recording created the feeling of being part of a lecture, in which the lecturer talks about matters that are displayed on a screen) students named the following drawbacks and potential improvements:

- Questions to the lecturer and exchange with other students are not possible.
- A feature to play a video from the point where it was stopped last time is missing.
- A downloadable version to overcome Internet connection issues when mobile should be provided.
- A more "lively" approach would be better, for example, camera movements, including the audience in the video, or explaining some topics on an old-fashioned blackboard.
- Providing lectures on video, in addition to face-to-face classes (which is not our intended usage), would clearly be an incentive for students not to go to the classroom anymore.

6 Outlook

As an outlook to future work in the area of web lecturing, we are planning for extensions and improvements of the approach described in this paper. Based on experience from this project, we are looking to automate some of the manual steps of the production process in the future, with the help of a tool that automatically generates webserver-ready versions of the recordings.

The purpose of the tool is to facilitate publishing of the lecture content by generating the HTML and JavaScript code for the user interface. The tool will allow users to enter parameters such as the title of the web page, the names of the embedded videos and cue points with the corresponding times. This is much more user-friendly than having to code the parameters directly in HTML or JavaScript.

As a prospective extension of the current solution, different versions of the course will be created, including smartphone, MP3 and downloadable versions. The smartphone version will be composed of only one video stream – showing slides and online examples in a lower resolution (e.g. 640x480 pixels) – and an embedded audio stream with the voice of the lecturer. The MP3 audio version is intended to supplement course downloads – i.e. slides and programming examples – for the learners while they are mobile. In addition, we are considering the production of a single video solution (as picture in picture or picture by picture) as a full-fledged downloadable solution.

Another prospective improvement is to incorporate more active camera work while recording. This could entail zooming in and out, turning the camera to the audience when a question is asked, or showing the notebook operator when an online example is being developed in real-time. These actions can help to make the viewer feel even more like being part of a real lecture.

7 References

[1] Annetta, AL et.al. (2006): Serious Games: Incorporating Video Games in the Classroom, Educause Quarterly, No. 3, 2006, pp. 16–22. http://net.educause.edu/ir/library/pdf/eqm0633.pdf. Accessed on 11.09.2013.

[2] COMM-TEC GmbH (2013): Mediasite. http://mediasite.comm-tec.de/. Accessed on 11.09.2013.

[3] Day, J et.al. (2005): Enhancing the Classroom Learning Experience with Web Lectures. International Conference on Computers in Education, Asia-Pacific Society for Computers in Education, Singapore, 2005. pp. 638-641.

[4] Demaine, E (2012): Geometric Folding Algorithms: Linkages, Origami, Polyhedra (Fall 2012). http://courses.csail.mit.edu/6.849/fall12/lectures/L10.html. Accessed on 11.09.2013.

[5] Demaine, E; Demaine M (2012): Recording Video Lectures. http://erikdemaine.org/classes/recording/. Accessed on 11.09.2013.

[6] Dörfler, S (2013): XMedia Recode. http://www.xmedia-recode.de/. Accessed on 11.09.2013.

[7] DVDVideoSoft Ltd. (2013): Free Video Dub. http://www.dvdvideosoft.com/products/dvd/Free-Video-Dub.htm. Accessed on 11.09.2013.

[8] FFmpeg homepage (2013). http://ffmpeg.org/. Accessed on 11.09.2013.

[9] Harbinger Knowledge Products Pvt. Ltd. (2013): Raptivity. http://www.raptivity.com/. Accessed on 11.09.2013.

[10] Hasso-Plattner-Institut, Universität Potsdam (2013): tele-Task. http://www.tele-task.de/. Accessed on 21.11.2013.

[11] IMC AG (2013): Lecturnity. http://www.lecturnity.com/. Accessed on 11.09.2013.

[12] Ketterl, M; Mertens, R; Vornberger, O (2009): Bringing Web 2.0 to web lectures. Interactive Technology and Smart Education, Vol. 6, Iss: 2, pp. 82-96.

[13] Kurbel, K; Stankov, I; Datsenka, R (2009): An Evaluation of the Impact of E-Learning Media Formats on Student Perception and Performance; in: Spaniol, M. et al. (Eds.), Advances in Web Based Learning – ICWL 2009, 8th International Conference, Aachen, Germany, August 19-21, 2009, Proceedings; Berlin, Heidelberg: Springer 2009, pp. 206-210.

[14] Kurbel, K; Pakhomov, A (2002): Synchronization of Video Streams in the Implementation of Web-Based E-Learning Courses; in: Mastorakis, N. et al. (Eds.), Proceedings of the 2nd WSEAS International Conference on Multimedia, Internet and Video Technologies (ICOMIV 2002), Skiathos, Greece, Sept. 25-28, 2002; CD-ROM, ISBN 960-8052-68-8.

[15] N.N. (2013): Media formats supported by the HTML audio and video elements. https://developer.mozilla.org/en-US/docs/HTML/Supported_media_formats. Accessed on 11.09.2013.

[16] Opencast (2013): Open Source Lecture Capture & Video Management for Education. http://opencast.org/matterhorn/. Accessed on 11.09.2013.

[17] Panopto Inc. (2013): Panopto – Online Video Platform. http://www.panopto.com/. Accessed on 11.09.2013.

[18] Rapid Intake Inc. (2013): Rapid Intake. http://rapidintake.com/. Accessed on 11.09.2013.

[19] TeamViewer GmbH (2013): TeamViewer. http://www.teamviewer.com/. Accessed on 11.09.2013.

[20] Tegrity Inc. (2013): Tegrity. http://www.tegrity.com/. Accessed on 11.09.2013.

[21] Vom Brocke, J (2013): Total-Cost-of-Ownership von Anwendungssystemen. In: Kurbel, Karl et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. Siebte Auflage. München: Oldenbourg, 13.9.2013. http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de. Accessed on 25.11.2013.

[22] W3C (2013): HTML5 specification. http://www.w3.org/html/wg/drafts/html/master/. Accessed on 11.09.2013.

[23] W3schools (2013): HTML Audio/Video DOM Reference. http://www.w3schools.com/tags/ref_av_dom.asp. Accessed on 11.09.2013.

A Respecification of the DeLone and McLean Model to Measure the Success of an Electronic Mediated Learning System

Michael Scholz

Universität Passau, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 94036 Passau,
E-Mail: Michael.Scholz@uni-passau.de

Franz Lehner

Universität Passau, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 94036 Passau,
E-Mail: Franz.Lehner@uni-passau.de

Verena Dorner

Universität Passau, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 94036 Passau,
E-Mail: Verena.Dorner@uni-passau.de

Abstract

Electronic mediated learning systems (EMLS) are becoming ever more popular in schools and universities, private companies and public institutions. As competition among system providers has been intensifying, they have realized that they need to implement sustainable IS strategies. Systems must be systematically and continuously improved. Measuring system success is crucial for this purpose. But surprisingly little work has been done so far in developing success models tailored to EMLSs. We adapt the DeLone and McLean model to EMLSs evaluation. Empirical tests with undergraduate students show that our instrument is reliable and valid.

1 Introduction

Learning is a process in employees' everyday life. Companies invest a great deal of money in employee training; universities offer special courses for companies. Electronic-mediated learning (EML) methods have become ever more popular in the last few years, replacing face-to-face interaction. Companies such as Dell, Cisco Systems or HP have implemented their own electronic mediated learning systems (EMLS) [43]. The Sloan Consortium reports that 81% of educational institutions offer at least one fully online or blended learning course [1]. Most institutions consider increased spatial and time flexibility, lower cost, and user-specific adaptability as major advantages of EML [44]. But implementing EMLSs and teaching employees to work with the system is in itself a costly undertaking. From a management perspective, it is crucial to be able to weigh system benefit and cost. The first step to this is to determine whether the intended benefits have been achieved.

EMLS quality has been found to be the main influential factor for system satisfaction, usage and benefits for both employee and the organization [35, 41]. So far, few models for evaluating EMLSs have been developed. Most of them are extensions of the widely used DeLone and McLean (D&M) model [8] and emphasize organizational benefits. Effects on the individual level, like improved learning efficiency and customizability, are usually excluded [41]. Sustainable organizational benefits, however, can only be achieved if the employees benefit from using the EMLS [7]. The first obstacle on the way to introducing a successful EMLS is often reluctance to participate [32]. Facilitating EMLSs use and improving the learning process for each individual learner are major goals for providers of organizational EMLSs [34].

We propose a model for evaluating EMLSs on an individual level that will enable system providers to analyze and monitor system performance in order to increase individual - and therefore organizational - benefits from the system.

This paper contributes to understanding the relationships between EML quality, usage, learner satisfaction and benefits. Findings from an empirical examination indicate that the proposed model is well suited for evaluating EMLSs. Our model is an extension of the D&M model and is applicable to EML in a variety of organizational settings, among them universities and other educational institutions.

In the next section, we derive our model from a literature review and discuss how our work complements previous research. The conceptual model for measuring EMLS success is described in section 3. Section 4 presents the measurement instrument, section 5 the research method used to examine validity and reliability of the model. Data analysis and results follow in section 6. Finally, implications for practitioners as well as researchers and limitations of our study are discussed.

2 Theoretical Foundations

We define EML as user-engaged and user-controlled learning conducted through stand-alone computers, internet or intranet [31]. EMLSs can therefore be defined as a special class of IS [41]. A good evaluation model provides insights into why an EMLS is successful, thus making the mechanisms transparent by which learner satisfaction and individual benefits can be improved.

We suggest the D&M model as the basis for our evaluation model, since it (1) is one of the most widely used IS success models [6, 11, 23, 38, 42], (2) has already been used for investigating the success of EMLSs [12, 19, 35, 41] and (3) provides feedback for improving an EMLS. The model

consists of six dimensions: (1) system quality, (2) information quality, (3) service quality, (4) use, (5) user satisfaction, and (6) net benefits. These dimensions are interrelated.

A first version of the model was developed based on a comprehensive survey of prior literature. In the first model, service quality is missing and net benefits are divided into individual and organizational impact. Since 1992, many empirical studies have tested the model bothin parts and in its entirety [22]. Extensions suggested by Seddon [33], Rai et al. [29] and other researchers led to the development of the second, currently used model as shown in Figure 1. In a meta-analytic assessment of 52 empirical studies, Petter and McLean found support for the current model's proposed relationships [27]. [26] give a comprehensive literature review of studies investigating one or more causal relationships of the D&M model.Extensions and modifications of the D&M model have been presented for electronic shops [6, 22, 42], knowledge management systems [14], decision support systems [3, 15], question answering systems [25], and electronic government systems [36].

Although adaptations of the D&M model exist for EMLSs, little research has been carried out to examine the relationships between the dimensions of the model. Stapleton et al. adapted the model, but did not verify it empirically [35]. Wang et al. tested the reliability and validity of their adapted model's dimensions, but did not investigate the relationships suggested by DeLone and McLean [41]. Only Lin has presented findings about these relationships, but without examining reliability and validity of the model's dimensions [19]. In this paper, we focus both on dimensional reliability and validity and the causal relationships between the dimensions.

3 Conceptual Model

3.1 EML Quality

EMLS quality represents the degree to whichan EMLS supports user-controlled and computer-mediated learning processes. Interestingly, there exist very few constructs explicitly measuring IS quality in IS success literature – although DeLone and McLean specified three dimensions (system quality, information quality and service quality), each covering part of the construct IS quality. We model EML quality as a second-order construct for the following reasons:

- System, information and services are major parts of IS in general and EMLSs in particular [7, 8].
- Several studies found high correlations between system quality, information quality and service quality [5, 41].
- Studies measuring e-shop quality often use IS quality as second order construct [20].

To date, most studies have examined the D&M model by means of exploratory factor analysis. Reading these studies reveals a surprising fact: the most frequently used rotation method is varimax rotation. This method implies that there are no correlations between the factors – an assumption that has been shown not to hold true for the D&M model. We specify the correlation as a second-order construct called EML quality and use oblique rotation methods to accommodate this specification in our factor analysis.

System quality as an independent construct is a representation of how individuals perceive IS hardware and software, i.e. the technical component. Ease of use, convenience of access, system reliability, functionality, and flexibility are common measures for system quality [26] and have already been used to evaluate system quality of EMLSs [41]. We apply these measures and propose the following relationship between system quality and EML quality:

H1. System quality has a positive effect on EML quality.

Information quality refers to the content provided by IS. The content of EMLSs typically consists of multimedia files explaining facts and complex relationships and training exercises. While system quality is a necessary condition for a successful EMLS, information quality seems to be a sufficient condition. Perceptual measures like accuracy, completeness, relevance, timeliness, and content needs have been used successfully in previous studies about IS [26] and EMLSs [41]. We propose the following relationship:

H2. Information quality has a positive effect on EML quality.

Service quality is manifest in the quality of support for end users. DeLone and McLean added this dimension to the second version of their model, arguing that "there is a danger that IS researchers will mismeasure IS effectiveness if they do not include in their assessment package a measure of IS service quality" [28]. In some studies, service quality refers to system support as well as system provider support [9, 41], while in other studies only system support is addressed [5]. We decided to distinguish between service quality, system quality and especially ease of use. This implies an understanding of service quality as support by the system provider. According to Wang et al. we use timeliness, accuracy and support satisfaction as measures for service quality [41]. The relationship between service quality and EML quality is hypothesized as follows:

H3. Service quality has a positive effect on EML quality.

3.2 Learner Satisfaction, Use, and Benefits

According to the D&M model, EML quality affects learner satisfaction and system usage. Several studies on IS in general and Lin's [19] study on EMLSs in particular succeeded in validating both relationships. In our study, system usage was compulsory for the participants of the e-learning course. The participants could merely decide to which extent they were willing to use the system. We therefore need not distinguish between intention to use and actual use.

As demonstrated by Venkatesh et al., use is a multi-dimensional construct consisting of duration, frequency, and intensity [39] and is dependent on three factors. If EMLS quality is high, learners are more likely to start using the system [16, 29]. High user satisfaction with the system improves the chance that the learner will continue using the system [5, 17]. If a system provides high benefits to the user, frequency and intensity of use will increase [13]. We propose the following hypotheses:

H4a. EML quality has a positive effect on the extent of use of the EMLS.

H4b. Learner satisfaction has a positive effect on the extent of use of the EMLS.

H4c. Perceived benefits for the learner have a positive effect on the extent of use of the EMLS.

EMLS quality affects learner satisfaction with the system. Irrelevant or erroneous information, usability flaws or inadequate services will reduce learner satisfaction. If learners use the EMLS frequently, they become more proficient at handling the system [5]. A learner is also satisfied with an EMLS if it provides high benefits [13]. We therefore formulate following hypotheses:

H5a. EML quality has a positive effect on learner satisfaction with the EMLS.

H5b. The extent of use has a positive effect on learner satisfaction with the EMLS.

H5c. Perceived benefits for learners have a positive effect on learner satisfaction with the EMLS.

In their updated model, DeLone and McLean integrate organizational and individual impacts into one single dimension. Holsapple and Lee-Post present a list of individual benefits for EML based on reported positive and negative effects of EML [12]. Individual benefits typically refer to increased productivity [11] and decreased costs [6]. Costs are mostly synonymous to time: saving time is one of the individual benefits an EMLS provides [12]. Frequent users will benefit more from an EMLS than infrequent users because their proficiency is greater [4, 16]. Satisfied users will benefit more because satisfaction increases intrinsic motivation [29]. We thus propose the following hypotheses:

H6a. The extent of use has a positive effect on perceived learner benefits.

H6b. Learner satisfaction has a positive effect on perceived learner benefits.

4 Research Methodology

4.1 Generation of Scale Items

A number of items have been used in previous empirical investigations of the D&M model. We focus on items applied in studies about EMLS, selecting 45 items based on prior research. These items were used to form an initial pool for measuring the proposed constructs. We conducted 8 interviews with EML experts and former users of the EMLS that we examine in this paper in order to ensure that all important aspects be included. After carefully examining the interview results, we compiled a questionnaire with four additional items and conducted a pilot test with 35 students. One item was deleted because most test persons could not answer it. All items and their sources are outlined in table 1.

We used a five-point scale with anchors ranging from “strongly disagree” to “strongly agree”. Four items were reverse-scaled. For each item, respondents were asked to mark the response which best described their level of agreement. Reversed items as well as those items which were deleted or added after the pretest are marked.

4.2 Sample and Procedure

Data was collected from 141 students participating in an introductory course on information systems. A description of the course environment can be found in [18]. All students were prompted to use the EMLS. Moreover, some contents of the course were taught exclusively online, so the course can be called a blended-learning course. We conducted the survey in the 10th week of the course, which lasted 15 weeks altogether. Of the 141 questionnaires, 125 were completed. All incomplete questionnaires were excluded.

Construct	Item	Items	Sources
System Quality	SYS01	The system is reliable.	[3,11,19]
	SYS02	The system is flexible.	[3,7,11]
	SYS03	The system is error-prone.	[6,11]
	SYS04	The system provides high speed access.	[19,35,41]
	SYS05	The system is stable.	[12]
	SYS06	The system is easy to use.	[11,19,25,29]
	SYS07	The system is convenient to access.	[3,11]
	SYS08	The system is user-friendly.	[29,35,41]
	SYS09	The system has attractive features.	[11,41]
	SYS10	The system is always available.	[35,41]
	SYS11	The system provides interactive features.	[35,41]
Information Quality	INF01	The system provides information that is easy to understand.	[11,25,35]
	INF02	The system provides complete information.	[3,19,25]
	INF03	The system provides information that is relevant to learning.	[3,11,19,25]
	INF04	The system provides up-to-date information.	[19,35,41]
	INF05	The system provides accurate information.	[3,6,19,29]
	INF06	The system provides sufficient information.	[11,12]
	INF07	The system provides information in an appropriate format.	[11,29]
	INF08	The system provides necessary information at the right time.	[3,41]
	INF09	The system provides well organized information.	[12]
Service Quality	SER01	The EML initiative staff responds as soon as possible.	[12,19,41]
	SER02	The EML initiative staff could be contacted for support.	[12]
	SER03	The EML initiative staff provides competent support.	[12]
	SER04	The EML initiative staff provides satisfactory support.	[41]
	SER05	The EML initiative staff provides problem-oriented support.	[12]
	SER06	The system provides a proper level of on-line assistance.	[6,41]
Use	USE01	I frequently use the system.	[35,41]
	USE02	I only use the system when it is absolutely necessary for studying.	[35]
	USE03	I depend upon the system.	[35,41]
	USE04	How often do you use the system per week?	[30]
	USE05	How long do you use the system in each session?	[30]
	USE06	How long do you use the system to study?	[30]
Satisfaction	SAT01	I'm satisfied with the system.	[19,25,41]
	SAT02	I'm frustrated when using the system.	[22]
	SAT03	I will recommend the system to others.	[12,25]
	SAT04	I would like to use the system in other courses.	[22]
	SAT05	Most of the users bring a positive attitude or evaluation towards the	[41]
	SAT06	The system meets my expectations.	[30]
Benefits	BEN01	The system helps to facilitate learning.	[12,25]
	BEN02	The system helps to improve the learning performance.	[12,29,41]
	BEN03	Using the system is worthwhile for studying purposes.	Added
	BEN04	The system is useful for learning.	[12]
	BEN05	The system improves learning sustainability.	Added
	BEN06	The system improves learning effectiveness.	[11,29]
	BEN07	The system improveslearning flexibility.	[12]
	BEN08	The system helps to learn more intensively.	Added
	BEN09	The system improveslearning efficiency.	[12]
	BEN10	The system helps with understanding complex facts.	[12]
	BEN11	The system is an additional challenge in the learning process.	Added

Table 1: List of items and sources

5 Scale Purification

We first divided the survey into two scales according to the two parts of our conceptual model. The first scale includes system quality, information quality and service quality, the second scale use, satisfaction and benefits. It was refined by analyzing the reliability and the factor loadings of the items. We first calculated the reliability coefficients using Cronbach's alpha and found good reliability for all items.

An exploratory factor analysis (EFA) was carried out with both scales. First, we calculated the Kaiser-Meyer-Olkin criterion (first scale: 0.82; second scale: 0.83) and conducted a Bartlett test (first scale: $K=58.58$, $df=14$, $p<0.05$; second scale: $K=91.86$, $df=10$, $p<0.05$) in order to establish whether the correlation matrix is appropriate for an EFA. We then examined factor loadings with a maximum likelihood estimator as extraction technique. Having specified EML quality as a second order construct for the first part of the survey, we used promax as rotation technique. Assuming that the constructs in the second part of the survey are mutually independent would be inherently inconsistent, which is why we applied promax for that part, too. We improved discriminant and convergent validity by using the following four decision rules to purify both scales:

1 each factor must have an eigenvalue of at least 1

2 each item must have a factor loading of at least 0.5

3 the factor structure has to be as simple as possible

4 single items have to be excluded due to the sake of parsimony

We identified a four-factor structure for the first and a three-factor structure for the second scale based on parallel analysis, eigenvalues > 1 and a scree test. If the eigenvalue of a factor is less than 1, this factor explains less variance than a single item and should be thus excluded from the analysis. Since the eigenvalue criterion often overestimates the number of optimal factors, several authors recommend using it in combination with a scree test and parallel analysis [45]. System quality thus shows itself to be a two-dimensional construct. The first dimension contains SYS01, SYS05 and SYS10, which are items describing the reliability of the system. SYS06, SYS07 and SYS08, referring to the ease of use, form the second dimension.

The results of the factor analysis indicate unidimensionality for all constructs of both scales: there were no cross-loadings larger than 0.13. All factor loadings of both scales are presented in table 2 and 3. Items with factor loadings higher than 0.5 are shown in bold print.

Item code	Reliability	Ease	Information Quality	Service Quality
REL01	**0.79**	-0.11	-0.11	0.02
REL02	**0.72**	0.07	0.08	0.00
REL03	**0.72**	0.00	0.10	-0.04
EAS01	0.08	**0.73**	-0.07	0.02
EAS02	0.05	**0.69**	0.03	-0.01
EAS03	-0.08	**0.94**	-0.04	-0.01
INF02	0.09	-0.05	**0.60**	0.12
INF04	-0.06	0.10	**0.55**	0.05
INF05	-0.08	0.03	**0.64**	0.03
INF06	0.04	-0.08	**0.83**	-0.12
SER01	-0.01	0.01	-0.04	**0.83**
SER02	0.05	-0.06	-0.02	**0.89**
SER03	-0.07	0.03	0.00	**0.90**
SER04	0.04	0.01	0.06	**0.75**
SER05	0.00	-0.01	-0.06	**0.76**
Cronbach's alpha	0.85	0.85	0.85	0.84
Average variance extracted	0.81	0.88	0.80	0.93
Eigenvalue	1.71	1.93	1.87	3.35
Proportion variance explained	0.11	0.13	0.12	0.23
Cumulative variance explained	0.11	0.24	0.36	0.59

Table 2: Factor analysis results for the first part of the research model

Item code	Use	Satisfaction	Benefits
USE01	**0.85**	0.03	-0.01
USE02	**0.53**	0.13	-0.10
USE04	**0.64**	-0.13	0.09
SAT01	0.01	**0.76**	-0.04
SAT03	0.05	**0.76**	0.06
SAT04	0.01	**0.73**	0.08
SAT05	-0.02	**0.71**	-0.01
SAT06	-0.02	**0.78**	-0.02
BEN05	-0.03	0.12	**0.66**
BEN06	-0.01	0.02	**0.77**
BEN09	0.03	-0.03	**0.77**
Cronbach's α	0.82	0.78	0.79
Average variance extracted	0.79	0.88	0.81
Eigenvalue	1.43	2.82	1.76
Proportion variance explained	0.13	0.26	0.15
Cumulative variance explained	0.13	0.39	0.55

Table 3: Factor analysis results for the second part of the research model

6 Data Analysis and Results

6.1 Reliability

Reliability was checked using Cronbach's α and the Tucker-Lewis index for each scale, Cronbach's α as reliability coefficients for each item, and average variance extracted (AVE) as well as Cronbach's α for each factor. Cronbach's α must be greater than 0.5 for each item, each factor and the whole scale. For factor analysis using a maximum-likelihood estimator, Tucker and Lewis developed a reliability index indicating a good reliability for a scale if its value exceeds 0.90 [37]. Fornell and Larcker recommend computing AVE in addition to Cronbach's α and excluding factors with an AVE less than 0.5 [10]. The first scale has an alpha value of 0.85 and a Tucker-Lewis index of 0.98. All items' α was at least 0.84. As shown in table 2, Cronbach's α and AVE indicate high reliability for each factor. The second scale's alpha value was 0.80 and the Tucker-Lewis index 1.00. Moreover, each item's α was at least 0.78. As factor reliability is high (table 3) we conclude that both our scales are reliable.

6.2 Nomological Validity

Nomological validity is the ability of a new measure to perform as expected in a network of well-known relationships and established measures. In our case, a useful demonstration of nomological validity would be the extent to which the proposed relationships are significant. Since all relationships have a sound theoretical basisand been investigated empirically in many studies, we can safely assume that all relationships are well-known. We carried out confirmatory factor analysis (CFA) to check that constructs were measured well. Specifying a structural equation model was not possible because the model contains cyclic paths. Relationships between EML quality, use, satisfaction, and benefits were computed using a two-stage least squares (2SLS) regression instead. Relations between EML quality and reliability, use, information quality and service quality were examined with CFA while all other relationships were examined with 2SLS regression. Model fit indices of the CFA are presented in table 4. All indices show that EML quality was measured satisfactorily. All causal links in the first part of the research model being significant ($p<0.05$), we can safely assume nomological validity for the first part of the model.

Fit index	EML quality	Recommended cutoff
χ^2	91.927	
df	86	
χ^2/df	1.069	<2.5
RMSEA	0.024	<0.08
GFI	0.914	>0.90
AGFI	0.881	>0.90
TLI	0.991	>0.90
CFI	0.993	>0.90
SRMR	0.054	<0.10

Table 4: Overall fitness of the first part of the research model

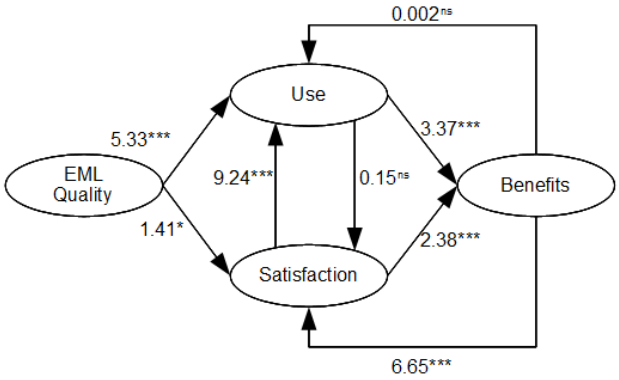
The second part contains cyclic paths between use, satisfaction, and benefits. Use, for example, affects satisfaction, and satisfaction in turn affects use. Simple ordinary least squares (OLS) regression is not applicable because the error term of use depends on satisfaction and vice versa. This kind of mutual dependence requires a two-stage regression model [2, 40]:

OLS regression x on z and obtain predictions for x, say xˆ

OLS regression y on xˆ

Here, z is an instrumental variable that must be uncorrelated with the error term of y but correlated with x. For our model we employ, for instance, use as the instrumental variable (z) for satisfaction (x), which in turn affects benefit (y).

We computed R^2 as well as the adjusted R^2-values and conducted F-tests to evaluate the fitness of all three regression analyses. The results indicate that use and satisfaction are explained well based on the proposed independent variables. The explanatory power of the regression model for benefit is not quite as high, but also significant.



* p< 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001; ns = not significant

Figure 1: Results of the second part of the research model

Figure 1 shows the path diagram for the causal relationships of the second scale, indicating that only two causal links are insignificant. The proposed model is partially supported. That there is no positive link between use and satisfaction is not entirely surprising. It is in line with research by Wang [42], who found satisfaction to be a good predictor for use, but not vice versa. Similarly, no link between benefit and use was found by either Kulkarni et al. or Lucas and Spitler [17, 21]. One explanation might be that benefits affect the intention to use. Users who actually consider the system useful might not have increased their use yet but have strong intentions to use the system in the future.

6.3 Convergent and Discriminant Validity

Convergent validity refers to the correlation between the considered measurement and a "maximal different" measure of the same construct. But in most cases, "maximally different" measures of one and the same construct are not available. Fornell and Larcker recommend evaluating convergent validity based on each factor's AVE [10]. Valid factors must have an AVE of at least 0.5. Each factor's AVE is at least 0.79, indicating that our scales are valid.

Discriminant validity measures the degree to which one construct is dissimilar to another. According to Fornell and Larcker, a construct possesses discriminant validity if its AVE is higher than each squared correlation with other constructs of the same scale [10]. All factors satisfy the Fornell and Larcker criterion. Therefore we can assume discriminant validity for our scales.

Hypothesis	Causal Relationship	Significance	Result
H1	EML Quality → Reliability	< 0.001	Supported
	EML Quality → Ease	0.02	Supported
H2	EML Quality → Information Quality	< 0.001	Supported
H3	EML Quality → Service Quality	< 0.001	Supported
H4a	EML Quality → Use	< 0.001	Supported
H4b	Satisfaction → Use	< 0.001	Supported
H4c	Benefits → Use	0.93	Not Supported
H5a	EML Quality → Satisfaction	0.02	Supported
H5b	Use → Satisfaction	0.31	Not Supported
H5c	Benefits → Satisfaction	< 0.001	Supported
H6a	Use → Benefits	< 0.001	Supported
H6b	Satisfaction → Benefits	< 0.001	Supported

Table 5: Test of the hypotheses

6.4 Hypotheses Testing

As reported above, we tested the causal relationships proposed in section 3 using CFA and 2SLS regression analysis. The majority of our hypotheses are supported on a 0.05 significance level. Table 5 summarizes the results of our hypothesis tests

7 Data Analysis and Results

Based on the D&Mmodel, we develop a four-factor instrument for measuring EML quality with good psychometric properties. We find that service quality is the single most important influence on EML quality, and that EML quality in turn has a positive effect on both learner satisfaction and the extent of EMLS use. Satisfaction and use both affect the perception of individual benefits derived from EMLS usage positively.Satisfaction is positively affected by perceived benefits but not by use.

We also find that compulsory EMLS usage, albeit improving proficiency in working with the system, does not necessarily increase learners' willingness to use the system. Indeed, the extent of (voluntary) use will grow only if EML quality is good.

Our findings indicate that EML providers ought to employ multi-dimensional instruments for evaluating EMLS success. Reliability, ease of use, information quality and service quality all proved to be crucial for EMLS success in our study. Considering merely the relationship between EML quality and satisfaction as proposed in many studies [3, 25] is not sufficient to build an understanding of the drivers of EMLS success. Our EML evaluation instrument includes all dimensions of the D&M model, thus providing valuable insights into the users' perceptions of the system and practical advice for system improvement. Our instrument can be deployed at regular intervals for evaluating EMLSs. As they are continuously updated and extended, learners will adjust their expectations. Changing expectations will, according to the confirmation/disconfirmation paradigm, cause perceived satisfaction with a system to change [24] which makes regular system evaluation highly recommendable.

EML providers can use our 26-item instrument to attain a number of goals: (1) Evaluate the quality of their EMLS; (2) Assess the extent of use of their EMLS and their customers' satisfaction; (3) Measure impacts on individuals using their EMLS; and (4) Establish an EMLS benchmark for comparison across versions, updates, providers, learning courses, or system types.

Our work is a further step in building a body of knowledge on IS success measurement in general and EML success measurement in particular.Our instrument is the first to measure EMLS success on an individual level and one of the first to take interactions between the model's dimensions into account. System quality, information quality, and service quality have traditionally been considered to be independent constructs [7, 8, 41], all affecting user satisfaction with and extent of use of an information system. We show that there exists a second order construct which influences these constructs. This has two important consequences. First, the interpretation of the D&M model must be adjusted accordingly. Second, this fact must be accommodated for in statistical analysis by using an oblique rotation method for factor analyses.

Most previous studies based on the D&M model did not test all proposed causal links between constructs [17, 29, 41]. Doing so requires using regression models which can handle cyclic paths. We suggest 2SLS regression analysis. Future studies on information systems using the D&M model in its entirety thus profit from our findings on the employability of different analytical methods.

Our empirical study is subject to the following limitations, which we will address in future research. For one, we evaluated the success of only one EMLS, which was used in an introductory course on IS at the University of Passau. The results are limited to the students participating in this course and caution needs to be taken when generalizing the findings and discussing the implications for other EMLSs. We will need to reproduce the study with other participants and other EMLSs.

EML success was considered purely on an individual level. Our study was set in an educational context, where it is unnecessary to consider organizational system benefits: EMLSs used in schools, universities or other educational institutions are aimed at improving the learning performance of each individual learner, not organizational performance. In other contexts, individual benefits are primarily considered antecedents to organizational benefits. We will extend our instrument in future research to improve its fit to such settings.

8 Bibliography

[1] Allen, I.E. and Seaman, J. Growing by Degrees: Online Education in the United States, 2005. The Sloan Consortium, (2005).

[2] Balke, A. and Pearl, J. Bounds on Treatment Effects From Studies With Imperfect Compliance. Journal of the American Statistical Association 92, 439 (1997), 1171-1176.

[3] Bharati, P. and Chaudhury, A. An empirical investigation of decision-making satisfaction in web-based decision support systems.Decision Support Systems 37, (2003), 187 - 197.

[4] Burton-Jones, A. and Straub, D.W. Reconceptualizing System Usage: An Approach and Empirical Test. Information Systems Research 17, 3 (2006), 228-246.

[5] Chiu, C.-M., Chiu, C.-S., and Chang, H.-C. Examining the integrated influence of fairness and quality on learners' satisfaction and Web-based learning continuance inten-tion.Information Systems Journal 17, 3 (2007), 271-287.

[6] DeLone, W.H. and McLean, E.R. Measuring e-Commerce Success: Applying the DeLone & McLean Information Systems Success Model. International Journal of Electronic Commerce 9, 1 (2004), 31-47.

[7] DeLone, W.H. and McLean, E.R. Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable. Information Systems Research 3, 1 (1992), 60-95.

[8] DeLone, W.H. and McLean, E.R. The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. Journal of Management Information Systems 19, 4 (2003), 9-30.

[9] Devaraj, S., Fan, M., and Kohli, R. Antecedents of B2C Channel Satisfaction and Preference: Validating e-Commerce Metrics. Information Systems Research 13, 3 (2002), 316-333.

[10] Fornell, C. and Larcker, D.F. Evaluation Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. Journal of Marketing Research 18, 1 (1981), 39-50.

[11] Gable, G.G., Sedera, D., and Chan, T. Re-conceptualizing Information System Success: The IS-Impact Measurement Model. Journal of the Association for Information Systems 9, 7 (2008), 377-408.

[12] Holsapple, C.W. and Lee-Post, A. Defining , Assessing , and Promoting E-Learning Success: An Information Systems Perspective. Decision Sciences Journal of Innovative Education 4, 1 (2006), 67-86.

[13] Hsieh, J.J.P.-A. and Wang, W. Explaining employees Extended Use of Complex Information Systems. European Journal of Information Systems 16, 3 (2007), 216-227.

[14] Jennex, M.E. and Olfman, L. A Knowledge Management Success Model: An Extension of DeLone and McLean´s IS Success Model. Proceedings of the AMCIS, (2003), 2529-2539.

[15] Kamis, A. and Stohr, E.A. Parametric search engines: What makes them effective when shopping online for differentiated products? Information & Management 43, 7 (2006), 904-918.

[16] Kositanurit, B., Ngwenyama, O., and Osei-Bryson, K.-M. An exploration of factors that impact individual performance in an ERP environment: an analysis using multiple analytical techniques. European Journal of Information Systems 15, 6 (2006), 556-568.

[17] Kulkarni, U.R., Ravindran, S., and Freeze, R. A. Knowledge Management Success Model: Theoretical Development and Empirical Validation. JMIS, Vol 23, 3 (2007), 309-347.

[18] Lehner, F. Lässt sich die Lernsituation in Massenlehrveranstaltungen durch E-Learning verbessern? In: Apostolopoulos, N. et al (Hrsg.): Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernens. Tagungsband GML 2010, Münster (2010), 186-197,

[19] Lin, H.-F. Measuring Online Learning Systems Success: Applying the Updated DeLone and McLean Model.Cyberpsychology& Behavior 10, 6 (2007), 817-820.

[20] Liu, C. and Arnett, K.P. Exploring the factors associated with Web site success in the context of electronic commerce. Information & Management 38, 1 (2000), 23-33.

[21] Lucas, H.C. and Spitler, V.K. Technology Use and Performance: A Field Study of Broker Workstations. Decision Sciences 30, 2 (1999), 291-311.

[22] McKinney, V., Yoon, K., Zahedi, F. The Measurement of Web-Customer Satisfaction: An Expectation and Disconfirmation Approach. ISR, Vol 13, 3 (2002), 296-315.

[23] Neumann, M., Sprenger, J.,Gemlik, A., and Breitner, M.H. Untersuchung der praktischen Anwendbarkeit des IS-Erfolgsmodells von DeLone und McLean. Wirtschaftsinformatik Proceedings (2011).

[24] Oliver, R.L. A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions.Journal of Marketing Research 17, 4 (1980), 460-469.

[25] Ong, C.-S., Day, M.-Y., and Hsu, W.-L. The measurement of user satisfaction with ques-tion answering systems.Information & Management 46, 7 (2009), 397-403.

[26] Petter, S., DeLone, W., and McLean, E. Measuring information systems success: models, dimensions, measures, and interrelationships. European Journal of Information Systems 17, 3 (2008), 236-263.

[27] Petter, S. and McLean, E.R. A meta-analytic assessment of the DeLone and McLean IS success model: An examination of IS success at the individual level. Information & Management 46, 3 (2009), 159-166.

[28] Pitt, L.F., Watson, R.T., and Kavan, C.B. Service Quality: A Measure of Information Systems Effectiveness. MIS Quarterly 19, 2 (1995), 173-187.

[29] Rai, A., Lang, S.S., and Welker, R.B. Assessing the Validity of IS Success Models: An Empirical Testand Theoretical Analysis. Information Systems Research 13, 1 (2002), 50-69.

[30] Sabherwal, R., Jeyaraj, A., and Chowa, C. Information Systems Success - Individual and Organizational Determinants. Management Science 52, 12 (2006), 1849-1864.

[31] Santhanam, R., Sasidharan, S., and Webster, J. Using Self-Regulatory Learning to Enhance E-Learning-Based Information Technology Training. ISR, Vol 19, 1 (2008), 26-47.

[32] Sarstedt, M. and Wilczynski, P. More for Less? A Comparison of Single- Item and Multi-Item Measures.Die Betriebswirtschaft 69, 2 (2009), 211-227.

[33] Seddon, P.B. A Respecification and Extension of the DeLone and McLean Model of IS Success. Information Systems Research 8, 3 (1997), 240-253.

[34] Shroff, R.H., Vogel, D., Coombes, J., and Lee, F. Student E-Learning Intrincisc Motivation: A Qualitative Analysis. Communications of the AIS 19, (2007), 241-260.

[35] Stapleton, J., McAllister, C., and Schwieger, D. Examination of E-Learning Success in the Higher Education Environment: A Case Study Examination of E-Learning Success in the Higher Education Environment. MWAIS 2009 Proceedings, (2009).

[36] Teo, T.S.H., Srivastava, S.C., and Jiang, L. Trust and Electronic Government Success: An Empirical Study. Journal of Management Information Systems 25, 3 (2008), 99-132.

[37] Tucker, L.R. and Lewis, C. A Reliability Coefficient for Maximum Likelihood Factor Analysis.Psychometrika 38, 1 (1973), 1-10.

[38] Urbach, N., Smolnik, S., and Riempp, G. The State of Research on Information Systems Success.Business & Information Systems Engineering 1, 4 (2009), 315-325.

[39] Venkatesh, V., Brown, S.A., Maruping, L.M., and Bala, H. Predicting Different Concep-tualizations of System Use: The Competing Roles of Behavioral Intention, Facilitating Conditions, and Behavioral Expectation. MIS Quarterly 32, 3 (2008), 483-502.

[40] Vlachos, P. a. Methods for detecting non-linear effects in latent variable structural equation models: an exhibition of the two-stage least squares method. The Marketing Review 10, 2 (2010), 135-145.

[41] Wang, Y.-S., Wang, H.-Y., and Shee, D.Y. Measuring e-learning systems success in an organizational context: Scale development and validation. Computers in Human Behavior 23, 4 (2007), 1792-1808.

[42] Wang, Y.-S. Assessing e-commerce systems success: a respecification and validation of the DeLone and McLean model of IS success. Information Systems Journal 18, 5 (2008), 529-557.

[43] Zhang, D. and Nunamaker, J.F. Powering E-Learning In the New Millennium: An Overview of E-Learning and Enabling Technology. Information Systems Frontiers 5, 2 (2003), 207-218.

[44] Zhang, D., Zhao, J.L., Zhou, L., and Nunamaker, J.F. Can E-Learning Replace Classroom Learning? Communications of the ACM 47, 5 (2004), 75-80.

[45] Zwick, W.R. and Velicer, W.F. Comparison of five rules for determining the number of components to retain. Psychological Bulletin 99, 3 (1986), 432-442.

A Social and Personalized Learning Platform for Vocational Social Media Education

Michael Schmidt
information multimedia communication AG, 66123 Saarbrücken, E-Mail: michael.schmidt@im-c.de

Christina Di Valentin
DFKI, Institut für Informationssysteme, 66123 Saarbrücken, E-Mail: Christina.diValentin@iwi.dfki.de

Andreas Emrich
DFKI, Institut für Informationssysteme, 66123 Saarbrücken, E-Mail: Andreas.Emrich@iwi.dfki.de

Uta Schwertel
information multimedia communication AG, 66123 Saarbrücken, E-Mail: uta.schwertel@im-c.de

Clara Oloff
Leibniz-Institut für Wissensmedien, 72076 Tübingen, E-Mail: c.oloff@iwm-kmrc.de

Yvonne Kammerer
Leibniz-Institut für Wissensmedien, 72076 Tübingen, E-Mail: y.kammerer@iwm-kmrc.de

Abstract

Social media have become central to information gathering, sharing, and dissemination also in the business world. Opening up opportunities but also exposing new risks, the professional use of social media within the enterprise requires a broad range of skills – including search, selection, evaluation, administration, creation, and publication of information. Motivated by the lack of social media training in today's vocational education and qualification chain, we are developing an open educational platform to support the development of social media skills, targeting trainees, teachers, and supervisors. At its core, the platform integrates an eLearning platform built upon social learning techniques, allowing users to collaboratively discuss and enrich learning objects. The learning experience is driven by semantics-based, personalized recommendations. We motivate the need for the platform, sketch the use cases in focus, and discuss challenges, concepts, and innovations.

1 Introduction

Social media have become an integral part of everyday's working life, particularly in the ICT industry. Concrete examples for the use of social media in the business world include wikis, blogs, cloud-based file or document sharing services used in collaborative projects for knowledge management, professional community sites like LinkedIn for networking, and company engagements at Facebook and Twitter to disseminate information, run marketing campaigns, or to stimulate communication with customers and partners. The skills that are needed to leverage the potential of these channels in the enterprise context are diverse, last but not least due to the different types of social media channels. The classification in [6] categorizes social media into six categories: (i) classical social networking sites (like Facebook or LinkedIn), (ii) collaborative projects (e.g., Wikipedia), (iii) blogs (e.g., WordPress), (iv) Content Communities (e.g., YouTube), (v) Virtual Social Worlds, and (vi) Virtual Game Worlds. In particular the first four categories are highly relevant in the business world.

Current studies [3][7] indicate that nowadays between two-third and three-quarters of companies use social media or have plans to use it to support business activities. This indicates that its opportunities and benefits have been widely acknowledged in the business world. However, it should not be disregarded that its use also comes with risks. To name just few, information distributed through social media channels are not necessarily validated or correct, yet employees may blindly rely on them; employees may (possibly by mistake) make internal information publicly available; and social media marketing campaigns risk to end up in so-called "shitstorms", which may cause damages to companies and their brands. Hence, it is important that employees understand not only the opportunities, but also the risks associated with social media, and learn how to use them effectively and with discernment.

To increase the awareness for opportunities and risks of social media and to convey the skills that are needed to facilitate a professional use of available channels, we argue that social media skill training should become an integral part of curricula in vocational education. This holds especially in the ICT domain, where employees are confronted with channels like blogs, forums, and social networks on a frequent basis. Backing this opinion, a report from the German Ministry for Education and Research [12] suggests that a digital society and culture should put highest priority on social media education to stay competitive in a more and more digitalized world. As a pioneer, Switzerland is currently planning to integrate media competencies into the curriculum already at primary school level [18].

In response to these requirements, we are developing the *Social Navigator*, an end-user oriented platform containing open educational resources to support the education of social media skills. It is developed as part of the interdisciplinary project KOMMIT[1], which aims at a deep integration of social media education in the vocational ICT education chain. The design of the platform was driven by our analysis in [17], where we identified several tools and approaches that promote collaboration in e-learning scenarios by the use of social and digital media. Technically, the Social Navigator builds upon an existing software platform for administering and delivering Massive Open Online Courses[2], developed by the project partner IMC AG. Dedicated modules implementing the functionalities and ideas sketched in this paper were developed and integrated into this industrial-strength platform.

Rather than aiming for an "exhaustive" set of learning content covering all facets of social media education, the goal of our platform is to establish a subject-specific portal providing information about concepts, methods, and scientific models regarding the use of social media in educational and business contexts, complemented with exemplified learning content and tools conveying skills to professionally

[1] http://www.kommit-projekt.de/
[2] The software is driving the MOOC platform OpenCourseWorld at http://www.opencourseworld.de.

use social media in the enterprise. Incorporating background information and learning content, it aims at engaging all stakeholders in the education process: it shall attract trainees by providing a growing amount of open learning material (lessons, exercises, etc.) as well as general information and links to vocational social media channels (e.g., IT education forums), but also teachers, vocational trainers, and technical employees who want to learn about social media education and use.

As for any type of learning, learning about the usage of social media can be characterized as an un- or semi-structured process, in which learning content needs to be delivered according to explicit or implicit information needs. Explicit needs can be covered by search engines responding to queries of a user, in which the user formulates well-known information needs. Implicit needs, in contrast, are not transparent to the user. When combining a semantic description of the user and his or her behavior with an appropriate social media skill model, such implicit needs can be automatically derived and communicated to the user. Targeting both explicit and implicit information needs, our platform implements a personalized learning approach driven by semantic search and recommendation. Built on a social media skill model, it takes metadata about learning content, user profiles, and user behavior into account. Different search and recommendation modes cater to different types of user interaction and information needs. It thus can be seen as a multi-purpose information retrieval system that delivers content fitting to a certain learning context for explicit and implicit information needs.

In addition to a web portal serving as a common entry point for all user groups, at its heart the Social Navigator includes a mobile-enabled eLearning client supporting the personalized and self-organized – yet guided – consumption of learning material and exercises. When it comes to the consumption of learning material, our approach builds on social learning technology, namely eLearning tools that enable discussions and interactions directly related to learning material. Realized by features to annotate text fragments in learning objects and share these annotations with other users (who, in turn, can comment and start discussions), social learning technology supports community building and creates an interactive learning experience by (a) confronting users directly with social media and, the other way around, (b) exploiting the benefits of social interactions to increase the learning effects.

The research method applied in this paper follows a design-oriented approach. In information systems (IS) research, design science aims at the construction and evaluation of technology artifacts which contribute to the productive and effective application for humans and organizations [4]. The knowledge base in design science consists of foundations (development of theories, constructs, models, and frameworks) and methodologies (formalisms, measures and validation criteria) [4]. This paper presents a novel concept and architecture design for context-sensitive and personalized learning in vocational education and training. The newly derived concepts in this paper are going to be evaluated in future research using rigorous IS research methods.

The contributions and structure of the paper can be summarized as follows.

- In **Section** 2, we discuss general **skills that are needed for an adequate and goal-oriented use of social media in educational or business contexts**, thereby motivating the need for social media education in general and, hence, our efforts in building the Social Navigator.
- **Section** 3 presents the **Social Navigator**. It splits up into a discussion of the **target audience and use cases** (Sec.3.1), both for the platform itself and for integrated learning modules, and the **design and technical architecture** of the platform (Sec. 3.2), including a discussion of components and design decisions.

- Having sketched the big picture, in **Section** 4 we discuss **implementation details, concepts and innovations** of the Social Navigator, in particular discussing the underlying **ontology** (Sec. 4.1), its use for and the design of the **search and recommendation engine** (Sec. 4.2) enabling personalized information delivery, and the **mobile eLearning frontend** incorporating social learning technology (Sec. 4.3).
- The paper concludes in **Section** 5 with a short **outlook** and a discussion of **future work**.

2 Social Media Skills

Social Media skills describe the capability of adequately applying several types of social media technologies [1], which comes along with the ability of their constructive and receptive use (social media production and consumption) [11]. In [10] we developed and integrated a model describing knowledge and skills for the use of the social web for learning and knowledge exchange. As described there, our approach is based on existing models of more general ICT-literacy as well as models from educational psychology about learning and (individual or collaborative) problem solving in the web.

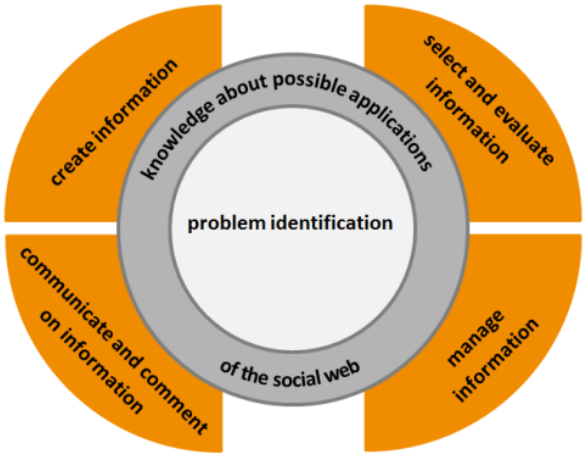


Figure 1: Social Media Skill Facets

The core of the model, the *level of actions*, is sketched in Figure 1. It addresses relevant skill facets (see orange quarter circles) to adequately use social media to reach specific objectives (e.g. finding information or writing a wiki article) as well as knowledge about possible applications of social media tools (see grey circle). The level of actions is influenced by two additional levels, that is, the *general level* and the *reflection level*. The *general level* encompasses general skills (e.g. writing skills, technical skills, or social skills) which are prerequisite to a successful social media use, but which users of the platform (i.e., individuals working in the field of IT) are assumed to have already developed. The *reflection level*, moreover, includes skills like critical thinking as well as legal and ethical reflection, which are important, but not specific social media skills. In the Social Navigator we focus on the *level of actions*, which describes knowledge and skills according to the following four facets:

The skill facet ***select and evaluate information*** describes the ability to select relevant information from a large amount of information and being able to critically evaluate its credibility (e.g. type of website, author(s) / originator(s) of the information, etc.). Furthermore, this skill facet describes the capabilities of comparing information from several sources and finding experts or appropriate networks in the web that provide useful information. Appropriate social media tools used to perform these skills are, for instance, search engines or social networks.

The skill facet ***manage information*** describes the ability of effectively collecting and categorizing information (e.g. assigning keywords or tags, creating a collection of links, etc.). Furthermore, it comprises the ability to keep oneself continuously up-to-date by using useful resources and by knowing how to separate relevant from irrelevant information. Typical social media technologies used to perform these skills are e.g. Social Bookmarking, Social Tagging, or RSS-Feeds.

The skill facet ***communicate and comment on information*** describes the ability of effectively sharing information with relevant target groups. Furthermore, it comprises the ability to adequately respond to other users' contributions or comments in the web. In addition, it comprises the awareness about the fact that one's own contributions and profile information can be visible to anyone on the web and will be available in the long term. Appropriate social media tools used to perform these skills are e.g. discussion forums, social networks, twitter, chats, and media sharing sites

The skill facet ***create information*** describes the ability of actively creating, augmenting, or modifying information contents. Further, it comprises the ability to synthesize and consolidate information from multiple sources and to prepare information for specific target groups regarding content and language. It comprises the awareness and ability to correctly cite other sources (i.e., to give references). Typical social media tools used to perform these skills are wikis, blogs, or e-learning platforms.

In addition, before a certain task (e.g., writing a wiki article) is carried out, a fifth facet concerns the identification of the task or problem that needs to be solved (see inner circle in Fig. 1). It involves recognizing and describing the task, to define sub goals, solution steps, and required resources. This can be done individually or in a group. Social media can be used for this facet, but not necessarily.

The main goal of the Social Navigator is to support all involved target groups (i.e., trainees, teachers and supervisors) in teaching and learning processes to effectively integrate social media technologies in educational and professional contexts to reach specific objectives. Note that the platform does not model skill *levels*, yet carries out gap analyses based on the user behavior to track the social media skills users have acquired by, e.g., reading documents associated with a given social media skill.

3 The Social Navigator

3.1 Target Audience and Use Cases

The Social Navigator shall support all stakeholders in the social media education chain. In the following, we sketch design goals, benefits, and use case scenarios for the envisioned target groups.

For **trainees**, the Social Navigator constitutes a self-learning platform providing a growing selection of learning materials and exercises conveying social media skills, including the consumption of learning material and exercises. Further, it provides categorized links to subject-specific social media channels such as blogs and occupational discussion forums, allowing trainees to search and browse relevant channels that could be helpful for their professional work. The navigator also allows trainees to play around with selected social media platforms following a sandbox approach, or to use them in exercises and collaborative projects. By integrating social media such as forums into the platform, it becomes possible to share knowledge with the community and comment on learning material on the one hand, and to benefit from community knowledge and social collaborations on the other.

With respect to **teachers and trainers**, one central goal of the platform is to strengthen the awareness for the increasing importance of social media education by providing a large knowledge base including expert reports, scientific articles, and studies. To this end, we are currently developing a MOOC (massive open online course) for teachers and trainers, which will convey knowledge about social media education and will be provided as an integral part of the Social Navigator. In addition, the platform shall provide background information such as academic models, methods, curricula, lesson plans, and learning material. Further, it offers support for the administration and creation of new learning material by the community, making it possible to author and share material amongst trainers

and teachers. Following the idea of a Social Network, the platform shall serve as a medium to advertise own content, contribute own experiences, and discuss about topics, exercises, and projects.

Complementing the role for trainers and trainees, the platform shall also attract **technical staff and executives** from companies. Although focusing on social media in the vocational education process, the content of the Social Navigator is equally useful to help creating awareness and train existing employees on social media use cases, required skills, and associated risks. Hence, technical staff and executives can extract valuable information to initiate and execute targeted trainings for their employees, and contribute practical information complementing the academic content, such as field reports and typical use cases seen from the perspective of the company.

3.2 System Architecture and Design

Figure 1 sketches the technical architecture of the Social Navigator. It builds upon a comprehensive data layer comprising both internal and external resources. The data corpus is modeled according to a domain-specific ontology (cf. Section 4.1). First and foremost, it includes the actual *content*, comprising metadata (such as title, abstract, authors, licenses, bibliographic information, and classifications) and the content itself, either as a file or as a link to external web resources like social network channels, forums, blogs, and relevant web pages. In case external web resources are linked, information from these web pages is crawled in order to improve search and recommendation. In addition to the actual content, the data layer comprises *static user data* – essentially profile information such as name, age, role, etc. – and *dynamic user data*, namely the user-system interaction history, describing which content the users have created, consumed, commented on, etc.

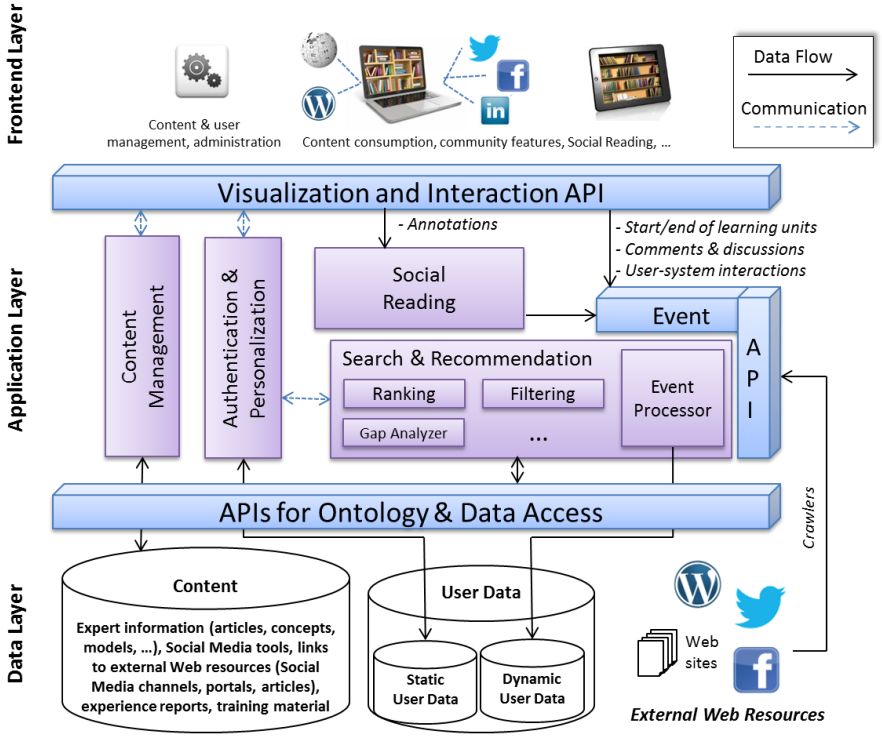


Figure 2: Architecture of the Social Navigator

The data layer is accessible via *APIs for data and ontology access*, to be used by the application layer modules of the platform. Central to the latter is the module for *content management*, which provides functionality to maintain and categorize content or lists of external links as well as to create multimedia-based learning content (such as learning units and interactive exercises). A second module is responsible for *authentication and personalization*: Providing the functionality to maintain static user data and manage the dynamic part of the user data, e.g. by offering access to the user history and interactions, the latter can be understood as the interface towards the user database.

As also sketched in the Figure, the authentication and personalization module is tightly coupled with the *search and recommendation* engine, which asserts personalized information delivery by taking the user's role and interaction history into account. The search and recommendation engine, which will be discussed in more detail in Section 4.2, includes an *event processor* and various other modules for the computation of search results as well as ranking and filtering of results. It is responsible for both providing personalized answers to search and information requests triggered by the user (e.g., by submitting dedicated search forms in the UI) and computing proactive recommendations for the user based on preferences, skills, and the current context. In this line, the search and recommendation module may propose learning material to trainees, notify them about responses to previous discussions, or point teachers and trainers to articles and expert reports that fit their interests.

As an interface towards the users of the platform, the application layer is providing a *visualization and interaction API*, which allows to (i) provide content to end users optimized for different devices, namely desktop as well as tablet computers, and (ii) to keep track of user interactions with the system and deliver them as input to the search and recommendation engine.

The web frontend is designed as an interface to consume and create content. It is tightly integrated with social media channels, both with connections to interesting and thematically related resources and with integrated social web channels such as forums, blogs, and wikis. They serve as a medium for functional exchange and as a playground for interested users, where they can test and use selected social media channels, e.g. as part of exercises or projects targeting the social media education. The web frontend design follows a responsive design, where design guidelines for mobile applications have been considered. This approach results in a learning environment optimized for mobile use with tablet computers, which offer a comfortable way to consume content (cf. Section 4.3).

4 Implementation Details

4.1 Data Model (Ontology)

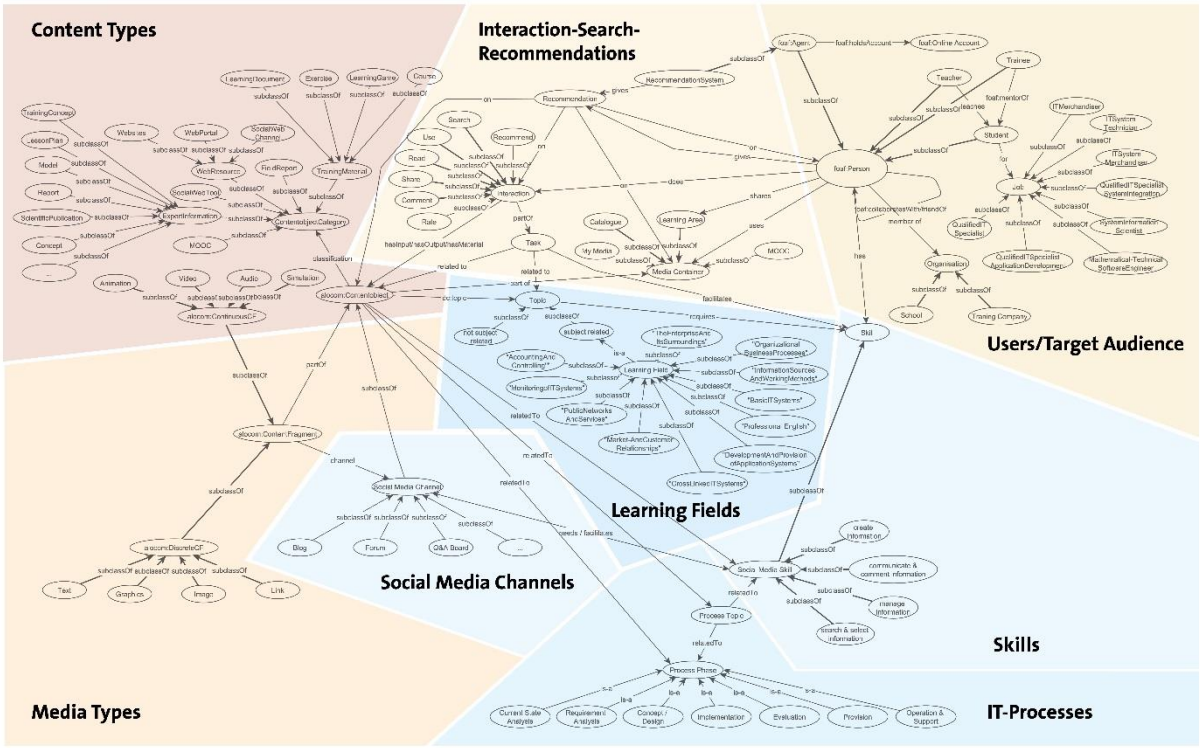


Figure 3: Social Media Education Ontology

In previous work, ontologies have been proposed for representing learning object content [15] and context information supporting adaption and personalization [5][9][13]. With the goal to build a domain-specific ontology covering all the concepts and challenges behind the Social Navigator, in a first step we analyzed existing ontologies in the e-learning field to identify relevant ontologies which can be integrated in the knowledge base of the Social Navigator. We identified the ontologies (Friend-of-a-Friend) FOAF [2] and ALOCoM [15] (Abstract Learning Object Content Model) as highly relevant to integrate in our ontology. Domain specific concepts about the social media skills (cf. Section 2), IT processes in vocational education of the German IT sector, learning fields and target audience have been derived in workshops with representatives from the German vocational education sector such as teachers from vocational schools, trainers as well as psychological research institutes for information management at schools. The resulting domain ontology, which describes the concepts and their interrelationships of the Social Navigator, was obtained by integrating the relevant fragments from FOAF and ALOCoM into the domain specific part of the ontology.

The ontology resulting from this process, modeled using the W3C standard OWL[3], is depicted in Figure 3. The diagram depicts the most important concepts as well as the semantic relationships of the involved concepts and stakeholders. As can be seen, the knowledge base contains information about integrated content, learning processes, tasks and the social media skills.

FOAF as a reused ontology provides a machine readable model of Social Networks. Using FOAF, relationships between persons can be analyzed and visualized [14]. Concepts that have been adapted from FOAF are *foaf:Person*, *foaf:Agent* and *foaf:OnlineAccount* (see Fig. 3). The ALOCoM Ontology

[3] See http://www.w3.org/2004/OWL/

is a formal representation for learning objects and related components [16]. It describes how learning objects can be reused. Concepts taken from ALOCoM are *ContentFragment* and *ContentObject*.

In parts, we built an upper-level ontology to integrate the description of learning objects and their contents as specified in ALOCoM to associate them with the person-specific information from FOAF. The novel concepts for tasks, skills, interactions and media containers support the specification of new custom concepts. The concept of content objects is composed of single content fragments (media objects like video, text, image) as well as the content object category which supports the classification of content objects according to specific criteria (training material, field reports, etc.). Based on the ontology, users can actively search for content objects, and content that matches their current situation in the working process and their personal profile is proactively recommended. The content objects are organized in media containers which consist of the components *My Media*, *Catalogue* and *Learning Area*, and *MOOC*. A task is related to a specific topic in the curriculum (e.g. "requirements analysis" within the apprenticeship of "Qualified IT specialists") and requires specific skills. The chosen approach enables the seamless integration of content from repositories supporting ALOCoM or FOAF.

Incorporated in the Social Navigator, the ontology evolves over time and reflects the dynamics in the user's individual learning process as well as the continuously changing amount of relevant information. A dedicated knowledge adaptation component (cf. Section 4.2) uses techniques of ontology learning and ontology evolution to adapt the ontology over time.

4.2 Search and Recommendations

Zooming into the architecture from Figure 2, the search and recommendation component is sketched in Figure 4. It serves as the central entry point for all information needs and requests users might have in their teaching or learning processes. Searches and recommendation requests can be triggered through the Visualization and Interaction API, which allows users to manage media and to use the knowledge base of the Social Navigator. In doing so, users are either enabled to actively carry out searches or to receive context-aware recommendations.

Within the *context evaluation* component, the received query from the client is enriched with contextual data that can be derived from the user's individual or work context. These relationships are extracted from the knowledge base. Within the information retrieval process, the choice of possible return entities has to be narrowed down (e.g. "only show videos", "only show material for specific skills", etc.). The *filtering component* carries out a first selection of retrieval candidates.

In a next step, the *ranking component* evaluates these retrieval candidates according to several criteria: the appropriateness for the given social media skills, the user preferences regarding topics, the semantic fit to the teaching, learning or work process, etc. The goal is to provide the most relevant content for the current situation in the teaching or learning process.

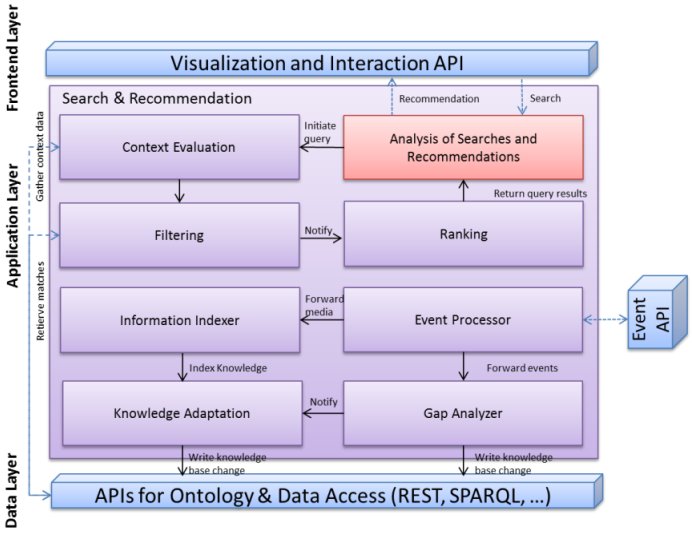


Figure 4: Search and Recommendation Component

The *event processor* covers all major events in the lifecycle of integrated data. Whenever external or internal learning objects are created, updated, or deleted, these actions are being notified via this interface. Hence, a continuous actualization of media contents in social networks and in the web can be ensured. Further, relevant events can be continuously evaluated (e.g. when a teacher updates his/her skill profile, or a student has uploaded a presentation about his/her last teamwork in school).

The *information indexer* gathers all information received from the various internal (e.g. Event API) or external (e.g. web) information sources. It brings the metadata gathered from these sources in the internal knowledge representation of the knowledge base. Moreover, using various mining techniques, the raw data of the media contents is analyzed and correlated with topic maps. The gathered usage data updates these correlation metrics over time, which may help to improve recommendations.

The *gap analyzer* evaluates usage data in real time and leverages information from the knowledge base to identify knowledge gaps related to social media skills or weaknesses within the strategy of searching for the right media, neglect of guidelines for the creation of certain content, etc. Based on the usage behavior the platform identifies knowledge gaps (e.g. a student has problems while s/he is creating a blog entry). The statistics in the knowledge base for the respective push recommendations are adapted accordingly, causing the recommender engine to be aware of these changes and to trigger a push recommendation towards the client. Whenever the gap analyzer discovers knowledge gaps for a user, push recommendations are sent to the user via the frontend.

The described components seamlessly integrate with the architecture depicted in Figure 2. Communication with frontends is being carried out via the Visualization and Interaction API, which also exposes major functionalities for performing explicit and implicit search and recommendation queries and to return appropriate result sets. The APIs for Data Access manage the persistence operations for the ontology structures, the knowledge base and arbitrary search indices and caches.

4.3 Mobile-enabled Social Learning Frontend

The frontend is optimized for mobile access and builds upon the idea to provide Social Reading functionality on top of learning material represented as eBooks. In this line, it aims at stimulating the interaction of learners by supporting social bookmarking, discussions, and annotations of learning material. To give examples, users can comment on paragraphs of eBooks, attach video files to sentences, or interlink words in the text with articles from open knowledge bases such as Wikipedia.

Technically, Social Learning is implemented via annotations of digital text content. Traditionally, annotations on paper books may serve different functions within the learning process, such as the signaling for future attention, placemarking and aiding memory, problem-working, interpretation, tracing process, or incidental reflection of the material [8]. In the context of our mobile learning environment, these annotation functionalities are enhanced in two different ways:

- First, annotations may not only contain textual content, but also provide links to other resources, e.g. to web pages delivering context or background information or to social media such as YouTube videos, Wikipedia articles, etc. By sharing these annotations publicly with other users or user groups, all stakeholders – in particular learners, teachers, and trainers – can collaboratively augment the learning material with external background information, thus constantly increasing the information content and value of the learning material.
- Second, social annotations are a means to stimulate social interaction that is tightly bound to (specific fragments of) the learning objects: text annotations can be used to raise open questions inline, comment on text passages, and start interactive discussions with other users.

> Annotations that are made by users and marked as public are immediately visible to other users, facilitating a contemporary discussion and knowledge exchange between learners. As such, social annotations increase both the users' engagement and their learning experience.

In addition to the Social Learning dimension, the mobile learning frontend builds on the idea of self-organized learning, guided through a navigation module. Rather than following a strict organization of learning materials in sequential courses, users can organize their learning material in private and shared libraries according to their preferences. Such libraries may contain different media types, including eBooks, audio, video, but also interactive exercises. Regarding library management, the search and recommendation engine plays a crucial role: it suggests personally relevant learning content to users, which can then be added to private or shared libraries by the click of a button.

The benefits of the self-organized Social Reading approach of the Social Navigator are obvious: On the one hand, the integration of the social media technology (such as interactive, forum-like discussions tightly coupled to learning material) implicitly fosters knowledge and skills about the use of social media in a practical setting. On the other hand, it enables an interactive learning experience, stimulates discussions about content and learning material, and increases the value of content, which is iteratively enhanced with annotations providing context information or links to background material.

5 Conclusion and Future Work

The new concepts of the Social Navigator have been tested in workshops with teachers and trainees in vocational IT education. The evaluation revealed that features like search, self-organized collection, grouping and flexible sharing of learning materials as well as social learning and personalized recommendations target the needs of the user groups. As to training needs, high relevance was given to the skill-facets *search and select information* (in particular selecting and judging information quality) and *communicate and comment on information* (in particular share information adequately).

To identify the most important training needs more systematically, we are currently developing tests that help to find out skill gaps with respect to the social media skill facets (cf. Section 2). The tests are piloted in six vocational school classes. The results will influence for which skills facets initial training material will be developed, curated and aggregated. In a second step, the Social Navigator together with the training materials will be piloted in vocational schools within real teaching situations.

Within the pilot phase, a further analysis of user requirements will be carried out to gather feedback for UI design and configurations of filters, rankers and required information sources. According to the feedback, filters, crawlers, and rankers will be configured and plugins will be implemented. Next, a performance analysis against a test data set will be carried out: The system will be analyzed according to state of the art information retrieval metrics such as precision, recall and fall-out. Furthermore, lab tests with test users are going to be carried out to gather feedback for UI design. In the final phase of the project a field test in a real-life vocational education environment will be carried out with a sufficient sample size of users to ensure a qualitative evaluation of the concept. The authors are aware of the risks that may occur particularly in the initial testing phase, as the amount of uploaded and linked contents determine whether the Social Navigator will be successful or not. For this reason, the project members are currently uploading and linking media contents to the platform. To reduce the traditional cold start problem we combine content-based, collaborative, knowledge-based and semantic filtering techniques. Following iterative research and development principles, all steps can have back-loops to previous steps, to align requirements from users with results from conceptual work.

The Social Navigator is devised to be an open community based platform. Its sustainable use strongly relies on user participation as well as quantity and quality of (user-generated) contents. We plan to stimulate community building and content generation in the piloting phase. We will develop dedicated example training materials to be used in the pilots. Based on the experiences, we will provide guidelines and help for the production of own social media training materials. Pilot partners will be invited to share experience reports and training materials.

In addition to its primary purpose, viz. to support training of social media skills within vocational ICT-education, the technology behind the Social Navigator can be transferred to other domains as well. In this line, the developed technology can serve as a general light-weight tool to support learners and teachers to collaboratively work with digital learning materials.

6 Acknowledgments

This research has been co-funded by the European Social Fund and the German Federal Ministry of Education and Research within the project KOMMIT (cf. http://www.kommit-projekt.de).

7 References

[1] Baacke, D (1996): Medienkompetenz, Begrifflichkeit und sozialer Wandel. In A. Rein (Ed.) Medienkompetenz als Schlüsselbegriff, 112–124. Bad Heilbrunn.

[2] Brickley, D; Miller, L (2010): The Friend of a Friend (FOAF) Project. http://www.foaf-project.org/. Abgerufen am 16.09.2013.

[3] Harvard Business Review (2010): The New Conversation: Taking Social Media from Talk to Action. Survey, Harvard Business Review Analytic Services.

[4] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004). Design Science in Information Systems Research, MIS Quarterly, 28(1), pp.75–105.

[5] Jovanović, J; Gašević, D; Knight, C; Richards, G (2007): Ontologies for Effective Use of Context in e-Learning Settings. Educational Technology & Society, 10(3), 47-59.

[6] Kaplan, A; Haenlein M (2010): Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business horizons*, 53(1), 59-68.

[7] Larcker, DF; Larcker, SM; Tayan, B (2012): What do Corporate Directors and Senior Managers Know about Social Media? Survey, Rock Center for Corporate Governance, Stanford University.

[8] Marshall, CC (1997): Annotation: from paper books to the digital library. In ACM DL, *Proceedings of the second ACM international conference on Digital libraries*, Philadelphia.

[9] Martín, E.; Carro, RM; Rodríguez, P (2006). A mechanism to support context-based adaptation in m-learning. In *EC-TEL: Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing*.

[10] Oloff, C.; Kammerer, Y.; Gerjets, P. (2013): Theoretisches Rahmenmodell zu Fertigkeiten bei der Nutzung des Social Web für Wissenserwerb, Wissenskonstruktion und Wissensaustausch. *14. Fachtagung Pädagogische Psychologie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie*, Hildesheim.

[11] Parola, A; Ranieri, M (2010): Media Education in Action - A Research Study in Six European Countries. Firenze University Press, Firenze.

[12] Schelhowe, H; et. al. (2009): Kompetenzen in einer digital geprägten Kultur: Medienbildung für die Persönlichkeitsentwicklung, für die gesellschaftliche Teilhabe und für die Entwicklung von Ausbildungs- und Erwerbsfähigkeit. Bericht der Expertenkomission, Deutsches Bundeministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

[13] Siadaty, M; Eap, TM.; Jovanovic, J; Gašević, D; Torniai, C; Hatala, M. (2008). Semantic technologies for socially-enhanced context-aware mobile learning. In *EC-TEL: Times of Convergence. Technologies Across Learning Contexts*.

[14] Sleeman, J; Finin T (2010): Computing FOAF Co-reference Relations with Rules and Machine Learning. *Proceedings of the Third International Workshop on Social Data on the Web*, China.

[15] Verbert, K; Jovanovic, J; Duval, E; Gasevic, D; Meire, M. (2006): Ontology-based learning content Repurposing: the ALOCoM Framework. International Journal on E-learning, 5(1), 67-74.

[16] Verbert, K; Jovanovic, J; Gasevic, D; Duval, E; Meire, M (2004): Towards a Global Component Architecture for Learning Objects: A Slide Presentation Framework. *Proceedings of the 17th ED-MEDIA*, Switzerland.

[17] Di Valentin, C.; Hegmans, J.; Emrich, A.; Werth, D.; Loos, P. (2013): Conceptual design of a tool for personalized and context-based learning on the job. Bulletin of the Technical Committee on Learning Technology (IEEE TCLT Bulletin), 15(3), 1-4.

[18] Volksschulamt Zürich (2013): Einleitung zum Medien und ICT-Konzept. http://ict-guide.edu-ict.zh.ch/1-einleitung-zum-medien-und-ict-konzept. Bildungsdirektion, Fachstelle Bildung & ICT. Abgerufen am 16.09.2013.

Herausforderungen und Best Practices der E-Learning Einführung im Unternehmen

Sarah Oeste

Universität Kassel, FG Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel, E-Mail: sarah.oeste@uni-kassel.de

René Wegener

Universität Kassel, FG Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel, E-Mail: wegener@uni-kassel.de

Jan Marco Leimeister

Universität Kassel, FG Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel, E-Mail: leimeister@uni-kassel.de

Abstract

Der Beitrag untersucht, wie Bildungsdienstleister E-Learning in Unternehmen einführen. Er identifiziert und strukturiert praktische Herausforderungen, Best Practices zu deren Bewältigung und organisationale Erfolgsfaktoren. Dazu wird ein Vorgehensmodell der Diffusionstheorie auf den E-Learning Bereich übertragen und mit praktischen Erkenntnissen verglichen. Es wurden sechs semi-strukturierte Experteninterviews durchgeführt und qualitativ ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass Top-Down Ansätze mit begleitenden Maßnahmen wie Multiplikatorenschulungen als besonders erfolgreich gelten. Dienstleister fokussieren sich dabei auf frühe Phasen der Einführung, während die Übernahme in die Arbeitsroutine der Mitarbeiter weniger unterstützt wird. Der Beitrag der Arbeit liegt in der Identifikation und Synthese von Best Practices zur erfolgreichen E-Learning Einführung im Unternehmen, die anhand eines Modells aus der Diffusionstheorie strukturiert werden.

1 Die Einführung von E-Learning im Unternehmen

Betriebliche Weiterbildung wird im Wesentlichen durch den Arbeitgeber finanziert sowie initiiert und erfolgt während der Arbeitszeit [8]. Unternehmen verfolgen dabei das Ziel, durch Mitarbeiterqualifizierung wettbewerbsrelevanten Anforderungen gerecht zu werden [2]. Infolge des demografischen Wandels gewinnt betriebliche Weiterbildung daher zunehmend an Bedeutung [2]. Lernen kann in diesem Kontext sowohl in Präsenz als auch IT-gestützt erfolgen. Als Sammelbegriff bezeichnet E-Learning IT-gestützte Lehr- / Lernformen, die orts- und zeitunabhängig genutzt werden können [1]. Weiterbildungsmöglichkeiten in Form von E-Learning werden aufgrund ihrer Flexibilität zunehmend in der beruflichen Weiterbildung eingesetzt. Eine Studie aus dem Jahr 2011 mit 200 deutschen Unternehmen zeigt, dass 92% der befragten Unternehmen Blended Learning, eine Kombination aus Präsenzlernphasen und E-Learning, einsetzen. Mobile Apps, soziale Netzwerke sowie Web Based Trainings (WBTs) werden von ca. 70% der Unternehmen eingesetzt [15].

Demgegenüber werden aber häufig E-Learning Plattformen oder WBTs von den Mitarbeitern, den eigentlichen Endanwendern, nicht im vom Unternehmen erwarteten Umfang aktiv von sich aus genutzt. Ein Grund dafür ist, dass E-Learning Angebote nicht optimal in Arbeitsalltag und -routinen der Betroffenen verankert sind. Außerdem werden Mitarbeiter durch die rasante Entwicklung im E-Learning immer wieder mit neuen technischen und mediendidaktischen Präsentationsformen konfrontiert und sind angehalten, verstärkt selbständig, im Fall eines Videos oder WBTs auch isoliert, zu lernen. Dabei unterscheiden sie sich hinsichtlich ihrer Gruppenorientierung, Medienaffinität, Fähigkeit zur Selbststeuerung und intrinsischen Motivation [19]. Bildungsanbieter müssen daher Einführungsmaßnahmen konzipieren, um E-Learning Angebote erfolgreich in einem Unternehmen zu etablieren. Der Erfolg bemisst sich im Rahmen dieses Beitrags an der Nutzeradoption und deren Interaktion mit dem E-Learning. Diese bildet eine wichtige Voraussetzung für die nachgelagerte langfristige Nutzung, sowie daraus resultierend die Lernzufriedenheit und den Lernerfolg.

In die Phasen der Konzeption und Einführung einer E-Learning Lösung sind jedoch mehrere Parteien wie Unternehmensführung, leitende Angestellte und Mitarbeiter involviert, die unterschiedliche Motivation und Widerstände aufweisen. Anbieter müssen diese potenziellen Barrieren kennen und mit geeigneten Interventionsmaßnahmen adressieren. Das Ziel dieses Beitrags besteht darin,

1. die Phasen des Einführungsprozess zu analysieren,
2. involvierte Personen zu identifizieren und ihnen mögliche Barrieren und Ängste zuzuordnen,
3. sowie Best Practices in Form von Interventionsmaßnahmen und organisationalen Erfolgsfaktoren zur deren Bewältigung zusammenzufassen.

Im nachfolgenden Abschnitt werden unterschiedliche theoretische Perspektiven auf die Einführung IT-gestützter Innovationen im Unternehmen dargestellt. Als Ergebnis wird ein Vorgehensmodell aus der Diffusionstheorie identifiziert, welches zur Analyse und Gestaltung der E-Learning Einführung geeignet ist. Dieses Modell dient als Grundlage einer qualitativen Analyse, die anschließend vorgestellt wird. Dabei wurden sechs semi-strukturierte Experteninterviews mit Geschäftsführern von Bildungsdienstleistern über einen zweimonatigen Zweitraum im Jahr 2012 geführt und die Ergebnisse anhand einer strukturierten Inhaltsanalyse kondensiert. Dem Vorgehensmodell folgend wird der Einführungsprozess in einzelne Phasen unterteilt, denen relevante Personen, mögliche Barrieren und Interventionsmaßnahmen zugeordnet werden. Die Ergebnisse werden abschließend zusammengefasst und im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen im E-Learning Bereich interpretiert. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Bildungsdienstleister sich der Herausforderungen bewusst sind und zahlreiche

Maßnahmen entwickelt haben, um E-Learning erfolgreich im Unternehmen einzuführen. Dazu zählen Multiplikatorenschulungen, Pilot-Rollouts oder auch materielle Anreize. Dabei gelten Top-Down Ansätze mit einer starken Beteiligung des Managements als besonders erfolgreich. Der Fokus liegt im Abbau der Widerstände in frühen Phasen der Einführung. Ungehobene Potenziale liegen daher möglicherweise in einer langfristigen Betreuung des E-Learning Angebotes, um den dauerhaften Transfer des Gelernten in die berufliche Praxis zu fördern.

2 Theoretische Ansätze zur Gestaltung der E-Learning Einführung

2.1 Entwicklung, Einführung und Evaluation von eLearning nach PAS Norm

Für die Einführung eines Weiterbildungsangebotes existieren keine eigenen Vorgehensmodelle. Vielmehr wird die Einführung als eine Phase im gesamten Entwicklungsprozess betrachtet. So adressiert beispielsweise die PAS Norm 1032-1 zur Aus- und Weiterbildung unter besonderer Berücksichtigung von E-Learning einen idealtypischen Ablauf zur E-Learning [5]. Basis ist ein Prozessmodell, das die Erbringung der Weiterbildungsdienstleistung, ähnlich einem Wasserfallmodell, in unterschiedliche Phasen unterteilt. Die Einführung ist in diesem Modell explizit als eine Phase vorgesehen, an die sich noch die Durchführung und Evaluation anschließen. Pro Phase werden unterschiedliche Stakeholder, Methoden und Zielsetzungen definiert. Die zur Einführung vorgeschlagenen Methoden beziehen sich vorwiegend auf technische Aspekte wie Integrations-, Last- oder Funktionstests. Explizite Interventionsmaßnahmen während der Einführung, die Barrieren aufseiten der Mitarbeiter adressieren, sind dagegen nicht vorgesehen. Damit eignet sich das Modell für die Planung der E-Learning Entwicklung, weniger für die Planung der Einführungsmaßnahmen.

2.2 Das TOM-Modell

Das TOM-Modell beschreibt mögliche Probleme im Rahmen des betrieblichen Wissensmanagements auf Basis der Größen Technik, Organisation und Mensch [3]. Barrieren auf technologischer Ebene können vorhandene, inkompatible Altsysteme sein. Eine menschliche Barriere ist die Angst, eigenes Wissen unnötig preiszugeben. Ein Beispiel für eine organisatorische Barriere ist ein Mangel an gemeinsamen Zielen und der Bereitschaft zu Veränderungen im Unternehmen. Da das betriebliche Wissensmanagement unmittelbar mit der betrieblichen Weiterbildung verknüpft ist, lässt sich das Modell entsprechend auf den E-Learning Bereich übertragen. Es beinhaltet jedoch keine Strukturierung des Einführungsprozesses, der im Fokus dieser Arbeit liegt.

2.3 Ein Modell auf Basis der Diffusionstheorie

Die Diffusions- und Adoptionstheorie beschreibt anhand chronologischer Phasen, wie sich Innovationen in den Alltag der Menschen einfügen. Im Vergleich zur „Theory of Planned Behavior“ [18], welche den Einfluss verschiedener Variablen auf individuelles Verhalten beschreibt, untersucht die Diffusionstheorie den Adoptionsprozess einer Innovation in einer Organisation. Eine Innovation ist eine Idee, Praktik oder Objekt, das von einem Individuum als etwas Neues wahrgenommen und adoptiert wird. Entscheidend ist dabei die subjektive Wahrnehmung des Adoptierenden [16]. Die Einführung von E-Learning als neue Form der Weiterbildung stellt für die Mitarbeiter etwas bislang Unbekanntes dar und rechtfertigt somit die Anwendung dieser Theorie.

Die Diffusion von E-Learning in ein Unternehmen ist ein Prozess, in dem die Mitarbeiter einzelne individuelle Adoptionsentscheidungen treffen. Die Innovation wird dazu den Mitgliedern (Mitarbeitern) des sozialen Systems (Unternehmen) über verschiedene Kanäle über einen bestimmten

Zeitraum hinweg bekannt gemacht [16]. Die Adoption ist abgeschlossen, wenn die Innovation, d.h. das E-Learning, im Unternehmen seinen Sonderstatus verliert und sich in tägliche Arbeitsprozesse integriert [4]. In Bezug auf die Fragestellung des Beitrages bedeutet dies, dass die Mitarbeiter eine positive Entscheidung getroffen haben, um E-Learning im Arbeitsalltag zu nutzen.

Der Einführungsprozess kann anhand des Vorgehensmodells nach Klein und Krcmar strukturiert werden, das für die Einführung von IT-Innovationen entwickelt wurde (Abbildung 1). Die Diffusion der Innovation in das Unternehmen herein und damit verbundene Adoptionsentscheidungen finden in mehreren Phasen statt (linke Seite): Beim *Agenda Setting* erfolgt eine Analyse der (Unternehmens-) Umwelt, bspw. der gegebenen Weiterbildungssituation. Darauf aufbauend wird die zum Problem passende Lösung, bspw. in Form eines E-Learning Angebotes, beim *Matching* ausgewählt [16]. Dies geschieht auf Organisationsebene, sodass die Einführung für das gesamte Unternehmen in Form einer autoritären Adoptionsentscheidung beschlossen wird. Die nun folgenden Phasen finden auf Ebene der Gruppe statt. Beim *Redefining* kommt eine Gruppe mit der Innovation in Kontakt, bspw. im Rahmen einer einzelnen Schulung. Im *Clarifying* intensiviert sie die Nutzung für ihren Arbeitsalltag, bis diese schließlich beim *Routinizing* ihre Neuheit verliert und sich in tägliche Arbeitsroutinen integriert [16].

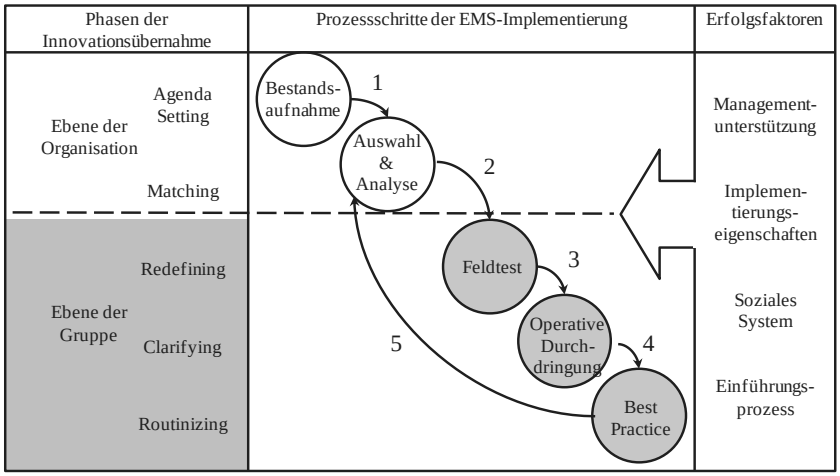


Abbildung 1: Theoriegeleites Vorgehensmodell nach Klein und Krcmar [9]

Damit diese Phasen erfolgreich durchlaufen werden, bietet das Modell konkrete Prozessschritte zu deren Unterstützung (Mitte). Im Fokus der *Bestandsaufnahme* stehen die Beschreibung der aktuellen Problemsituation innerhalb des Unternehmens, unternehmensbezogener Rahmenbedingungen sowie die Planung der Einführungsstrategie. Im Prozessschritt *Auswahl & Analyse* werden zur Einführung zentrale Personen und deren Widerstände identifiziert. Daran anknüpfend folgt der Schritt *Feldtest*, in dem die Innovation einem bestimmten Personenkreis über einen definierten Zeitraum hinweg zur Erprobung freigegeben und im Anschluss angepasst wird [5], [9]. Schließlich folgt die *operative Durchdringung* mit der Entwicklung von Szenarien zur Integration in den Arbeitsalltag. Neben der Koordination und Organisation des Betriebes und der Nutzung erfolgt die finale Einrichtung der technischen Infrastruktur, sodass sämtliche Voraussetzungen zur Nutzung des Angebotes vorhanden sind. Der Adoptionszyklus endet mit diesem Schritt und die Nutzung der Innovation wird zu einer Routine [5], [9]. Der Prozessschritt *Best Practice* ist durch Dokumentation von Lösungsvorschlägen und Einsatzszenarien gekennzeichnet, die der weiteren Verbreitung in der Organisation dienen [5], [9].

Auf die Prozessschritte wirken Erfolgsfaktoren (rechts), die keiner Phase direkt zugeordnet werden [9], [11], [12], [16]. In der qualitativen Studie haben sich *Managementunterstützung*, *soziales System* und die *Implementierungseigenschaften* als zentral erwiesen. *Managementunterstützung* ist insofern

von zentraler Bedeutung, dass dieses in der Lage ist, notwendige Ressourcen bereitzustellen oder Reorganisationsmaßnahmen zur Integration in den Arbeitsalltag anzustoßen. Zusätzlich kommt dem Management eine Vorbildfunktion zu. Ergänzend kann das Management durch sanften Druck oder formale Anordnungen die Nutzungsbereitschaft fördern [6], [9], [20]. Das *soziale System*, insb. die Unternehmenskultur, gibt Aufschluss darüber, welche Normen, Werte und Basisannahmen im Unternehmen verankert sind. Ein Verständnis der Unternehmenskultur sensibilisiert zudem für aufkommende Probleme im Zuge der Einführung [7], [17]. Es sollte in der Unternehmenskultur eine Offenheit gegenüber Veränderungen vorhanden sein, um den Adoptionsprozess zu stimulieren [9]. Den dritten Erfolgsfaktor bilden die *Implementierungseigenschaften* [13]. Eine Innovation sollte demnach u.a. funktionstauglich sein. Die Ausgestaltung der Einführung hängt zudem von der Implementierungskomplexität (bspw. Anzahl betroffener Mitarbeiter) sowie der Teilbarkeit (bspw. welchen Beitrag leistet die Teilnutzung einer Innovation zur Zielerreichung).

Insgesamt adressiert das Modell individuelle, organisatorische und technische Barrieren. Es gliedert den Einführungsprozess in einzelne Phasen und liefert Ansatzpunkte zu deren Gestaltung, weshalb es für die folgende Analyse als theoretische Basis dient.

3 Qualitatives Forschungsdesign und Methodik

Ziel der Untersuchung war es zu prüfen, ob das präsentierte Modell auf die E-Learning Einführung in der Praxis übertragbar ist, welche Barrieren charakteristisch für die Einführungsphasen sind, welche Gegenmaßnahmen Bildungsdienstleister einsetzen und welche organisationalen Erfolgsfaktoren zentral sind. Aufgrund der Komplexität des Themas, der Individualität von Lernangeboten sowie der Tatsache, dass der Faktor Mensch und dessen Adoptionsverhalten keine direkt messbaren Faktoren darstellen, wurde eine qualitative, eher explorative Herangehensweise gewählt [10]. Dafür wurden über zwei Monate im Jahr 2012 Experteninterviews mit sechs Bildungsdienstleistern geführt.

Die Datengewinnung anhand von Experteninterviews unterlag spezifischen Anforderungen: Ein Experte ist jemand, der über Technik-, Prozess und Deutungswissen verfügt, das sich auf sein berufliches Handlungsfeld bezieht [10]. In der Studie wurden deswegen Entscheidungsträger und Geschäftsführung von Bildungsdienstleistern befragt. Diese sind in der Lage, aufgrund facettenreicher Erfahrungen aus der Praxis eine ganzheitliche Einschätzung von der Konzeption bis hin zur Einführung eines E-Learning Angebotes zu geben. Um eine möglichst repräsentative Auswahl zu erreichen [10], wurden auf Basis einer vorangegangen Marktanalyse 18 potenzielle Dienstleister ausgewählt und zur Terminvereinbarung für ein Interview per E-Mail kontaktiert. Dabei wurden ausschließlich Full-Service-Provider ausgewählt, deren Expertise das komplette Leistungsspektrum einer E-Learning Lösung abdeckt und die Einführung ihrer Lösungen umfasst. Sechs über die Bundesrepublik Deutschland geografisch verteilte Entscheidungsträger oder Geschäftsführer der Bildungsdienstleister zeigten sich bereit, an einem 45-80 minütigen semi-strukturierten Experteninterview teilzunehmen, was einer Erfolgsquote von 33% entspricht. Der semi-strukturierte Interviewleitfaden orientierte sich an den im Modell beschriebenen Phasen der Innovationsübernahme, den zugeordneten Prozessschritten und Erfolgsfaktoren. In kondensierter Form zeigt die Abbildung 2 den Aufbau des Interviewleitfadens mit den wesentlichen Fragesequenzen.

	Inhalt	Ziel
Projektvorstellung	Vertraulichkeit, Ablauf, Hintergrund, allg. Fragen.	Rechtliches und Hintergrund der Studie.
Eisbrecherfrage	Position und Tätigkeit des Interviewpartners.	Interviewperson als Experte bestätigen.
Datenblock	Erläuterung des Angebotsportfolios des E-Learning Dienstleisters (Angebot, Kunden, Endnutzer).	Ausgehend vom Angebotsportfolio Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichern.
Leitfrage / Erzähl-aufforderung	Gestaltung der E-Learning Einführung durch Bildungs-dienstleister (Best Practice, Maßnahmenkatalog).	Vorgehensweise in der Praxis und spezifische Einflussfaktoren
Innovations-übernahme	Reaktionen der Mitarbeiter auf E-Learning, die vom Bildungsdienstleister wahrgenommen werden.	Praktische Herausforderungen: Ansprechpartner und Widerstände
Prozessschritte	Herausforderungen aus operativer Implementierungs-perspektive und Interventionsmaßnahmen.	Operative Maßnahmen: Personenbezogen und produktbezogen
Erfolgsfaktoren	Unternehmensbezogene Rahmenbedingungen, die sich positiv auf die E-Learning Einführung auswirken.	Merkmale von Rahmenbedingungen im Unternehmen identifizieren.
Anekdote	Alleinstellungsmerkmal der Einführungsstrategie des Bildungsdienstleisters .	Unerwartete Informationen (Schlüssel-erlebnisse) durch Nachdenken.

Abbildung 2: Struktureller Aufbau des Interviewleitfadens

Die Auswertung folgte in angepasster Form dem inhaltsanalytischen Ablaufmodell nach Mayring [14], sodass Nachvollziehbarkeit, Intersubjektivität sowie die Güte der Ergebnisse gewährleistet werden.

Methodik	Umsetzung in der qualitativen Studie
Festlegung des Materials	Auf Basis einer Marktanalyse wurden 18 Bildungsdienstleister, sog. Full-Service-Provider, kontaktiert. Mit sechs Entscheidungsträgern oder Geschäftsführern wurden semi-strukturierte 45-80 min. Experteninterviews geführt.
Analyse der Entstehungssituation	Es wurden Telefoninterviews geführt. Nach gegenseitiger persönlicher Vorstellung wurden dem Interviewpartner Hintergrund und Zielsetzung geschildert. Gegenseitigkeit der lockeren Gesprächsatmosphäre wurde durch das zur Verfügung stellen der Studienergebnisse in aufbereiteter Form sichergestellt.
Formale Charakter-istika des Materials	Mit Einverständnis des Interviewpartners wurden die Interviews mit dem MP3 Skype Recorder aufgezeichnet und im Anschluss transkribiert. In den 84 Seiten Transkription wurden leichte sprachliche Glättungen vorgenommen.
Richtung der Analyse	Die Interviewdurchführung wurde durch einen Interviewleitfaden gestützt, um validere Rückschlüsse auf das zugrunde liegende theoretische Vorgehensmodell zu treffen. Der Leitfaden (vgl. Abbildung 2) wurde in Reihenfolge, Formulierung sowie inhaltlicher Tiefe an die Gesprächssituation flexibel angepasst.
Theoretische Differenzierung	Der theoretische Beitrag adressiert eine Theorieerweiterung durch die Anwendung eines Vorgehensmodells aus der Diffusions- und Adoptionsforschung auf den Bereich der E-Learning Einführung.
Bestimmung der Analysetechnik	Die Auswertungsmethode ist eine strukturierte Inhaltsanalyse. Konzeption eines Kodierleitfaden mit Anker-beispielen und Kodierregeln ermöglicht Emergieren neuer Erkenntnissen und Querschnitt durch das Material.
Definition Analyseeinheiten Kategoriensystem	Die Konzeption eines theoriegeleiteten Kategoriensystems bildet die Grundlage für die Auswertung. Im Wesentlichen enthält dieses die drei Kategorien, welche die drei Ebenen des Vorgehensmodells reflektieren. Weitere themenspezifische Unterkategorien wurden anhand der Interviews gewonnen und ergänzt.
Kodierleitfaden	Die Trennschärfe zur Zuordnung von Textbausteinen, Regelgeleitetheit und Nachvollziehbarkeit wurde durch die Formulierung von Definitionen, Ankerbeispielen und Kodierregeln zu jeder Kategorie sichergestellt.
Bearbeitung des extrahierten Materials	Die Auswertung erfolgte mit der Textanalysesoftware ATLAS.ti. Dem Kategoriensystem mit 106 (Unter-) Kategorien wurden 459 Textbausteine aus den Transkripten zugeordnet. Im Anschluss wurden Kategorien inkl. Textbausteine exportiert und in Form von Auswertungstabellen weiter analysiert. Ein höheres Abstraktions-niveau wurde durch die Formulierung von Generalsierungen und Reduktionen für jede Kategorie erzielt.

Abbildung 3: Inhaltsanalytisches Ablaufmodell der qualitativen Analyse [14]

Die Abbildung 3 zeigt das methodische Vorgehen zur Datenauswertung. Ausgehend von den Reduktionen der einzelnen Unterkategorien wurde das Material neu strukturiert und komprimiert. Auf Basis dieser Zusammenfassungen wurden die Ergebnisse nochmals interpretiert.

4 Herausforderungen, Maßnahmen und Erfolgsfaktoren der E-Learning Einführung

4.1 Praktische Herausforderungen der E-Learning Einführung

Es kann zunächst festgestellt werden, dass die Phasen des Vorgehensmodells, die Prozessschritte und die Erfolgsfaktoren gut auf den Bereich der E-Learning Einführung übertragbar sind. Alle Interviewpartner konnten konkrete Barrieren und Maßnahmen nennen, die sich allesamt den einzelnen Bereichen zuordnen ließen. Als erstes werden nun die Phasen der Innovationsübernahme betrachtet. Ihnen werden relevante Ansprechpartner und deren mögliche Barrieren in Form von Ängsten und Widerständen zugeordnet (Abbildung 4).

Die Interviewergebnisse zeigen zunächst, dass die ersten drei Phasen, also das Agenda Setting, Matching und Redefining, von den Bildungsdienstleistern klar fokussiert werden, während Clarifying und Routinizing weniger Beachtung finden. Der Grund liegt darin, dass gewöhnlich Geschäftsleitung und Top-Management eine initiale und autoritäre Adoptionsentscheidung für den Einsatz von E-Learning im Unternehmen treffen. So äußerten die Befragten bspw. *„Wir haben teilweise den ersten Kontakt mit Projektleitern, die große Qualifizierungsprojekte stemmen sollen […]“*

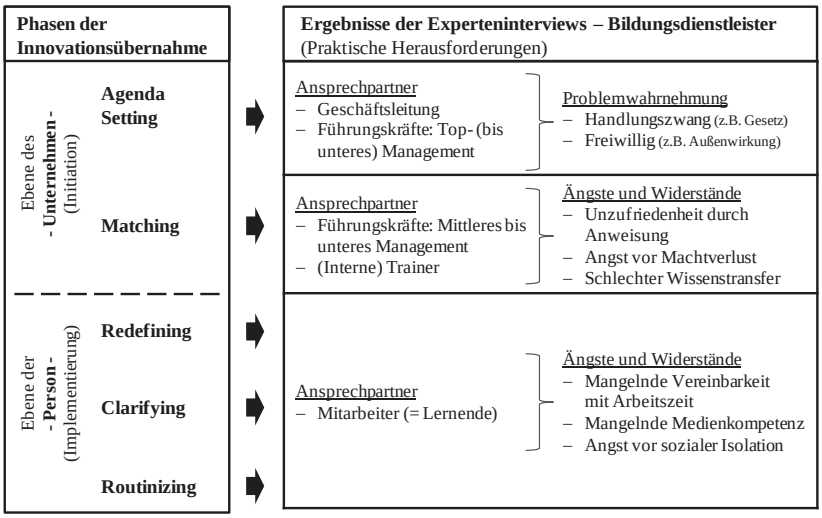


Abbildung 4: Phasen der Innovationsübernahme – Praktische Herausforderungen

In der zweiten Phase werden Stakeholder des mittleren bis unteren Management, insbesondere Fachvorgesetzte, adressiert. Diese zählen zwar zu dem erweiterten Kreis der Initiatoren, sind aber an der grundsätzlichen Adoptionsentscheidung nicht beteiligt. Vielmehr treffen sie eine nachgelagerte Adoptionsentscheidung, bspw. zur genauen Gestaltung und den Inhaltes eines E-Learning. Auf dieser Ebene treten erste Widerstände auf. Oft resultiert Unzufriedenheit aus der top-down gerichteten Anweisung zum Einsatz von E-Learning. Erfahrene Mitarbeiter mit Expertenwissen aus dem Management fürchten oft einen Reputations- und / oder Machtverlust durch das E-Learning. Die Konsequenz ist eine schlechte Informations- und Wissensweitergabe über das E-Learning Vorhaben an ihre Mitarbeiter. Erst nachdem top-down gerichtet die Hierarchiestufen durchlaufen sind, werden die betroffenen Mitarbeiter, die Lernenden, adressiert.

Ab der Phase Redefining sind die Lernenden am Ende der Hierarchiestufen involviert. Diese Personengruppe ändert sich von nun an nicht mehr. Deren Vorbehalte fokussieren auf ausreichend Freiräume zum Lernen während der Arbeitszeit, mangelnde Medienkompetenz im Umgang mit E-

Learning oder der Angst vor sozialer Isolation. Letzteres wurde mehrheitlich von den Bildungsdienstleistern in den Interviews thematisiert. Wie diese aufgezeigten Problemfelder in Form von Ängsten und Widerständen überwunden werden können, wird nachfolgend diskutiert.

Aus den Experteninterviews geht hervor, dass Konzeption und Einführung von E-Learning nicht getrennt betrachtet werden können. Ein erfolgreicher Diffusionsprozess hängt also zunächst davon ab, dass das E-Learning den Bedürfnissen der Zielgruppe entsprechend konzipiert wird. Die Interviewten waren sich darin einig, man müsse „[…] *die Widerstände über die Qualität des E-Learning und die Gestaltung der Lerninhalte beheben oder brechen.“* Kurzfristige Interventionsmaßnahmen tragen anschließend zum Abbau von Barrieren bei. Abbildung 5 stellt den Prozessschritten des Diffusionsprozesses jeweils die mitarbeiterbezogenen Maßnahmen sowie die produktbezogenen konzeptionellen Maßnahmen gegenüber. Es zeigt sich, dass Bildungsdienstleister bis zur operativen Durchdringung involviert sind und sich mit dem Rollout weitestgehend zurückziehen.

4.2 Interventionsmaßnahmen und organisationale Erfolgsfaktoren

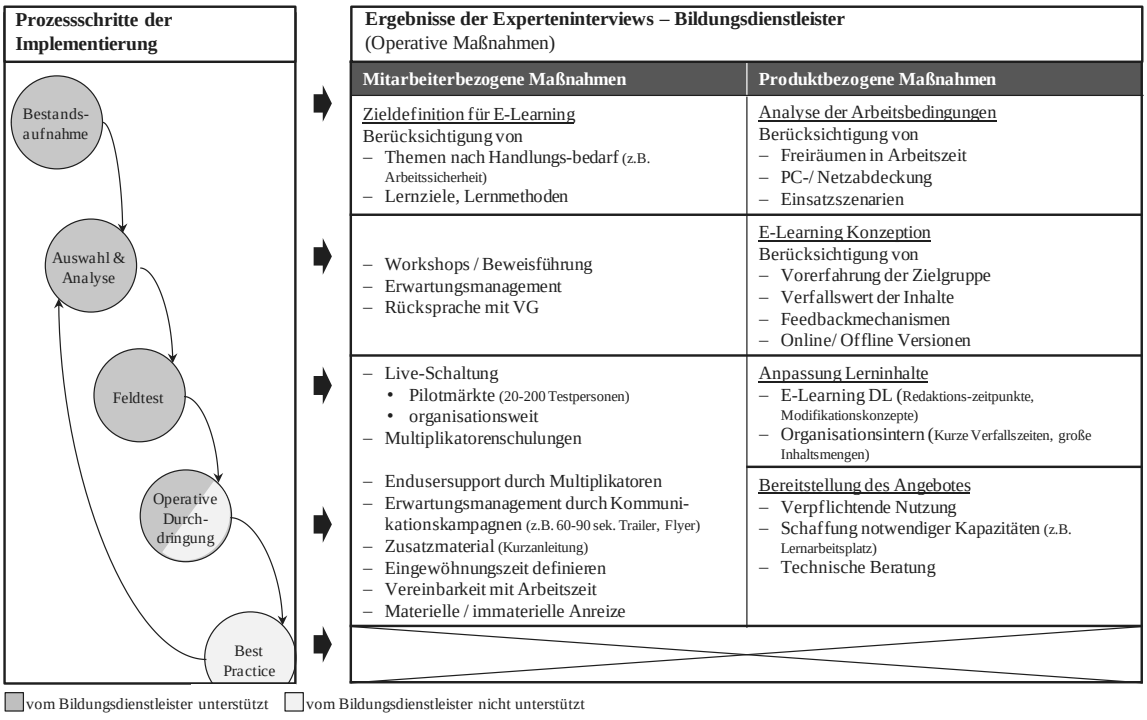


Abbildung 5: Prozessschritte der Implementierung – Operative Maßnahmen

Alle Interviewpartner vertraten die Ansicht, zu Beginn mit den Initiatoren die grundsätzliche Lernziele, -methoden, -techniken und Dauer einer E-Learning Maßnahme im Rahmen von Erstgesprächen zu definieren. Sobald die grundsätzliche Entscheidung für E-Learning getroffen ist, werden Arbeitsbedingungen hinsichtlich technischer Infrastruktur und Lernfreiräume im Unternehmen analysiert und hinreichende Einsatzszenarien entworfen.

Um in einem nächsten Schritt den erweiterten Kreis der Initiatoren bzw. Führungskräfte zu überzeugen, ergreifen Bildungsdienstleister personenbezogene Maßnahmen in Form von Erwartungsmanagement und Workshops. Die Experten empfehlen*[…], dass man Arbeitssitzungen macht, dass man präsent beim Kunden vor Ort ist und dass man wirklich auch kleine Arbeitsschritte macht, die man normal telefonisch abstimmen würde, dass man diese in die Gruppe rein trägt und die Personen sensibilisiert.“* Als Botschaft wird u.a. der Nutzen der E-Learning Maßnahme klar

vermittelt. Im Härtefall, wenn bspw. eine Führungskraft das E-Learning komplett boykottiert, liefert die Rücksprache mit dem Vorgesetzten einen Lösungsweg. Im Austausch zwischen den Initiatoren und dem Bildungsdienstleister werden für die E-Learning Konzeption u.a. Vorerfahrung im Umgang mit E-Learning oder Weiterbildungssituation im Unternehmen berücksichtigt. Erst nach gemeinsamer Einigung auf ein konkretes Angebot durch die Initiatoren erfolgt die eigentliche Konzeption.

Mehrheitlich wurde von den Bildungsdienstleistern als Maßnahme, um Ängsten und Widerständen der Mitarbeiter zu begegnen, eine etappenweise Live-Schaltung des E-Learning und die Durchführung von Multiplikatorenschulungen genannt. In ausgewählten Pilotgruppen mit 20-200 potenziellen Lernenden wird das Weiterbildungsformat getestet. „*Da werden dann quasi in einer kleinen Kontrollgruppe erste Tests [gemacht]. Sowas wie Usability Tests und Befragungen, um das Format an sich zu testen, um die Akzeptanz zu testen usw. […]Und die ersten Erfahrungen, die dann beim Piloten gemacht werden, die werden dann für die Rollouts in den anderen Markten genutzt"*. Die möglicherweise erforderliche Anpassung der Lerninhalte kann durch den Bildungsdienstleister zu vereinbarten Redaktionszeitpunkten oder durch das Unternehmen selbst erfolgen. Letzteres ist jedoch eher bei Lerninhalten mit kurzen Verfallszeiten gekoppelt mit einer leichtgewichtigen E-Learning Lösung geeignet, die über Editierungsoberflächen verfügen.

Nach dieser Pilotphase wird das E-Learning tiefer im Unternehmen bereitgestellt. Ab diesem Zeitpunkt sind mitarbeiterbezogene Maßnahmen in Form eines aktiven Erwartungsmanagement aufzusetzen, welches durch Kommunikationskampagnen umgesetzt werden kann. Viele Dienstleister entwickeln bspw. „[…] *einen Trailer, der eine Vorschau auf das bringt, was da kommen wird. Wo das richtig angeteased wird, um die Leute so emotional ein bisschen aufzuladen und um die Spannung zu steigern."* Inhalt sollte eine klare Botschaft des Managements sein, das sich zur E-Learning Maßnahme bekennt und den persönlichen sowie organisationalen Nutzen kommuniziert. Um generell Interventionsmaßnahmen zu formulieren, welche die Ängste und Widerstände der Lernenden adressieren, ist es wichtig, dass es sich um ein qualitativ hochwertiges E-Learning handelt, welches auch von Mitarbeitern mit wenig Medienkompetenz genutzt werden kann. Zudem benötigen die Lernenden eine gewisse Eingewöhnungszeit, um dieses neue Medium zu akzeptieren. *„Dass man da wirklich die Awareness für schafft, dass es sich um ein Training handelt und dafür müssen die Kolleginnen und Kollegen auch Zeit bekommen. Das ist die Hauptaufgabe im Rahmen des Change Management."* Durch materielle Maßnahmen wie monetäre Anreize, wenn bspw. ein Mitarbeiter durch die E-Learning Nutzung seine Qualifikation in einem vorgegebenen Zeitraum verbessert hat oder durch immaterielle Maßnahmen, wie die öffentliche Wertschätzung eines Mitarbeiters, kann die Motivation zur Nutzung gesteigert werden. Es sind weiterhin Rahmenbedingungen zu schaffen, um das Lernen mit der Arbeitszeit zu vereinbaren, bspw. durch den Vorgesetzten, der Freiräume schafft.

Produktbezogene Maßnahmen adressieren in dieser Phase Ausgestaltungsmöglichkeiten der Bereitstellung, bspw. eine durch den Vorgesetzten angewiesene Nutzung oder die Schaffung nötiger Kapazitäten wie Lernarbeitsplätze. Zudem muss die technische Infrastruktur den Mitarbeitern bereitgestellt werden. Hierfür bieten Bildungsdienstleister Beratungsleistungen an und weisen auf die Bereitstellung eines Endusersupports hin. Für letzteres werden sog. Multiplikatoren, Mitarbeiter mit entsprechendem fachlichem Know-How, identifiziert und ausgebildet. Diese sollen die Lernenden Kollegen zukünftig im Umgang mit E-Learning unterstützen.

Die Unterstützung durch den Bildungsdienstleister endet, wie im linken Bereich der Abbildung 5 farblich abgesetzt, nach Eintritt des Prozessschrittes der operativen Durchdringung bzw. des Clarifying im Diffusionsprozess. Das bedeutet, dass diese zwar zahlreiche Maßnahmen zur initialen Bekanntmachung des E-Learning durchführen, jedoch keine langfristigen Aktivitäten vornehmen.

Hierunter wäre vorstellbar, dass Lernerfolgsmessungen nachgelagert zu Trainings stattfinden oder spezifische Transfermaßnahmen angeboten werden. Es erscheint jedoch so, dass aus Kostengründen die Beteiligung der Bildungsdienstleister in dieser Phase endet und von hier das Unternehmen selbständig an der weiteren Verbreitung des E-Learning Angebotes arbeitet.

Es wirken jedoch nicht nur die Maßnahmen des Dienstleisters auf die Akzeptanz des Angebotes, sondern auch Erfolgsfaktoren in Form von Organisationskultur, -struktur und Managementunterstützung (Abbildung 6). Für das soziale System mit der Unternehmenskultur konnten auf Basis der Experteninterviews Symbole mit positiver Wirkung auf die E-Learning Einführung herausgearbeitet werden. Beispiele sind ein Fürsprecher (z.B. CEO) mit top-down gerichteter Kommunikation und dessen vorbildhafter Nutzung oder Kommunikationskampagnen. „*Das machen wir auch übrigens gerne, dass wir einen Fürsprecher haben. Also wenn wir das erste Modul haben, dann ist es natürlich schön, wenn es ein Vorstand ist, z.B. der Personalvorstand.“* Sind in den Werten und Normen des Unternehmens Eigeninitiative, Engagement, Kritikfähigkeit oder Offenheit bei der Wissensweitergabe verankert, ist von einer schnelleren Adoptionsgeschwindigkeit auszugehen. Auch ein gewisser Systemstolz kann dazu positiv beitragen. Für die Basisannahmen erweisen sich Angstfreiheit und Offenheit gegenüber Veränderungen als positive Treiber. Aus struktureller Sicht sollte die E-Learning Maßnahme in einem Projektteam oder auf Abteilungsebene verankert sein, in „[...] *eine Gruppe von Projektverantwortlichen, die sich eigentlich damit beschäftigen, was gibt es für Anforderungen, wie müsste das E-Learning Angebot optimal für das entsprechende Unternehmen ausgestaltet sein.“* Hinzu kommt, dass ein E-Learning Beauftragter mit Entscheidungsmacht benannt werden sollte, um geplante Maßnahmen durchsetzen zu können. „*Ganz schwierig ist es immer, wenn ein Kunde zwar sagt, er sei der Hauptansprechpartner aber er hat immer drei oder vier Leute, die immer genauso mächtig sind oder am Ende doch entscheiden.“* Zudem ermöglichen steile Hierarchien mit klaren top-down gerichteten Weisungsbefugnissen eine reibungslose Einführung von E-Learning. Auch die Managementunterstützung ist eine wesentliche Rahmenbedingung für die erfolgreiche E-Learning Einführung. Wichtig ist, dass das Management missionarische Arbeit leistet und in der Kommunikation mit Mitarbeitern eine Vorbildfunktion einnimmt. Dies ist für die erfolgreiche Einführung, also die nachhaltige Nutzung von E-Learning, erfolgsentscheidend und beeinflusst ganz wesentlich das Adoptionsverhalten der Mitarbeiter.

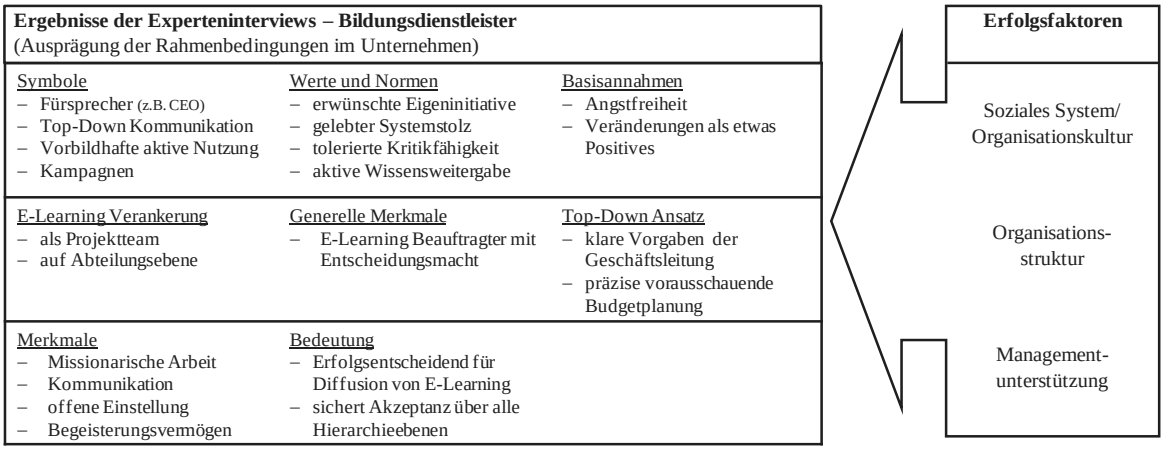


Abbildung 6: Organisationale Erfolgsfaktoren – Ausprägung der Rahmenbedingungen im Unternehmen

5 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Zunächst ist festzuhalten, dass sich das diffusionstheoretische Vorgehensmodell gut auf den Bereich E-Learning übertragen lässt. Die einzelnen Phasen und Prozessschritte wurden auf Basis der Interviewergebnisse um E-Learning spezifische Merkmale erweitert. Das so ausgestaltete Modell berücksichtigt die personenbezogenen Ängste und Widerstände, listet konkrete Maßnahmen zu deren Überwindung sowie unterstützende organisationsbezogene Erfolgsfaktoren auf. Es stellt damit eine Zusammenfassung bestehender Best Practices zur E-Learning Einführung dar.

Die Interviews zeigten, dass die Praxis zwischen *zwei Zielgruppen* unterscheidet, den Auftraggebern, also Initiatoren inklusive erweitertem Managementkreis, und den Konsumenten des E-Learning, also den Mitarbeitern. Diese Betrachtung schafft ein Bewusstsein für unterschiedlich vorherrschende Widerstände sowie für die Notwendigkeit zur Gestaltung gezielter Interventionsmaßnahmen für diese Personengruppen. Problematisch daran ist möglicherweise, dass E-Learning Produkte zunächst in erster Linie auf die Entscheider zugeschnitten werden und die Bedürfnisse der Lernenden selbst dadurch in den Hintergrund rücken. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass Bildungsdienstleister sehr wohl versuchen, die eigenen Produkte anschließend zielgruppenspezifisch anzupassen.

Zur Einführung hat sich ein *Top-Down Ansatz* bewährt. Dabei müssen explizit die Erwartungen an die Nutzung des E-Learning, der persönliche sowie der organisationale Mehrwert, herausgestellt werden. Entscheidungsmacht der durchsetzenden Person sowie klare Anweisungen sind dabei unabdingbar. Das bedeutet jedoch, dass E-Learning selten auf Initiative der Mitarbeiter eingeführt wird. Entsprechend existiert eine Notwendigkeit, insbesondere *zu Beginn gezielte Interventionsmaßnahmen* durchzuführen wie kleine Workshops, Pilotgruppen oder Managementinitiativen.

Die Unterstützung der Bildungsdienstleister in Form flankierender Maßnahmen ebbt den Ergebnissen nach, mit der Phase der operativen Durchdringung ab. Anbieter unterstützen die Einführung in Form von Feldtests und Pilotgruppen, ziehen sich jedoch mit dem Rollout zurück bzw. beschränken sich ab hier eher auf einen technischen Support. Eine längerfristige Betreuung des E-Learning Angebotes könnte jedoch zukünftig an Bedeutung gewinnen. Durch die Verbreitung von Breitbandinternet, Smartphones oder auch schulischem und hochschulischem E-Learning kommen Mitarbeiter frühzeitig mit diesem Medium in Kontakt. Durch eine verbesserte Usability, höhere Vertrautheit und hohe technische Stabilität, sinken möglicherweise auch die Barrieren zur E-Learning Einführung. Dadurch rückt möglicherweise die Frage in den Vordergrund, wie es um die andauernde Nutzung der Anwendungen und um den langfristigen Transfer des Gelernten in die betriebliche Praxis bestellt ist. Hier tut sich vielleicht ein neues Feld für Bildungsdienstleister auf, die zukünftig verstärkt am dauerhaften Praxistransfer, statt der anfänglichen Nutzeradoption gemessen werden.

6 Fazit, Einschränkungen und Ausblick

In dem Beitrag wurde die Einführung von E-Learning im Unternehmen auf Basis eines diffusionstheoretischen Vorgehensmodells analysiert. Durch sechs Experteninterviews wurden dem Modell folgend involvierte Personen und ihre Ängste und Widerstände identifiziert. Diesen wurden Interventionsmaßnahmen in Bezug auf das E-Learning Angebot selbst sowie in Bezug auf die Mitarbeiter gegenübergestellt. Weiterhin wurden organisationale Erfolgsfaktoren für die E-Learning Einführung identifiziert. Insbesondere wurde in der Praxis deutlich, dass eine top-down gerichtete Managementunterstützung zentral für eine nachhaltige Nutzung des E-Learning durch Mitarbeiter ist. Eine ebenso positive Wirkung geht von Multiplikatoren und kleinen Rollouts in Pilotgruppen aus.

Intensiver Austausch zwischen dem Bildungsdienstleister und dem Unternehmen erfolgt vorwiegend über persönlichen Kontakt mit den Initiatoren, dem Management. Damit besteht ein nur indirekter Kontakt mit den eigentlichen Endanwendern, den Mitarbeitern. Ein mögliches zukünftiges Handlungsfeld liegt zudem in begleitenden längerfristigen Transfermaßnahmen. Als Einschränkung der Studie gilt es die begrenzte Anzahl von Interviewpartnern zu berücksichtigen. Damit lassen sich die Ergebnisse nur unter Vorbehalt verallgemeinern. Demgegenüber handelte es sich bei den Experten jedoch um leitende Mitarbeiter führender E-Learning Anbieter. Aufgrund dessen und aufgrund der hohen Übereinstimmungsrate in den Interviewaussagen kann daher durchaus von fundierten Ergebnissen ausgegangen werden. Weitere Interviews oder die Durchführung einer detaillierten Fallstudie könnten die Ergebnisse zukünftig jedoch ausbauen.

Danksagung

Die in diesem Beitrag zugrunde liegende Forschung wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Projekt BlendedContENT (FKZ 01PF08022A) gefördert.

7 Literatur

[1] Adelsberger, H; Ehlers, U-D (2011): E-Learning. In: Krubel, K., Becker, J., Gronau, N., Sinz, E.S.L. (Hrsg.), *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Oldenbourg, München.

[2] Behringer, F (2011): Betriebliche Weiterbildung in Europa. Wirtschaftsdienst 91:15-19.

[3] Bullinger, H-J; Prieto, J; Wörner, K (1997): Wissensmanagement heute: Daten, Fakten, Trends. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation.

[4] Damanpour, F.; Gopalakrishnan, S (1998): Theories of organizational structure and innovation adoption: the role of environmental change. Journal of Engineering and Technology Management 15: 1-24.

[5] DIN (2004): Aus- und Weiterbildung unter besonderer Berücksichtigung von e-Learning - Teil 1: Referenzmodell für Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung. Beuth, Berlin.

[6] Fichman, R G (1992): Information Technology Diffusion - A Review of Empirical Research. In: DeGross, J. A.; Becker J. D.; Elam, J. I. (Hrsg.), *Proceedings of the 13th International Conference on Information Systems*.

[7] Grant, A (2013): Givers take all: The hideen dimension of coroprate culture. McKinsey Quarterly.

[8] Kaufmann, K; Widany, S (2013): Berufliche Weiterbildung - Gelegenheits- und Teilnahmestrukturen. Springer Fachmedien, Wiesbaden.

[9] Klein, A; Krcmar, H (2003): Electronic Meeting Systems Paradox - Hindernisse für den Einsatz funktionierender Technik und Ansätze zu ihrer Überwindung. Wirtschaftsinformatik 45(4):421–433.

[10] Lamnek, S (2010): Qualitative Sozialforschung - Lehrbuch. Beltz, Weinheim, Basel.

[11] Lechtchinskaia, L; Breitner, M H; Uffen, J (2011): Critical Success Factors For Adoption Of Integrated Information Systems in Higher Education Institutions - A Meta Analysis. In: P*roceeedings of AMCIS 2011*. Detroit.

[12] Leonard-Barton, D (1988): Implementation Characteristics of Organizational Innovations. Communications Research 15(5):603-631.

[13] Leonard-Barton, D; Deschamps, I (1988): Managerial Influence in the Implementation of New Technology. Management Science 34(10):1252-1265.

[14] Mayring, P (2010): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz Verlag, Weinheim und Basel.

[15] MMB-Institut (2012): Nutzung von Anwendungen als Lernform durch Unternehmen in 2012. Statista, Hamburg.

[16] Rogers, E M (2003): Diffusion of Innovations. The Free Press, New York.

[17] Schein, E H (1984): Coming to a New Awareness of Organizational Culture. Sloan Management Review 25(2): 3-17.

[18] Taylor, S; Todd, P (1995): Decomposition and crossover effects in the theory of planned behavior - A study of consumer adoption intentions. International Journal of Research in Marketing 12:137-155.

[19] Treumann, K P; Ganguin, S; Arens, M (2012): E-Learning in der beruflichen Bildung. VS Verlag für Sozialwissenschaften Springer, Wiesbaden.

[20] Wanner, J (2006): Multimediales Lernen in der Personalentwicklung: Formen - Einsatzmöglichkeiten - Potenziale. VDM Müller, Saarbrücken.

Technology Support for Informal Learning in Mobile Work Situations

Stephan Schäper

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, E-Mail: stephan.schaeper@uibk.ac.at

Stefan Thalmann

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, E-Mail: stefan.thalmann@uibk.ac.at

Research in Progress Paper

Abstract

Informal learning in mobile work situations is increasingly performed by many employees. This kind of learning is nested in everyday problem solving, and, if properly supported, employees and their organizations could provide competitive advantages. However, currently, only scattered research on technologies supporting informal learning in mobile work situations can be found. In this research in progress paper, we examine the currently used technologies to support informal learning in mobile work situations. Based on a literature review, we ran focus group interviews in healthcare and construction. The discussion of these results leads to six trends, which should be considered when designing technology intended to support informal learning in mobile work situations.

1 Motivation

With ever shorter cycles of innovation, organizations have to acquire more knowledge in shorter periods of time, improve their ability to learn and apply new knowledge [26], and hence, increase their absorptive capacity to maintain their competitiveness [7]. Many industries experience rapid change due to new technologies, processes, and materials [16]. Staying up-to-date as demanded by the rapid development of new technologies increasingly becomes an issue, especially in small and medium-sized enterprises (SMEs). It involves organizations from virtually all sectors, no matter whether they are more or less knowledge-intensive. So far, knowledge management has focused on large, knowledge-intensive enterprises [6] and office workers. But workers outside offices, in mobile, distributed teams, such as construction workers or medical personnel on home visits, have received little attention. However, knowledge acquisition assumedly is as crucial to them, and still, managing the organizational knowledge seems more challenging in these specific settings as desktop or laptop devices are not available at the "point-of-knowledge need". Currently, most SMEs adopt short-term, unstructured ways of organizational learning with the focus mainly on external knowledge [6].

Recent mobile technologies seem promising to support workers in such specific settings in their knowledge acquisition [3],[24],[26]. Mobile technologies seem to be promising to facilitate the acquisition of external knowledge, particularly in SMEs, since they are comparably cheap and they are with the employees in virtually all situations. However, little is known about the current usage of mobile technologies for informal learning in mobile work situations as well as the employee's demands. Hence, the goal of this research in progress paper is to analyze the existing body of literature, as well as to run focus group interviews to investigate the current usage and the future demand for supportive technologies for informal learning in mobile workplace settings.

2 Informal learning in mobile work situations

The term informal learning [20] can be described as the dominant metaphor on an individual level [18],[27] and is also the dominant way on workplaces called workplace learning [10]. Informal learning is nested in everyday problem-solving situations, where people learn through mistakes and interactions with colleagues [5], as well as learning from others' personal experience [7]. Furthermore, informal learning is seen within a continuum, where the informal learning aspects are underlined by their implicit, unintended, opportunistic, and unstructured learning character without teachers, which are often unplanned and outside formal trainings settings [7]. IT becomes more and more important for informal learning in the workplace. This trend is additionally boosted by the increased penetration of mobile devices have substantial computing and multimedia capabilities. Mobile devices are promising tools to facilitate the ad-hoc acquisition of external knowledge in workplace environments. Mobile technologies are used for accessing information anywhere and anytime in mobile work situations [4]. Seeking external knowledge, then, is performed using devices that can be flexibly used at home, in various kinds of workplaces, on the move, and during leisure activities [24]. Many mobile learning environments could profit from the several respective opportunities for employees, which assist and boost their senses for work learning sources and activities.

3 Procedure

We started our investigation on the current usage of IT for informal learning considering a structured literature review according to Webster and Watson [25]. Our underlying research question was: Which tools are IT tools are currently used for informal learning in mobile work situations, and which future demands exists? The results in terms of IT tools used for informal learning, as well as work routines supported by them will be used for the data analysis of focus group interviews. To ensure a consistent and feasible outcome, the keywords are organized in three related categories: 1st defined as mobile learning, mobile devices, mobile, 2nd defined as construction, healthcare and 3rd defined as collaboration, education, knowledge management, knowledge transfer, knowledge sharing, and learning. The keywords in category 1 have been chosen to ensure the mobile aspect of the results, whereas category 2 keywords support the relationship to both sectors. Keywords linked with category 3 have been selected to find articles focusing on informal learning and knowledge sharing, transfer and management activities. The keyword search considered keywords found in the title and the abstract of a paper. The outcome was 79 articles in four journals, named Biomedcentral (BMC) Medical Education (3), International Journal of Information Management (7), Computers and Education (40) and British Journal of Educational Technology (29). After an abstract scan the number of articles has decreased to 25, which were then analyzed by applying a qualitative content analysis based on Mayring [13].

After conducting the literature review we decided to run focus group interviews to investigate the current status in more detail in February 2013. The focus groups were conducted in the scope of the LEARNING LAYERS project which focusses on informal learning with mobile devices in construction and healthcare. Hence, we also focused on these two sectors. However, we are aware that the topic is also relevant for other sectors. The focus group in construction took 150 minutes and the focus groups in healthcare 100 minutes. Eight professionals participated in construction and twelve in healthcare. Interviewees were from healthcare in the UK and from the construction sector in Germany. All interviews were audio recorded and transcribed.

The data analysis of these focus group interviews was done by applying an informed inductive coding procedure based on Mayring [13], carried out via Atlas.ti. The results of the literature review were used as seed for this purpose. To ensure feasible codes, the percentage agreement method, mentioned by Lomard et al. [11] has been conducted. The range of this index is 0 - 1, whereas 1 means perfect agreement and 0 no agreement at all between the two independent coders. The intercoder reliability of our coding has a value of 0.917 which is determined as a suitable result [11].

4 Results

As a first result, each used technology found in the literature review has been linked to more specific activities, i.e. collaboration, content creation, content searching, and content sharing. These activities have been derived from the examined articles from the literature review. Table 1 summarizes the outcome from the literature review.

Activity / Technology	Collaboration	Content Creation	Content Searching	Content Sharing
GPS	x	x		x
Podcast			x	x
QR-Code	x			x
RFID	x	x	x	x
RSS			x	
SMS				x
Social Media	x	x	x	x
Tagging		x		
Video Communication	x			x
Virtual Reality	x		x	x

Table 1: Overview of used technologies in the literature review

As shown in table 1, the occurring technologies are GPS, Podcast, QR-Code, RFID, RSS, SMS, Social Media, Tagging, Video Communication, and Virtual Reality. Nevertheless, mobile phones, smartphones, (video)podcasts, online platforms, as well as social software are resulting IT tools.

Furthermore, the articles have been examined according to the leading question what informal learning activity is supported by this technology. Hence, the technologies were linked with the identified activities. The result of these steps is shown in table 2 as the current use of technologies to support informal learning activities reported by our focus group participants.

	Present							
Activity	Collaboration		Content Creation		Content Searching		Content Sharing	
Technology	*Construction*	*Healthcare*	*Construction*	*Healthcare*	*Construction*	*Healthcare*	*Construction*	*Healthcare*
Data Base System						x		x
eMail	x	x	x	x	x	x	x	x
Instant Messaging	x				x		x	
Intranet						x		x
Online Search	x				x	x		
Photo	x		x				x	
Podcast				x				x
SMS					x		x	x
Voice Communication	x	x	x		x	x	x	x

Table 2: Overview of current activity supporting technologies

Collaboration

Within this work the term collaboration will be used as an interactive process, which involves several individuals, optionally with different levels of specialized knowledge, working together in order to solve a bilateral defined problem [2],[9]. In the literature review collaboration was supported through technologies like RFID chips, QR-Code applications on smartphones, and social software.

People are using e-Mail distribution lists, which leads to the effect that people receive a high amount of e-Mails every day. Instant messaging, online search, as well as photos taken with a mobile device were further mentioned. A foreman argued for instant messages as the following: "*This is a great opportunity. If something went wrong, we can take a picture and send it via Whatsapp to our principal and can figure out a solution together."* The workers can take a photo with their smartphones directly at the construction area, add notes and forward both immediately. Interviewees argued that an online forum, social software and video communication are desirable technologies for a future use.

Content Creation

Holsapple and Jones [8] defined the creation of knowledge by discovering or derivation of existing knowledge. As knowledge discovering generates new content in less structured ways with the involvement of skills such as creativity, imagination and synthesis [8] this definition can be used in this work to get an understanding for the term content creation. If, for example, an employee uses his smartphone to take a picture at the construction site and maybe adds notes new content, that can be shared, searched or enriched has been created. This new content can be the starting point for an informal learning activity.

A foreman explained, how content creation with mobile devices is already done in his company: *"A friend of mine – he is electrician – has a tablet-pc, where he creates his plans. Being at a customer's, he takes out his tablet, can open the plan, zoom in or out, add photos and can show everything to the customer."* Here, the output format of the shared content has changed from text documents to multimedia artifacts. Employees can create content whenever and wherever they want and need not to follow a pre-defined procedure. Further, they can interact with physical artifacts by taking photos or scanning QR or RFID tags on physical objects. Further it showed, that the workers share experiences and advices on how the work should be done and furthermore they want to be able to justify their decisions. Furthermore, it can be argued that people create multimedia artifacts, such as photos enriched with explanations, instead of simple text documents.

Content Searching

Sellen et al. [22] differentiate the activity of content searching into finding, gathering or browsing information. The occurring technologies during the literature review are smartphone applications that are sometimes combined with RFID-chips, (video)podcasts, online platforms, virtual reality tools, and online maps. Currently used technologies to search for content are e-Mail, online search and voice communication. In contrast to the already used technologies, the interviewees argued for forums, social software, video communication, blogs and video communication tools as desirable future technologies. Further, it turned out that the physical context plays an important role for the search in mobile work situations. The location provides important context for the mobile search, such as the construction site with all details or the patient in a room or in a house during a home visit.

Content Sharing

Content Sharing can be described by adopting a definition of knowledge emission, which defines the emission of knowledge as a process of putting knowledge into organizational outputs for their release into the environment [8]. Technologies used by the interviewees of both sectors to share content are e-Mail, voice communication, online search as well as SMS. During the focus group, an interviewee argued for e-mail: *"If there is a problem at the construction site, I send a picture to my boss or a colleague. He may can help my solve my problem and delegates me through the next step."* Hence, multimedia artifacts facilitate the distance communication and also informal learning as pictures and videos are used as trigger for communications. However, choosing the right format of the content is important in mobile work situations: "you have to decide whether you need multimedia artifacts or if it is feasible to send text documents in order to share specific knowledge". Further, it was suggested to implement blogs to share experiences and to use video communication as an option to share content via video podcasts. The interviewees indicated a need for real-time data. This will lead to a big amount of data and hence the complexity to share the right data with the right people in an adequate way will rise as well along with the risk of a possible information overload.

5 Discussion

Based on the results presented in the previous section we identified trends of informal learning in mobile work situations leading to new requirements for technology support.

Employees create more multimedia contents: With the advent of advanced mobile devices, employees increasingly create digital artifacts. This trend could also have been observed in our focus groups in which experiences are shared and help is requested by sending photos enriched with descriptions or video messages. Technology supporting informal learning needs to find ways to structure the huge amounts of user generated contents and to make them accessible. In this regard, collaborative tagging seems to be a very promising approach [12].

Learning can be traced: The increasing creation of digital artefacts allows organizations to trace the informal learning paths and gain documented learning experiences. The concept of the activity stream is the basic idea for integration enabling a systematic analysis of informal learning in organizations. However, the prerequisite is that data from different applications and devices can be integrated, e.g., by an activity stream metadata standard [17].

Information load increases: The more digital artefacts are shared, the more information will be spread out and potentially overload employees. Here, employees from both sectors reported that mobile devices also have unintended negative effects. This leads to an overload especially in the middle management and senior staff positions. Hence, it is important for future learning technology to find ways to limit the information load. Adaptive systems and particular context aware filters are considered promising [21].

Complexity for knowledge distributors increases: Sharing knowledge gets easier for more and more employees with mobile devices. However, the variety of apps for content sharing and the number of contactable people increases and leads to more advanced decision problems which are frequently solved by contacting too many people and by using redundant communication channels. Hence, future learning technology should support the decisions about what knowledge to share with whom, in what form, and over what medium. Here, the development of decision support systems [23] and particular recommender systems seems [19] promising.

Physical context is increasingly important: Location-awareness is an important aspect of a mobile work situation and an important feature of mobile devices. The physical context is also one key element to handle the increasing amounts of digital media and to structure the activity stream. Contents are created in a physical context, and they are searched and retrieved in the physical context. Hence, future learning technology should provide features to deal with physical contexts. Here, research in modelling personal contexts seem to be a promising avenue for future research [1].

Opportunities for knowledge acquisition are extended: Mobile devices enable workers to acquire knowledge in nearly every situation as they are not bound to office environments. The challenge for learning technologies in this regard is to support employees in filtering the overwhelming number of opportunities. Here again, adaptive filtering approaches [21] seem to be a promising starting point for future research.

6 Conclusion

We investigated the current usage of IT for informal learning considering the increasing penetration of mobile devices. In general, it can be said, that supportive tools for the occurring activities collaboration, content creation, searching and sharing could be found in the literature and they were also mentioned in the focus group interviews. However, it also turned out that the current used tools support only a subset of the learners need and that further integration is needed.

One important observation was that employees create more multimedia contents, which leads, on the one hand, to a higher information load for knowledge consumers and, on the other hand, to an increasing complexity for the knowledge distributors. Nevertheless, the physical context and the creation of digital artifacts are becoming more important for employees. Based on the results of the literature review as well as on the results from the focus group interview, we identified six trends of informal learning in mobile work situations leading to new requirements for technology support.

Limitations of our work are the comparable small numbers of participants in the focus groups and the restriction of our research to healthcare and construction. Further, within the literature review, the activities and their supporting technologies were examined only in top ranked as well as health care or construction sector related journal articles. Hence, the presented preliminary results should be used a starting point to examine the usage of mobile technologies for informal learning in other sectors and by using larger samples in more detail. More specifically, we aim at investigating the effects on informal learning for individuals as well as organizations. The goal would be to develop a framework guiding the selection, composition, and application of available IT tools to support informal learning.

Acknowledgments

The research leading to the presented results was partially funded by the EC under the 7th Framework Programme through the project LEARNING LAYERS.

7 Literature

[1] Bao, T.; Cao, H.; Chen, E.; Tian, J.; Xiong, H. (2012): An unsupervised approach to modeling personalized contexts of mobile users. Knowledge and Information Systems 31(2):345-370.

[2] Brownell, M.T.; Walther-Thomas, C. (2002): An Interview with Dr. Marilyn Friend, Intervention in School and Clinic 37(4):223-228.

[3] Bruck, P.A.; Motiwalla, L.; Foerster, F. (2012): Mobile Learning with Micro-content: A Framework and Evaluation. In Proc. of the 25th Bled eConference, Slovenia AIS, Paper 2.

[4] Chen, I.J.; Chang, C.C.; Yen, J.C. (2012): Effects of Presentation Mode on Mobile Language Learning: A Performance Efficiency Perspective. AJET 28(1):122-137.

[5] Collin, K. (2006): Connecting work and learning: design engineers' learning at work. Journal of Workplace Learning 18(7/8):403-413.

[6] Durst, S.; Edvardsson, I.R. (2012): Knowledge management in SMEs: a literature review. Journal of Knowledge Management 16(6):879-903.

[7] Gray, C. (2006): Absorptive Capacity, Knowledge Management and Innovation in Entrepreneurial Small Firms, International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research 12(6):345-360.

[8] Holsapple, C.W.; Jones, K. (2004): Exploring primary activities of the knowledge chain, Knowledge and Process Management 11(3):155–174.

[9] Idol, L.; Nevin, A.; Paolucci-Whitcomb, P. (1994): Collaborative consultation, Austin, ProEd.

[10] Illeris, K. (2003): Workplace learning and learning theory. Journal of Workplace Learning 15(4):167-178.

[11] Lombard, M.; Snyder-Duch, J.; Bracken, C. (2002): Content analysis in mass communication: Assessment and reporting of intercoder reliability. Human communication research 28(4):587-604.

[12] Maier, R.; Thalmann, S. (2008): Institutionalised collaborative tagging as an instrument for managing the maturing learning and knowledge resources. International Journal of Technology Enhanced Learning 1(1/2): 70-84.

[13] Maier, R.; Thalmann, S. (2010): Using personas for designing knowledge and learning services: results of an ethnographically informed study. International Journal of Technology Enhanced Learning 2(1), 58-74

[14] Mayring, P. (2008): Qualitative Inhaltsanalyse - Grundlagen Und Techniken. Weinheim: BELTZ.

[15] Mazmanian, M.; Orlikowski, W.J.; Yates, J. (2013): The Autonomy Paradox: The Implications of Mobile Email Devices for Knowledge Professionals, Organization Science pp. 1-21.

[16] McDonald, J.; Ipakchi, A. (2006): Roadmap to the Future: Integrating Substation Information and Enterprise Level Applications, T&D Magazine pp. 32-37.

[17] Peinl, R.; Hetmank, L.; Bick, M., Thalmann, S.; Kruse, P.; Pawlowski, J.; Maier, R.; Seeber, I. (2013): Gathering Knowledge from Social Knowledge Management Environments: Validation of an Anticipatory Standard, 11th Int. Conference on Wirtschaftsinformatik, Leipzig, 753-767.

[18] Ravenscroft, A., Schmidt, A., Cook, J., & Bradley, C. (2012): Designing social media for informal learning and knowledge maturing in the digital workplace. Journal of Computer Assisted Learning 28(3):235-249.

[19] Resnick, P.; Varian, H.(1997): Recommender systems. Communications of the ACM, 40(3):56-58.

[20] Rogers, A. (2006): Informal Learning in Lifelong Learning. Paper presented at the Informal Learning and Digital Media: Constructions, Contexts and Consequences, Odense, Denmark.

[21] Sayed, A.H. (2003): Fundamentals of adaptive filtering. John Wiley & Sons.

[22] Sellen, A.J.; Murphy, R.; Shaw, K.L. (2002): How knowledge workers use the web, Conference on Human factors in computing systems changing our world, changing ourselves 4(1):227-234.

[23] Shima, J.P.; Warkentina, M.; Courtney, J. F.; Power, D.J.; Sharda, R.; ChCarlsson (2002): Past, present, and future of decision support technology. Decision Support Systems 33(2):111-126.

[24] Wang, M.; Shen, R. (2011): Message Design for Mobile Learning: Learning Theories, Human Cognition and Design Principles, British Journal of Educational Technology 43(4):561–575.

[25] Webster, J.; Watson, R. (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review, MIS Quarterly 26(2): xiii-xx iii.

[26] Wetherill, M.; Rezgui, Y.; Lima, C.; Zarli, A. (2002): Knowledge Management for the Construction Industry: The E-Cognos Project, Journal of Information Technology in Construction (7):183-196.

[27] Yuan, J.; Xing, R.; Hu, X. (2011): Constructing informal learning mode based on social software. Proceedings of the 6th International Conference on Computer Science & Education, Singapore.

Suggestion-based Correction Support for MOOCs

Klaus Wölfel

Technische Universität Dresden, Chair for Information Systems, esp. Information Systems in Manufacturing and Commerce, 01069 Dresden,
E-Mail: klaus_dietrich.woelfel@mailbox.tu-dresden.de

Abstract

Assessment is a challenge for Massive Open Online Courses (MOOCs). Self assessment, peer review and fully automated approaches are common solutions. When a MOOC includes praxis projects, the quality of intermediate results can be important for attendees to be able to finish a course. Then individual guidance from tutors is needed. An example for this requirement is the MOOC "ERP: Theory, Practice and Configuration." The MOOC was the motivation to investigate approaches to support tutors to correct interviews conducted by MOOC attendees. This paper describes the iterative design and application of solution alternatives. Two solutions, a correction catalog approach and a machine learning-based correction suggestion system were evaluated empirically on the ERP MOOC. The results show a significant efficiency gain of 15% faster correction of the suggestion-based approach over the correction catalog approach without suggestion.

1 Introduction

MOOCs aim to transfer knowledge to thousands of learners. For the challenge of assessment that comes with this premise, x-MOOCs provide organizational solutions such as self assessment and peer review as well as complex technical solutions such as the automatic logic checking of programming tasks and automated essay correction based on machine learning. When it comes to the application of learned knowledge and learning by doing, x-MOOCs currently do not go beyond small applications such as a molecule editor or electronic circuit simulator. On the other hand, the focus of c-MOOCs lies on the interaction between learners. Attendees learn by creating and sharing their own learning material and bringing their ideas forward [15].

However, individual guidance is helpful for some learning tasks, especially when learners wish to apply and intensify their learned knowledge in praxis projects. Then each case is different and cannot be covered easily by fully automated approaches. If learners are not allowed to talk about what they learn in the field because the information is subject to trade secrets, peer review or the c-MOOC approach of social learning will not work. One subject where this applies is ERP consulting. During the MOOC "ERP: Theory, Practice and Configuration" [13] in 2013, attendees had to search a real company and interview the management about successful and unsuccessful business processes to create a basic ERP configuration for the company. The resulting quality of the interview is essential for being able to do the ERP configuration. Since students are not allowed to talk to each other about this information, an individual review of the interview by a tutor is needed. For a MOOC setting with 1500 attendees and tutors that are located in different countries and that have different experience levels as with the ERP MOOC in 2013, a solution is required to manage and support the tutors. The ERP MOOC was the motivation to create and apply design alternatives for a correction support solution and to evaluate empirically the most effective solutions.

2 Research Question and Design

The research objective is to investigate approaches to support tutors that are located in different countries and that have different experience levels in correcting certain assignments to correct text answers during a MOOC. The focus is on corrections that are done in an iterative on-line review process with the aim of maximizing the final quality of students' results. The following questions have to be answered to reach the research objective:

- What kind of solutions support tutors that are located in different countries and that have different experience levels to correct text answers during a MOOC?
- Which of these solutions support tutors most efficiently?

The procedure to answer these questions is based on the design science paradigm. The idea is to better understand and solve human and organizational problems by creating innovative artifacts and applying them [7]. In this investigation, the artifact is a solution that implements the requirements necessary to support tutors that are located in different countries and that have different experience levels in correcting text answers. The information necessary to define the requirements, judge the applicability of existing approaches and design and implement the artifact was gathered through desk research, prototyping and iterative prototype evolution through small-scale courses. Important information sources included existing MOOC platforms [6] and literature about automated and semi-automated course evaluation (see section 4).

The procedure used to design the correction support solution was based on design as a search process [7]. All phases of the design science process [11] have been conducted. Problem identification and solution design are complete. Evaluation of the most recent iterations of the artifact was done during a MOOC through a questionnaire and an experiment. For a more rigorous evaluation, further MOOCs should be conducted to gather more empirical data and allow more laboratory control over the experiment.

3 The MOOC

The motivation to investigate correction support originates form the One Student One ERP (OSOE) project—it aims at creating a new way of teaching management science through the publication of all teaching material under Creative Commons License, the use of the Open Source ERP System "ERP5" as a support for management lectures and collaboration with real companies to provide students with real world case studies. At the core of the OSOE project is the belief "that in order to truly understand the management principles behind ERP Systems, it is necessary to understand how these systems are implemented in a company and to experience the implementation process oneself" [12].

The first OSOE lecture was held in May 2009 at Institut Telecom Lille 1, France. Since then the course has been held in collaboration with universities in Brazil, China, France and Germany. During these iterations, the previous on-site only classes developed into what finally became the MOOC "ERP: Theory, Practice and Configuration," organized in the first quarter of 2013 by TU Dresden, Supinfo and Nexedi [13]. The course was attended by 1500 students from 18 countries. However, formal online registration was only required for the final project part of the course; therefore the number of attendees for the theory and practice parts might be higher. Supinfo students were also supported by instructors on campus.

3.1 Course Objectives and Challenges

The *ERP theory* objective of the ERP MOOC is to teach universal workflows in companies so students will be able to understand the fundamentals of how companies are organized and how ERP systems help organizations improve their performance by managing their business processes.

The *ERP practice* objective for students is to observe how workflows are implemented in an ERP system. Students should use tutorials to practice each workflow the same way a company's staff does everyday. To accomplish this, one customized ERP5 instance was delivered for free to each student. This was accomplished through the open source cloud technology SlapOS. ERP5 instances are provided both online and pre-installed in a downloadable virtual machine. An online forum was used to help students with problems, but questions also went far beyond the tutorials as students dived deeper into ERP5 on their own. To ensure the practice tutorials were always in line with the current ERP5 version, Nexedi's open source "RunMyDocs" software was used to include functional tests directly inside the HTML5 documents. When a new version of ERP5 is released, RunMyDocs can execute the OSOE tutorials and make sure the indications are still correct. During the test execution, RunMyDocs automatically updates screenshots used in the tutorials.

The *ERP consulting project* objective is to teach students how to perform an initial consulting process for an ERP implementation. It uses an online questionnaire with the 90 most important questions to ask to a company during this process. The objective of the questionnaire is to identify those business processes that are not successful enough and can be improved using an ERP. The goal is to understand how to set the priorities for an ERP implementation. Course participants must find a real company to

interview its management. During the project they experience the difficulties involved with making management express the successful and unsuccessful business processes and deciding on three priorities for the ERP implementation. Up to four interview iterations are necessary for an acceptable result. The correction takes up to two hours with decreasing correction time in later iterations. The MOOC challenge was to ensure an efficient online review process and objective corrections of all interviews in all iterations, with 28 tutors with differing experience levels working from nine different countries on four continents. This challenge is the main motivation to investigate correction support, which will be further explained in section 3.3.

The *ERP configuration project* objective is to teach students how to configure an ERP through the definition of categories. Since the configuration is made through a spreadsheet, no programming skills are needed and the focus is kept on management and organization rather than on technical details. The goal of the category configuration is to model the implementation field and its environment. The configuration project is based on the results of the consulting process. Students enter the category configuration depending on the processes and priorities defined in the answers to the questionnaire. Therefore the primary objective for correcting the questionnaire is to ensure a high quality of the final answers after several iterations, so students eventually have a solid base for the configuration part of the project.

3.2 c-MOO, x-MOOC or f-MOOC ?

MOOCs are often categorized into c-MOOCs and x-MOOCs. c-MOOCs base themselves on the learning theory of connectivism first formulated by Siemens [17]. They are differentiated from the MOOCs offered by Cousera, Edx, Udacity, etc., that are called x-MOOCs. Although it is still debated, if connectivism is a "separate learning theory in and of its own right," [9] it differentiates c-MOOCs from x-MOOCs in their pedagogical style. c-MOOCs follow a network approach, where learners form an active part of the course. Their reflections, inquiry, discussions and comments form the course. The initial online learning material is only optional. On the other hand, x-MOOCs follow the structure of existing educational practices on a larger scale.

Unlike c-MOOCs, the OSOE MOOC is based on a clear role separation between tutor and student. The OSOE MOOC is closer to x-MOOCs in the way knowledge is transferred in the theory part of the course, but in terms of complexity of practice experience, knowledge application in the field and formalization of the review process, the OSOE MOOC goes further than those. Section 3.3 will further explain the particular challenge resulting from this fact.

Rodriguez shows differences in the concept of openness between the different MOOC formats [15]. He finds that the license of course material in x-MOOCs is often restricted while all OSOE course material is Creative Commons licensed. Every institution can integrate the material in their education—as an OSOE partner or on their own. All software is open source under the GPL: ERP5 for the practical part and the ERP5-based MOOC management software that handles the registration and management of students, professors, institutions as well as the creation of questionnaires, submission of answers and the iterative correction process. Therefore any institution can repeat, and even "fork" the OSOE MOOC by changing any of its parameters, including the content, practical part (e.g., by customizing ERP5 for a particular industry), the way the MOOC is technically managed (build your customized MOOC manager) and the way the review process is implemented (e.g., enabling peer review by changing the security configuration).

In June 2013, edX followed OSOE in making their course software open source. Although most of the content of the edX courses still has restricted copyright, edX aims "to make much of the edX course content available under more open license terms" [4]. When following Rodriguez's focus [15] on the different meaning of openness in c- versus x-MOOCs, then neither of them describes the OSOE MOOC correctly. Instead OSOE-like MOOCs could be called f-MOOCs, or forkable MOOCs. The term "forkable" is borrowed from the Open Source community. A project fork happens when developers take a copy of source code from one software package and start independent development on it. Free and open-source software, by definition, may be forked from the original development team without prior permission without violating any copyright law [5].

3.3 The Correction Challenge

During the *ERP consulting project* part of the OSOE courses, students are thrown into the deep end. Before this part they learned universal workflows in companies and they used ERP5 to learn how workflows are implemented in an ERP. However, performing a consulting process with a real company is a different story. Students not only have to understand the most important business processes of the implementation field, they also have to find out which of them are successful, which could be improved and what the priorities for an ERP implementation should be. Since each employee in a company might have his or her own opinion about this, students are required to interview the management of the implementation field. For a small business, this is often the owner, while for large organizations, students typically interview the head of a department, in which case the scope of the implementation field is narrowed to the department only.

To streamline the consulting process, the students get a list of questions to ask to the management. Nine of the 90 questions are particularly important for the consulting project. They cover the activity, environment, and management of the implementation field, examples of a successful and unsuccessful business processes and the priorities for the ERP implementation. A project preparation tutorial teaches the objective of each of the nine key questions and how the student can assess the quality of an answer related to the question's objective. The challenge for students is to insist on effective answers during the interview. For example, students often get vague answers that refer to the company's market position when they ask about the successful business process. The student has to explain the objective of the question and insist on a concrete answer. To define the priorities for the ERP implementation, the student has to convince the manager to focus on a small but effective improvement before aiming for a full integration of secondary processes. During the consulting process, students not only apply the knowledge they learned in the theory and practice parts of the course, they also face the social challenge of confronting managers with "nasty" questions and decisions.

Most of the answers in the first versions of the interview do not meet the required quality for the *ERP configuration* part of the course. This lies in the nature of an ERP consulting process. The generally defined objectives of the questions apply differently to each implementation field. Therefore, each set of answers has to be corrected individually by a tutor. Peer review or open discussion of the interviews between students is not possible, because most companies do not agree to give access to their answers to people other than the interviewer, tutor and course organizer. The primary objective of the correction is not to give a grade to a student, but to asses the quality of each answer and teach the student how he or she can make the management of the implementation field improve it. With this information students repeat the interview and submit it again for review. This interview correction cycle is essential for the students to learn the ERP consulting process. It is also the one part of the

OSOE course that requires the most effort from tutors. Four iterations are usually needed to reach a perfect answer set. A tutor invests two hours per interview for individual corrections. While this is acceptable for a small-case course with one experienced tutor, a MOOC with 750 interviews and 28 tutors with different experience levels requires a solution to increase efficiency of the correction process and ensure the quality of the corrections.

4 Iterative Solution Design

The solution design to the correction challenge followed the design as a search process[7]. Design alternatives were generated iteratively. In the beginning of each iteration, requirements were defined based on the problem definition. The generated solution alternative was then applied in at least one OSOE course. Based on the experience gathered through each test course, the scope of the design problem was expanded, resulting in more precise requirements for the next design iteration.

For the *first iteration* of OSOE courses, the focus centered on individual correction of the interviews for a small group of students (maximum 30 students working in groups of two) by one single experienced tutor. The review process was based on email, simple document templates for the interviews and the usual comment functionality of word processors for corrections. The problems of this approach were: the instructor had no overview over the correction status of the submissions, he had to remind each student separately to submit a new version after correction and he could not assess the progress made by a student during the review process due to the lack of versioning. This resulted in extra effort for managing the corrections, time that would have been better spent on faster and more precise corrections to help the students advance in the consulting project.

The first goal for the *second iteration* of OSOE courses was to increase correction efficiency by providing a solution to manage the review process: submission, correction, request of re-submission and versioning. The second goal was to allow multiple tutors to work on the corrections. An external requirement was a security model that protected the data provided by the companies interviewed while providing flexibility to allow trusted instructors to access interviews by well defined security rules for correction. ERP5 was chosen as basis for the solution design because of its flexible security model based on dynamic local roles [14]. Modules for managing questions, questionnaires and collecting answer sets were implemented in a related project [20]. The person- and organization modules allow to model educational organizations and people with different roles such as students, tutors and supervisors through the use of categories.

To achieve the previously defined goals, versioning was added to the answer set module, roughly modeled after the existing versioning implementation in the document module. A workflow for the answer set submit-correct-request-submit cycle was added to implement the review process. The comment field in the answer document was used for correction input. The solution was first applied in the June 2011 OSOE courses at Institut Telecom in Lille and TU Dresden. The review process was considerably more efficient during these courses due to the formal review process. One experienced and one less experienced tutor corrected from two different countries. Information sharing between them was insufficient, though, because every correction was individual. Corrections from one tutor were very different from the other. The only way for the tutors to learn from the other's corrections was by accessing the answer sets corrected by another tutor. This is usually not possible for an OSOE type of course because of non-disclosure requirements demanded by the companies interviewed.

The objective for the *third iteration* was to enforce consistent corrections between multiple tutors with different experience levels and share correction knowledge between tutors without disclosing the

content of the interviews and without losing the opportunity to give individual instructions for how to improve an answer. To achieve this goal, two document types were added to ERP5, correction and correction line. A correction document is related to one or several questions and holds the generalizable part of a correction that could be reused for future corrections. The correction line is related to the correction and a specific answer. It holds an individual comment by the tutor to improve the related answer. For example for the questions about the contacts of the implementation field, there is a general correction, "Maybe there are more types of contacts which are important to your organization." For an answer given by the management of a hospital the specific correction line for the student was "What about other suppliers, for example for equipment and drugs?"

This iteration of the correction support solution also introduced a grading system. Each question defines a grade value and each correction line inherits a grade reduction value from the general correction that can be overwritten in a specific correction line. The answer set grade is the sum of the grade values of all answers minus the sum of all grade reduction values of the corrections. The grade is not meant to assess students in a classical sense. Instead it indicates the amount of improvements necessary to achieve a perfect answer set that is defined as having no correction lines.

To correct an answer, the tutor chooses one or several general corrections from an alphabetically sorted list of all possible corrections for this question. In the second step, the tutor writes individual comments in the created correction lines unless the application of the general correction to the specific answer is clear enough. If he cannot find a general correction that matches the specific error in the answer, he creates a new general correction. This way, the correction catalog grows and correction knowledge is shared among tutors. To ensure quality, new general corrections must be validated by a correction supervisor before they are visible for other tutors. The quality assurance step allows less experienced tutors to contribute new corrections to the correction catalog without reducing its quality.

Related work exists in semi-automated grading systems such as ALOHA [1], which uses fixed rubrics to enforce consistent grading of programming courses among multiple tutors. ALOHA supports tutors by offering predefined feedback phrases to select for each rubric. Two main differences distinguish the correction catalog approach used for OSOE courses from the rubric approach:

- the correction catalog grows during correction while grading rubrics are statically defined,
- the correction catalog focuses on consistent instructions that show students how to improve the result quality while grading rubrics focus on measuring learning objectives and rating performance based on specific performance characteristics [21].

The dynamic nature of the correction catalog is based on the belief that for practice projects such as ERP consulting it is impossible to define all possible corrections without knowing all companies in the world. However, as the number of correction lines (which represents the number of times a correction has been applied) grows, a stabilization of the correction catalog can be observed. A flattening curve for a specific question indicates an agreement between tutors that the correction problem for this question is well understood over time.

The correction catalog was applied in 2012 to two OSOE courses at Telecom Bretagne and TU Dresden in addition to a dozen external attendees from Brazil and Romania. Four tutors from four different countries worked on the corrections. In this iteration, knowledge sharing between tutors was greatly improved; the corrections first provided by experienced tutors were reused by less experienced tutors and more general corrections were added quickly. Tutors reported that efficiency was also improved. They also identified a deficiency of the correction catalog approach: the amount of possible

corrections for a question grew too big to quickly find viable corrections for an answer. This also lead to an increased learning curve for less experienced tutors. The correction catalog now includes 151 validated corrections; the nine key questions have 18-28 possible corrections each. Only validated corrections are included. If the correction validation workflow was not used, we could observe a larger long tail of seldomly used corrections, just as in unmoderated social tagging systems. Even with validation, the big correction list to choose from was identified as a possible improvement for gaining greater correction efficiency.

The objective for the *fourth iteration* of the correction support solution was to further streamline the correction process for the MOOC. The goal was to handle up to 3000 submissions (750 interviews, average of 4 versions) with 28 tutors. The planned tutors had 0-20 years of general ERP consulting and teaching experience, but most of them were new to the OSOE course. Therefore the goals for this iteration were:

- enabling quality assurance for the correction process,
- further improving the efficiency of correction and
- lowering the burden for less experienced correctors.

The first goal was implemented by assigning a supervisor for each answer set and adding a correction validation workflow. The supervisor validated or invalidated corrections made by the tutors and added missing corrections. The second and third goal required an automatism to help correctors quickly choose the viable corrections from the list of possible corrections. Three design alternatives were considered: usage-based sorting of the correction list, automatic correction and a suggestion-based approach.

The *usage-based approach* sorted the corrections by how often they were applied in the past in order to find often used corrections quickly. The application of this approach to the December 2012 OSOE course at Telecom Bretagne showed it did not effectively support the correction process. It favored a focus on easy issues such as “Please improve the writing style of your answer” while the important corrections were harder to find because sorting was not alphabetical anymore.

Automated grading is a theme for x-MOOCs, especially since edX announced the integration of automatic essay grading for their MOOC platform. Automated assessments have a long history, specifically for programming courses [3], with the earliest approach dating back to 1960 [8]. For text essays, Shermis [16] evaluated nine solutions (eight commercial and one open source). His findings showed the viability of the solutions for grading text essays. Some functions of these solutions are designed to specifically cover certain areas of writing such as style or grammar. Currently these would only cover one of the 151 corrections in the correction catalog. The correction catalog requires a general approach that is applicable for all corrections because of its dynamic nature, instead of tailor-made approaches for specific corrections. A general approach is provided by such solutions in the form of supervised learning, which works well in these automated grading solutions even if there are not many training examples. edX's grader is said to give useful results from a training set of 100 graded essays [10]. These solutions are based on the grading rubrics approach. A rubric usually consists of several traits and a range of score points are defined for each trait. Each score point of each trait is defined by a set of characteristics.

A supervised learning approach to automated grading treats each trait as a separate classification problem. Each score point of a trait is a class. Correcting an essay is seen as associating one essay to one class for each trait. The automated grading system is trained with a set of already corrected essays.

A model is built for each trait during training. For each trait, the related model is used to automatically classify new essays to one of the possible score points. Usually only few score points exist per trait. For example, none of the rubrics of the eight data sets used in Shermis' study defined more than six score points. Having few classes favors supervised learning with a small training set, because there is a high chance there are several examples for every class. That is why the automated grading can work even with just 100 examples. On the other hand, there are many classes in the correction catalog approach, and each correction is a class. In the OSOE course, there are up to 28 corrections per question and, as stated above, this number is slowly growing with the number of examples. The high number of classes with regard to the number of examples is a disadvantage for automatic correction. The open correction catalog data is also by design highly unbalanced compared to static grading rubric data—there are many answers with no correction at all, some corrections that are often exemplified and some corrections that are very rarely exemplified. This makes the automated correction far less attractive for the correction catalog approach than automated grading for the grading rubrics approach.

Therefore, a *correction suggestion* approach was designed instead of automated correction. The idea is to propose corrections based on machine learning, so the tutor can choose the valid corrections more quickly. The alphabetically sorted list of corrections is still available in the same dialog, so correction efficiency does not get worse than in the previous iteration in cases where machine learning does not propose all necessary corrections (see **Figure 1**).

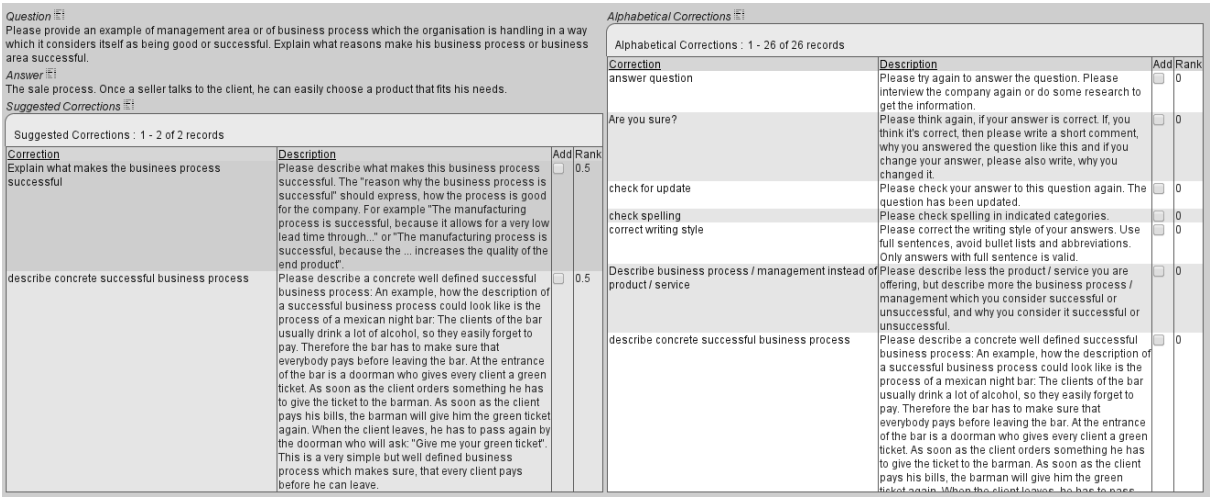


Figure 1: Correction Suggestion

The ERP5 Artificial Intelligence Toolkit (EAT) was created as part of the Cloud Consulting Eureka Eurostars project, which aims at automatic configuration of ERP through machine learning and knowledge engineering. It provides the necessary tools to collect training data as well as a general web service mechanism to interface machine learning software such as rapid analytics for classifier training and classification. Project partner Telecom Bretagne provided a custom-made machine learning software, the Classification and Suggestion System (C.A.S.) [2] that was designed specifically for the kind of high-dimensional and unbalanced data of the correction catalog approach. For the OSOE MOOC, Institut Telecom's software was wrapped into a web service and interfaced with ERP5 using EAT to create the suggestion-based correction support solution. The corrections from the third iteration of the OSOE courses plus additional corrections done in context of the Cloud Consulting project constituted the training data for the machine learning. The fourth iteration of the correction support solution was applied to the OSOE MOOC in 2013 as described in section 3.

5 Empirical Evaluation of Two Effective Solution Alternatives

The generation and application of several solution alternatives to the correction support problem answered the first research question, "What kind of solutions support tutors that are located in different countries and that have different experience levels to correct text answers during a MOOC?". To close the design science research cycle and ensure research rigor, the effect of the most promising solution alternatives should be evaluated empirically. Specifically, the expected correction efficiency gain of the suggestion-based approach over the correction catalog approach without suggestion should be tested for equal effectiveness. The hypothesis is that displaying the suggested correction list has a negative effect on the duration needed to select the right corrections for an answer compared to only showing the alphabetically sorted list of all possible corrections. Tutors were split randomly in two groups, one using the correction dialog with suggestion as seen in **Figure 1** and the other without suggestion. Usage data was collected during the correction phase of the MOOC to test the null hypothesis. A questionnaire provided to both groups was used to compare the measured test results with how the tutors experienced the correction task.

For the correction duration test, only values for the corrections that met certain conditions were selected and only corrections for text questions were considered. Because of the specific implementation to support the characteristics of the training data, Telecom Bretagne's C.A.S only produces suggestions for answers that are marked as "to_correct" in a first classification step. Therefore, only corrections for these answers were included. Only corrections that were not marked as "invalid" by the correction supervisor from Nexedi were included. Only corrections that were part of an answer set marked as "supervised" by the correction supervisor were included. The reason for these last two conditions is to only choose effective corrections. 854 corrections in the suggestion group and 137 corrections in the abc group met the conditions. The resulting data was characterized by a strong left shift—in case of the suggestion group, 93% of the correction selection durations were less than one minute (83% for the non-suggestion group). The few values more than 60 seconds reached a maximum of six minutes. Therefore values more than 60 seconds were not taken into account. The arithmetic mean for the remaining values was 15,53 seconds for the suggestion group and 18,17s for the non-suggestion group (when including the >60 values, the mean was 22,32 for suggestion versus 37,17 for non-suggestion). The data was still strongly left shifted, even without the >60 values. For not normally distributed data, the classical T-Test is not recommended. Instead, the Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (U-Test) is advised. The test gave a p-value of 0,01939. With a p-value of $< 0,05$ the null hypothesis of both groups having the same duration could be discarded, proving the efficiency gain of 15% faster correction when using the correction suggestion approach was significant in the dataset. This answers the second research question, "Which of these solutions supports tutors most efficiently?".

The tutor survey was filled by 15 of the 28 tutors, seven from the suggestion group and eight from the non-suggestion group. 70% of the tutors in the suggestion group said they looked at the suggestion list at least occasionally and 40% looked at it always. The survey showed that the alphabetical correction list is still often necessary for tutors to select corrections that were not suggested: 85% needed it at least occasionally and 43% used it very frequently. Interestingly, tutors in the suggestion group felt more uncertain about their correction decision than the other tutors. This could be because no explication for the correction system was given before the course to keep from influencing the tutors in how to use the system. In future OSOE courses, the correction suggestion should be explained and indication should be given what to do if the tutor thinks the suggestion is not valid. Finally, the survey brought a clear result for the future tuning of the machine learning approach in terms of

recall/precision. With one exception, all tutors said they preferred that the system should suggest more corrections, even if it would mean more false suggestions, too.

6 Conclusion and Outlook

The 2013 OSOE MOOC shows that knowledge application in a MOOC can go beyond the multiple choice tests, essays and programming tasks usually seen in x-MOOCs. Complex systems such as an ERP can be taught in theory and practice in a MOOCs approach. The cost of maintaining course tutorials for such systems can be reduced by integrating functional test automation into those tutorials. The paper shows that there are solutions to support even complex iterative reviews of complex praxis projects with individual corrections for 1500 attendees by 28 tutors that are located in different countries and that have different experience levels in correcting certain assignments. Several design alternatives have been generated in an iterative solution design process that involved the application of the solution after each iteration on a real course. Finally, two effective solutions were found: One which helps tutors by presenting possible corrections from a correction catalog and one which suggests corrections based on a score calculated by machine learning. Both solutions help less experienced correctors who profit from previous corrections done by experienced correctors and from the built-in correction supervision process. The suggestion solution additionally decreases the learning curve for less experienced correctors. To complete the research process, the effect on correction efficiency of both solutions was evaluated empirically using usage data and a tutor survey during the 2013 OSOE MOOC. The results show a significant efficiency gain of 15% faster correction of the suggestion-based approach over the correction catalog approach without suggestion.

The design science process is considered complete, although more rigorous evaluation can be done once the MOOC has been repeated several times with the same tutors and by observing the tutors in a laboratory controlled environment. Then, effectiveness also can be evaluated. Furthermore, the correction catalog and correction suggestion approach should be applied to other MOOCS to evaluate the transferability of the approaches to other learning fields. The approaches are expected to be viable where individual guidance for course attendees, interactions with the real world and a focus on the quality of results is required.

In terms of openness and when considering the practical learning approach of the ERP consulting process, the OSOE MOOC does not fit into the usual c-MOOCs/x-MOOC categories. It might be necessary to extend the MOOC classification. The notion of f-MOOC for forkable MOOCs was proposed. Openness and c-MOOC-like connected learning reaches its limits though, when students are not allowed to talk to each other about what they learned from companies because law prohibits them from disclosing confidential business information. In such cases, machine learning can be a way to share knowledge while guarding confidential information. In OSOE, this is achieved for tutors by correction suggestions. Students benefit indirectly through corrections given by tutors. Therefore the future goal for OSOE is to extend the amount of training data to show more accurate and complete suggested corrections directly to attendees to achieve effective immediate feedback. Machine learning provides a connection between learners that cannot be done directly because of trade secret protection.

7 Acknowledgments

This work was accomplished as a part of Cloud Consulting project of the Eureka Eurostars innovation program (project A1107003E). Thanks to all project partners, especially Jingjing Xu from Nexedi for supervising the MOOC review process and being responsible for huge parts of the training data base and to Telecom Bretagne for providing the C.A.S. Thanks to Supinfo for an excellent tutor organization.

8 Literature

[1] Ahoniemi T, Reinikainen T (2006). ALOHA - a grading tool for semi-automatic assessment of mass programming courses. In: *Proceedings of the 6th Baltic Sea Conference on Computing Education Research: Koli Calling 2006*. ACM, New York:139-140.

[2] Do T-N, Sorin M, Philippe L (2013). Classification algorithms for ERP semi-automatic configuration. Working Paper, Institut Mines-Telecom; Telecom Bretagne.

[3] Douce C, Livingstone D, Orwell J (2005). Automatic test-based assessment of programming: A review. ACM Journal of Educational Resources in Computing 5(3).

[4] edX (2013). Terms of Service and Honor Code. https://www.edx.org/terms. Accessed 10 Sep 2013.

[5] Fork (software development), *Wikipedia, the free encyclopedia*. http://en.wikipedia.org/wiki/Fork_%28software_development%29. Accessed 7 Dec 2013.

[6] Haider T (2013) A Comprehensive List of MOOC (Massive Open Online Courses) Providers. http://www.technoduet.com/a-comprehensive-list-of-mooc-massive-open-online-courses-providers. Accessed 4 Sep 2013.

[7] Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004). Design science in information systems research. MIS Quarterly 28(1):75-105.

[8] Hollingsworth J (1960). Automatic graders for programming classes. Communications of the ACM 3(10):528-529.

[9] R. Kop and A. Hill, "Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past?," *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, vol. 9, no. 3, Jul. 2008.

[10] Markoff J (2013, April 5). Software Seen Giving Grades On Essay Tests. The New York Times:A1.

[11] Offermann P, Levina O, Schönherr M, Bub U (2009). Outline of a design science research process. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*. ACM, New York.

[12] One Student One ERP (2012). OSOE Project. http://www.osoe-project.org/project. Accessed 5 Sep 2013.

[13] One Student One ERP (2012). SUPINFO International University and TU Dresden have launched today the first Massive Open Online Course (MOOC) to teach ERPs based on open source ERP5. http://www.osoe-project.org/web_page_module/3301. Accessed 6 Sep 2013.

[14] Perrin J, Smets J-P (2010). ERP5 Security Model Overview. http://www.erp5.com/developer-Security. Accessed 18 Sep 2013.

[15] Rodriguez O (2013). The concept of openness behind c and x-MOOCs (Massive Open Online Courses). Open Praxis 5:67-73.

[16] Shermis MD (2012). Contrasting State-Of-The-Art Automated Scoring of Essays, Analysis. http://www.scribd.com/doc/91191010/Mark-d-Shermis-2012-contrasting-State-Of-The-Art-Automated-Scoring-of-Essays-Analysis. Accessed 19 Sep 2013.

[17] Siemens G (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning 2(1). http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm. Accessed 9 Sep 2013.

[18] Smets J-P, Wölfel K (2013). Un MOOC à base de technologies issues du GTLL. https://www.erp5.com/blog-MOOC.Story. Accessed 7 Sep 2013.

[19] Smets-Solanes J-P, Cérin C, Courteaud R (2011). SlapOS: A Multi-Purpose Distributed Cloud Operating System Based on an ERP Billing Model. 2011 IEEE International Conference on Services Computing (SCC):765-766.

[20] Wölfel K, Smets J-P (2012). Tailoring FOS-ERP Packages: Automation as an Opportunity for Small Businesses. Free and Open Source Enterprise Resource Planning: Systems and Strategies. IGI Global:116-133.

[21] WCC Curriculum & Assessment: Assessment: Creating a Scoring Rubric. http://www4.wccnet.edu/departments/curriculum/assessment.php?levelone=rubric. Accessed 19 Sep 2013.

Teilkonferenz: Energieinformatik, Erneuerbare Energien und Neue Mobilität

Die Energiewende führt zu einschneidenden Veränderungen im elektrischen Energieversorgungssystem. War bisher die Erzeugung im Wesentlichen am Bedarf ausgerichtet, so ist in Zukunft der Bedarf an das teils volatile Angebot der erneuerbaren Energien anzupassen. Da die hierfür zu flexibilisierenden Verbrauchsanlagen zu einem signifikanten Anteil in den Verteilnetzen angeschlossen sind, ist mit maßgeblichen Investitionen in Primärtechnik und intelligente Leitsysteme in diesem Bereich zu rechnen. Der Ausbau der historisch gewachsenen Netzinfrastruktur für eine unidirektionale und eher zentralistische Stromversorgung in ein IKT-geführtes intelligentes bidirektionales und dezentraleres Netz, das die Flexibilität von Lasten und Erzeugern ausnutzt, ist eine gewaltige technologische, ökonomische und soziale Herausforderung, bietet aber auch Chancen für einen signifikanten volkswirtschaftlichen Nutzen.

Bei diesem Transformationsprozess zu einem „Smart Grid“ spielen jedoch nicht nur technologische Aspekte, sondern auch die Einbindung der Konsumenten und „Prosumer“ eine wichtige Rolle. Relevante Konzepte und Komponenten in der Energieversorgung erfordern auch geeignete Anreize für Investoren, Erzeuger, Konsumenten und Prosumer sowie eine Anpassung des regulatorischen Rahmens, um das Potenzial des Smart Grid vollständig zu heben. Die Herausforderungen sind dabei nicht auf die Domäne Strom begrenzt, vielmehr steigt der Bedarf, die Herausforderungen von Strom-, Gas- und Wärmeversorgung sowie Mobilität in Hybridnetzen integriert anzugehen.

Dezember 2013

Sebastian Lehnhoff, Hans-Jürgen Appelrath, Michael H. Breitner, Clemens van Dinther, Hans-Jörg von Mettenheim, Christof Weinhardt

(Teilkonferenzleitung)

Entscheidungsunterstützungssystem zur Projektbewertung von Onshore Windenergieprojekten in Schwellenländern

André Koukal

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30169 Hannover,
E-Mail: koukal@iwi.uni-hannover.de

Larissa Kurz

Leibniz Universität Hannover, 30169 Hannover,
E-Mail: Larissakurz@web.de

Michael H. Breitner

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30169 Hannover,
E-Mail: breitner@iwi.uni-hannover.de

Abstract

Der globale Energiebedarf steigt kontinuierlich, insbesondere in Schwellenländern. Ein Umdenken im Bereich der Erzeugung von Strom ist erforderlich. Windenergie ist eine bedeutsame Möglichkeit emissionsfrei Strom zu erzeugen. Daher wird ein Entscheidungsunterstützungssystem (EUS) vorgestellt, mit dessen Hilfe Onshore Windenergieprojekte in Schwellenländern hinsichtlich ökonomischer Kriterien unter Berücksichtigung von Risiken bewertet werden können. Methodisch wird dem Design-Science Research (DSR) Ansatz gefolgt. Basierend auf einem Discounted Cash Flow (DCF) Modell werden Risiken mittels einer Monte Carlo Simulation (MCS) in das EUS einbezogen. Die Evaluation des EUS erfolgt anhand eines Onshore Windparks in Mexiko. Das EUS gehört zum Feld Green Information Systems (IS) und leistet damit einen Betrag zur ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit.

1 Einführung

Die globale Erwärmung und die starke Abhängigkeit der Gesellschaft von fossilen Brennstoffen, die nur begrenzt verfügbar sind, erfordern ein Umdenken bei der Gewinnung und Verwendung von nutzbarer Energie. Gerade Länder mit steigenden Pro-Kopf-Einkommen oder steigendem Human Development Index, sog. Schwellenländer, haben einen steigenden Energiebedarf [13]. Der Anstieg von Energienachfrage und –preisen rücken das Bedürfnis nach einer Absicherung der nutzbaren Energie und einer Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen, wie Öl, in den Vordergrund. Eine Diversifizierung der nationalen Stromerzeugung durch erneuerbare Energien kann eine Möglichkeit sein Unabhängigkeit zu schaffen und den steigenden Energiebedarf zu decken [29]. Dass diese Möglichkeit für Schwellenländer attraktiv sein kann, zeigt sich in der Entwicklung der Stromerzeugung in 2010. Erstmals überholen die Entwicklungs- und Schwellenländer die traditionellen OECD- Länder im absoluten Kapazitätszuwachs von Windenergie. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend weiter fortsetzt und bis zum Jahr 2030 die Hälfte der weltweiten Kapazität in Entwicklungs- und Schwellenländern installiert ist [9].

Im Bereich der Informationstechnologie (IT) und der Informationssysteme (IS) gewinnt das Thema Nachhaltigkeit geprägt durch die Begriffe Green IT und Green IS zunehmend an Bedeutung [6]. Die IT trägt durch einen signifikanten Verbrauch von Elektrizität zur Problematik der globalen Erwärmung bei. Durch Green IT kann jedoch ein Beitrag zu einer ressourcenschonenderen Infrastruktur geleistet werden. Im Rahmen von Green IS können Modelle, Simulationen und Entscheidungsunterstützungssysteme (EUS) zu einer positiven Entwicklung der Nachhaltigkeit in vielen Bereichen führen [22].

Für die Bewertung von Onshore Windenergieprojekten gibt es wenig methodische Unterstützung, wenn dabei eine Quantifizierung von Risiken durch einen probabilistischen Ansatz erfolgen soll. Um diese Forschungslücke zu schließen, wird ein EUS vorgestellt, welches im Besonderen auf die Bewertung von Projekten in Schwellenländern abzielt. Ein Discounted Cash-Flow (DCF)-Modell wird als Basis genutzt. Die Projektrisiken werden durch eine Monte Carlo Simulation (MCS) quantitativ erfasst. Für die risikobehafteten Einflussgrößen werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen festgelegt. Das EUS beinhaltet im Vergleich zu bestehenden Modellen zudem eine differenziertere Betrachtung des Windertrages und des entsprechenden inhärenten Risikos. Es bietet zudem die Möglichkeit die Ergebnisse aufbereitet darzustellen und zu visualisieren, sodass Vergleiche und Validierungen einfach erfolgen können. In dieser Arbeit werden die folgenden Forschungsfragen beantwortet und diskutiert:

(FF) Wie kann die Investitionsmöglichkeit eines Onshore Windparks in einem Schwellenland aus Sicht von Investoren und Fremdkapitalgebern bewertet, Risiken quantifiziert und Entscheidungsunterstützung gegeben werden?

Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über verwandte Literatur gegeben und das Forschungsdesign darstellt. Im dritten Kapitel wird die Ausgestaltung des Entscheidungsunterstützungssystems näher erläutert. Dabei werden das DCF-Modell, die Methodik zur Bestimmung des Projektwertes, die MCS und zuletzt die EDV-technische Realisation des EUS selbst dargestellt. In der Fallstudie im vierten Kapitel wird das EUS zur Bewertung eines Onshore Windparks in Mexiko herangezogen. Hierbei wird auf die Wahl der Diskontierungszinssätze und der Wahrscheinlichkeitsverteilungen eingegangen und zuletzt werden die Ergebnisse präsentiert. Das fünfte Kapitel dient zur Diskussion der Ergebnisse und der Darstellung von Limitationen. Zuletzt werden ein kurzes Fazit und ein Ausblick für weitere Forschungsarbeiten gegeben.

2 Forschungshintergrund

Das steigende Interesse der Gesellschaft an ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Konzepten hat spätestens durch den Aufruf von Watson et al. [31] im Jahr 2010 zu mehr Forschung im Bereich der Energieinformatik und Umweltfreundlichkeit auch die Domäne der IS Forschung erreicht. Allerdings ist diesem Aufruf, der Green IS als ein wichtiges Feld der IS Domäne begreift, keine wesentliche Zunahme entsprechender Forschungsbemühungen gefolgt [3]. Green IS kann durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien helfen, den Ausbau erneuerbarer Energien zu fördern und ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit zu er höhen [27]. Die Bewertung von Windenergie-projekten durch den Einsatz von IT und IS ist folglich ein Beispiel von Green IS.

2.1 Literaturüberblick

Im Folgenden werden Publikationen, die sich mit der ökonomischen Bewertung von Windparks beschäftigen vorgestellt und die Unterschiede zu dieser Arbeit herausgestellt. Bei der Recherche haben wir uns an den Vorgehensweisen von Webster und Watson [32] und vom Brocke et al. [30] orientiert und Datenbanken wie AISel, IEEE, ScienceDirect, usw. verwendet.

Jaramillo et al. [16] haben eine technoökonomische Analyse durchgeführt, indem sie in einer Fallstudie anhand der Winddaten in EL Cardón, welches in Baja California Sur, Mexiko, liegt, für zwei 750 kW Windturbinen die Stromgestehungskosten errechnen. Die von Januar 1997 bis Januar 1998 erhobenen Winddaten werden in Form der Weibull-Verteilung in die Analyse einbezogen. Die Berechnung wird nur für eine alleinstehende Windturbine durchgeführt, sodass keine Parkeffekte berücksichtigt werden.

Madlener et al. [19] haben ein DCF-Modell für deutsche Offshore Windpark Projekte aufgestellt, welches durch eine MCS erweitert wurde. Für die umfassend analysierten Risikofaktoren werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen unterstellt, aus welchen mit Hilfe der MCS die Verteilung des Projektwertes ermittelt wird. Das Value-at-Risk-Prinzip wird auf diesen Wert angewendet. Auf verschiedene Finanzierungsstrategien und weitere Kennzahlen wird jedoch nicht eingegangen.

In einer umfassenden Studie von Blanco [2] werden die Daten über die Strukturen von operativen Kosten sowie von Investitionskosten von Onshore und Offshore Windparks in Europa erhoben. Es werden Stromgestehungskosten für beide Technologien geschätzt. Allerdings ermöglicht die Analyse nicht die Bewertung eines einzelnen Windparks, sondern bietet einen ökonomischen Überblick.

Koukal und Breitner [17] haben ein DCF-Modell konstruiert, um den Present Value von deutschen Offshore-Windenenergieprojekten unter der Berücksichtigung der speziellen deutschen Einspeisevergütung zu bestimmen. Zur Erfassung von Risiken verwenden sie in Anlehnung an Madlener et al. [19] eine MCS, wobei allerdings keine Korrelationen zwischen einzelnen risikobehafteten Parametern berücksichtigt werden. Aufgrund des Forschungsschwerpunktes, der auf Projektfinanzierungen liegt, werden weitere Kennzahlen wie der Schuldendienstdeckungsgrad (DSCR) in die Berechnung mit einbezogen.

Eine ebenfalls auf Schwellenländer bezugnehmende Arbeit von Koukal und Breitner [18] stellt ein EUS für die Bewertung von Offshore-Windenergieprojekten hinsichtlich ihrer Rentabilität und ihrer Finanzierungsstruktur vor. Wie bereits im vorigen Paper basiert die Berechnung von verschiedenen Kennzahlen auf einem DCF-Modell mit einer integrierten MCS. Es werden allerdings ebenfalls keine Korrelationen zwischen einzelnen, risikobehafteten Parametern berücksichtigt. Das EUS wird anhand eines fiktiven brasilianischen Offshore-Windparks evaluiert.

Im Rahmen der Literaturrecherche wurde keine Literatur gefunden, die sich auf die Bewertung eines Onshore-Windparks in einem Schwellenland fokussiert und dabei sowohl Risiken einzelner Parameter durch Verteilungsannahmen berücksichtigt als auch Korrelationen zwischen diesen Parametern mit einbezieht. Es wird daher ein eigenes DCF-Modell entwickelt, dass sich vor dem Hintergrund der gestellten Forschungsfrage an dieser Zielsetzung orientiert. Die Vorgehensweise zur Anwendung einer MCS orientiert sich an den Arbeiten von Madlener et al. [19] sowie von Koukal und Breitner [17], da die verwendete Methode für Onshore Windenergieprojekte gleichermaßen angewendet werden kann. Für die einzelnen risikobehafteten Parameter mit ihren jeweiligen Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden angepasste Werte verwendet, da sich Onshore- und Offshore-Projekte in einzelnen Aspekten wesentlich unterscheiden.

2.2 Forschungsdesign

Unsere Forschung folgt dem Design-Science Research (DSR) Ansatz, um Relevanz und Rigorosität des Forschungsprozesses und der Ergebnisse zu adressieren. Der gestaltungsorientierte Ansatz wird von Offermann et al. [23] und insbesondere von Peffers et al. [25] anvisiert. Zusätzlich folgen wir Empfehlungen zur Vorgehensweise von Hevner et al. [10],[11] und March und Smith [20]. Unser Forschungsdesign wird nach [25] als problembezogener Ansatz klassifiziert (Abbildung 1).

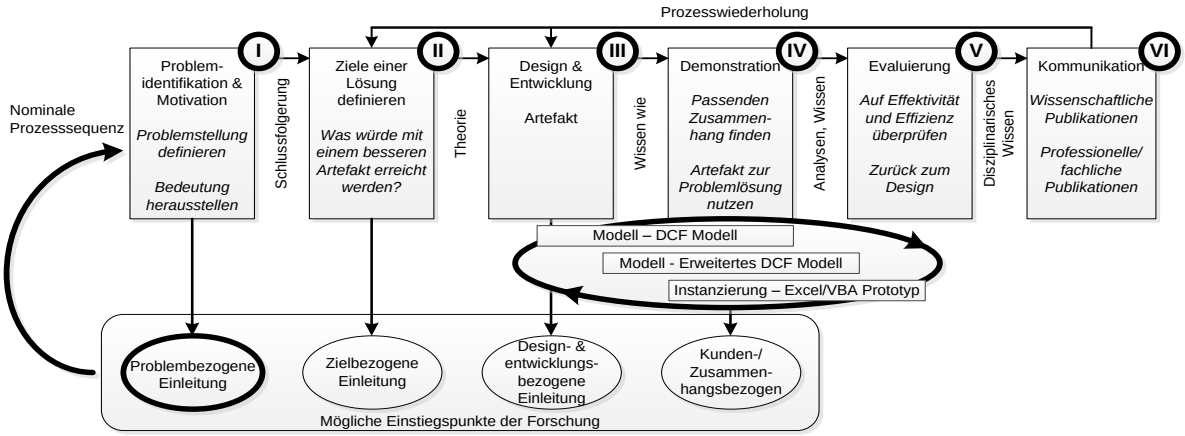


Abbildung 1: Forschungsdesign entsprechend des DSR Ansatzes nach [25]

Das Fehlen von Forschungsarbeiten, die eine probabilistische Risikobewertung bei der Analyse von Onshore Windenergieprojekten in Schwellenländern adressieren liefert vor dem Hintergrund eines steigenden Energiebedarfs und zunehmenden Versorgungsschwierigkeiten die Motivation für die Entwicklung unseres EUS. Durch die Identifikation dieses Problems haben wir unsere Forschung begonnen (I). Um methodische Rigorosität zu gewährleisten haben wir eine umfangreiche Literaturrecherche im Bereich der Energieinformatik, im Finance und im IS Sektor durchgeführt. Ergänzend wurde Literatur im DSR Bereich gesichtet. Im Hinblick auf die Forschungsfragen ist unser hauptsächliches Ziel das Erstellen, die Demonstration und die Evaluierung von Artefakten, die zur Beurteilung von Windenergieprojekten in Schwellenländern genutzt werden können (II). Mit Blick auf diese Zielsetzung wurde der praktische und wissenschaftliche Input verwendet, um die Artefakte in mehreren Iterationen entsprechend des Design Cycles nach [11] zu erstellen und zu bewerten. Nachdem die spezifischen Anforderungen definiert wurden, wurde das erste Artefakt, ein einfaches Cash Flow Modell, erstellt (III). Dieses Modell hat nur grundlegende Aspekte eines Windparks, wie Investitionen, Betriebskosten und eine Projektwertberechnung, abgedeckt und war hinsichtlich der Anpassungsmöglichkeiten beschränkt. Im Zuge der Weiterentwicklung wurde ein iterativer Ansatz

zur Verbesserung und Erweiterung der Artefakte entsprechend Guideline Nr. 6, "design as a search process", nach Hevner [11] verfolgt (siehe Abbildung 1). Das Basismodell wurde so um weitere Parameter und die Möglichkeit der Zuweisung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen ergänzt, was in einem erweiterten Modells unseres EUS gemündet hat. Eine Klassifikation in Konstrukte, Modelle, Methode und Instanziierungen als Ergebnis eines gestaltungsorientierten Forschungsprozesses erfolgt bei [11] und [20]. Unser entwickeltes Modell wurde im nächsten Schritt als Instanziierung in Form des EUS implementiert. Der Einordnung von Forschungsmethodiken nach Palvia et al. [24] folgend, wurde eine Fallstudie mit einer Projektwertberechnung und einer quantitativen Analyse von Projektrisiken vorgenommen, um die Möglichkeiten des EUS zu demonstrieren (IV) und zu evaluieren (V). Abschließend zielen wir auf eine Veröffentlichung unserer Forschungsergebnisse (VI).

3 Ausgestaltung des Entscheidungsunterstützungssystems

Das Ziel des EUS ist die Bewertung der Profitabilität eines projektfinanzierten Onshore Windparks aus Sicht der Eigen- und der Fremdkapitalgeber. Es werden sowohl eine typische Finanzierungsstruktur als auch aktuelle Finanzierungsbedingungen abgebildet. Neben der projektbezogenen Profitabilität können zudem auch Schlüsse über die allgemeinen Bedingungen für die Onshore Windenergie in dem jeweiligen Investitionsland gezogen werden.

3.1 Discounted Cash Flow Modell

In dem hier verwendeten DCF Modell wird über den Jahresüberschuss der Free Cash Flow (FCF) abzüglich des Tax Shield bestimmt. Die Erträge sind neben dem Strompreis von der produzierten Strommenge abhängig, welche durch die Leistungskennlinie der Anlage und die Parameter der Weibull-Funktion errechnet wird. Letztere ergibt sich durch die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten innerhalb eines Jahres. Wie in Abbildung 2 dargestellt, wird der Net Present Value (NPV) in Abhängigkeit von Inflation, Wechselkurs und Steuersatz bestimmt.

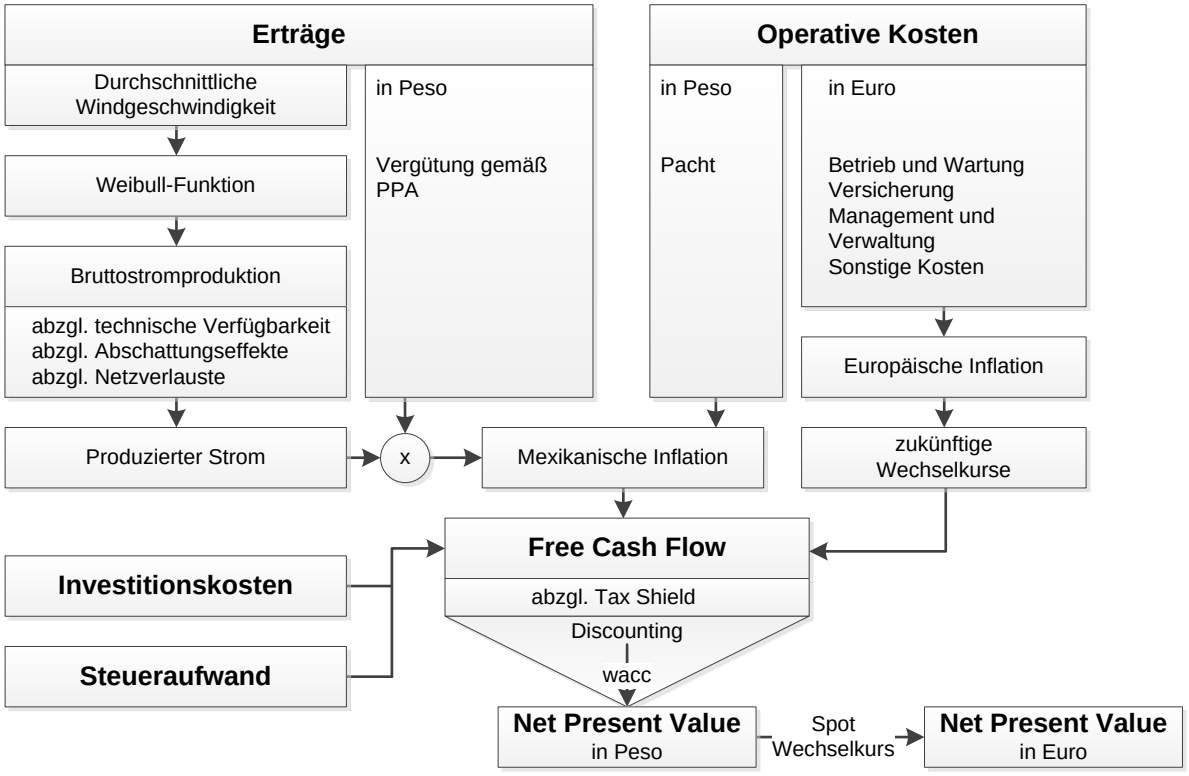


Abbildung 2: Discounted Cash Flow Modell

3.2 Methode zur Bestimmung des Projektwertes

- Zur Bestimmung des Projektwertes wird die „weighted average cost of capital“ (WACC)-Methode herangezogen, welche eine häufig verwendete Methode darstellt [33] und auch bei der Bewertung von Offshore Windparks Verwendung findet [19]. Charakteristisch ist die Berücksichtigung des Steuervorteils durch Aufnahme von Fremdkapital im Diskontierungszinssatz. Der FCF wird mit dem Durchschnitt aus Eigenkapital- (r_E) und Fremdkapitalkosten (r_D), gewichtet mit den Anteilen von Eigen- (E) und Fremdkapital (F) am Unternehmensgesamtwert, diskontiert [28]:

$$r_{wacc} = \frac{E}{E+D} * r_E + \frac{D}{E+D} * r_D * (1-t) \quad (1)$$

Die Fremdkapitalkosten ergeben sich aus den aufgenommenen Krediten. Die Eigenkapitalkosten werden aus dem CAPM Modell hergeleitet (2). Sie ergeben sich aus dem risikolosen Zinssatz (r_f) und dem Produkt aus der Marktrisikoprämie (r_m- r_f) und dem beta-Faktor. Letzterer drückt aus, wie stark die betrachtete Investition der Gesamtmarktentwicklung folgt.

$$r_E = r_f + \beta * (r_m - r_f) \quad (2)$$

3.3 Monte Carlo Simulation

Die Zielsetzung des EUS schließt die Berücksichtigung von Risiken bei der Bestimmung von Rendite- und Finanzierungskriterien mit ein. Um Risiken angemessen zu berücksichtigen, wird eine Betrachtung der Verteilungen der Einflussgrößen vorgenommen. Eingangs werden Verteilungsannahmen über die mit Risiken behafteten Einflussgrößen getroffen und stochastische Abhängigkeiten zwischen den Einflussgrößen erfasst. In dieser Arbeit wird eine betaPert-Verteilung angenommen, da zur Bestimmung der Verteilungsform nur ein Minimum, ein Maximum und die

wahrscheinlichste Ausprägung angegeben werden müssen [26]. Die stochastischen Abhängigkeiten werden mittels Rangkorrelationskoeffizienten erfasst.

3.4 Entscheidungsunterstützungssystem

Das Entscheidungsunterstützungssystem (EUS) ist in Visual Basic for Applications (VBA) innerhalb einer Microsoft Excel 2010 Umgebung implementiert. Excel wird auf Grund seiner weiten Verbreitung, seinen Funktionen zur Tabellenkalkulation, die es für die Implementierung eines DCF Modells prädestinieren, und seinen Erweiterungsmöglichkeiten durch Add-Ins verwendet. Das EUS integriert das DCF Modell, die Kontrolle der MCS, visuell aufbereitete Ergebnisdarstellungen, sowie Import- und Exportfunktionen innerhalb eines einzigen Systems, um ökonomische und politische Entscheidungen zu unterstützen. Die Systemarchitektur wird in Abbildung 3 dargestellt. Daten zu den einzelnen Parametern eines Windparks können entweder aus .csv Dateien importiert, direkt in die jeweiligen Tabellenblätter eingetragen oder über eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) der VBA Anwendung eingegeben werden. Die GUI unterstützt zudem die Zuweisung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die MCS und startet diese. Die Ergebnisse der MCS werden weiter aufbereitet, um die Ergebnisse für die verschiedenen Kennzahlen über die Projektlaufzeit und für unterschiedliche Konfidenzniveaus zu visualisieren und eine einfache Projektvalidierung zu ermöglichen. Alle Projektparameter können in .csv Dateien exportiert und Berichte erstellt werden.

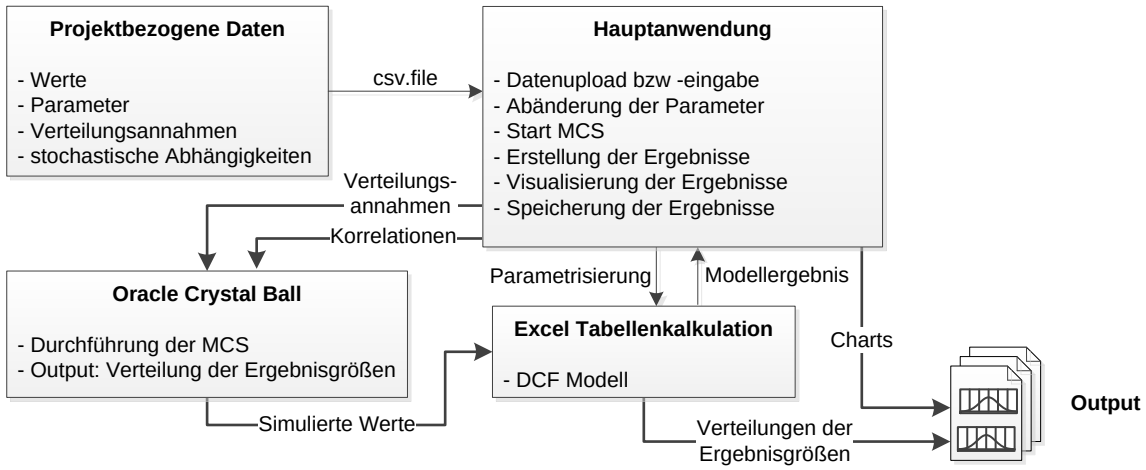


Abbildung 3: Systemarchitektur des Entscheidungsunterstützungssystems

4 Fallstudie: Onshore Windpark in Mexiko

Mit Hilfe des EUS können Standorte in unterschiedlichen Schwellenländern untersucht werden. Um den Nutzen des Tools zu demonstrieren, wird im Folgenden ein Onshore-Windpark betrachtet. Der fiktive Windpark wird unter den Windgegebenheiten in Oaxaca, Mexiko, betrieben. Die Nennleistung ergibt sich aus der Installation von 100 2,5MW-Anlagen des Typs Clipper Liberty C89. Die Bauphase wird nach Planungen zwei Jahren andauern, in Anlehnung an die Windparks Eurus und La Venta III mit einer ähnlichen Größe. Der Windpark weist eine Lebensdauer von 20 Jahren auf.

In 2011 lagen die Investitionskosten für einen Windpark in Oaxaca bei 1.500€/kW [14]. Die Investitionskosten untergliedern sich in die Kosten für die Turbine selbst (1.031€/kW), für die Gründung (144€/kW) und für elektrische Installationen (187€/kW). Zudem wird eine Liquiditätsreserve von 5% der Gesamtinvestition gebildet. Die operativen Kosten gliedern sich in die

Betriebs- und Wartungskosten (6.350T€), Pacht (20.499TMXN), Kosten für Versicherungen (1.048T€), für Management und Verwaltung (1.016T€) sowie für Sonstiges (426T€) auf.

Ein Vorteil des Tools ist, dass die Parameter der Weibullverteilung automatisch unter Berücksichtigung der Geländebeschaffenheit auf verschiedene Nabenhöhen approximiert werden. Die Windgeschwindigkeit in der Nabenhöhe von 80m ergibt sich unter einer Geländebeschaffenheit von 0,166 durch $v = 10{,}557\text{m/s} \cdot (80\text{m}/32\text{m})^{0{,}166} = 12{,}291\text{m/s}$ [15]. Anhand der Windverteilung und der Leistungskennlinie der WEA kann ermittelt werden, mit welcher Häufigkeit welche Leistung erbracht wird. Der resultierende durchschnittliche Stromertrag pro Stunde wird mit 8.760 Stunden multipliziert.

Charakteristika des Windparks		
Installierte Nennleistung	250 MW	
Anzahl Windenergieanlagen	100	
Übergreifende Einflussgrößen	Wert	Spannweite
Steuersatz	28 %	26% / 30%
Europäische Inflation	2,61 %	
Mexikanische Inflation	3,84 %	
Wechselkurs (Spot Rate)	16,84 MXN/EUR	
Wechselkurs (Forecast)	16,84 MXN/EUR	15,28 / 18,56
Investitionskosten	Wert	Abweichung
Investitionssumme	375.0666 T€	+5% / -5%
dv. Liquiditätsreserve	18.753 T€	
Ertragsparameter (p.a.)	Wert	Spannweite
ø erwartetet Stromproduktion	1.159 GWh	
Technische Verfügbarkeit	97 %	95% / 99%
Abschattungseffekte	90 %	87% / 98%
Netzverluste	98 %	97% / 99%
ø Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	12,29 m/s	NV mit σ= 6%
Steigungsparameter der Weibull-Funktion in 32m	1,942	
Operative Kosten (p.a.)	Wert	Abweichung
Betrieb und Wartung	6.250 T€	+8% / -9%
Vertraglich fixierter Bestandteil	3.707 T€	

Tabelle 1: Annahmen über den Windpark

Hieraus ergibt sich der jährliche Bruttostromertrag von 1.355GWh pro Jahr. Nach Abzug der in der Tabelle 1 aufgeführten Abschläge kann eine Jahresstromerzeugung in Höhe von 1.159GWh erwartet werden. Dies entspricht einem Kapazitätsfaktor von 52,94% bzw. 4.638 Vollaststunden pro Jahr. Die technische Verfügbarkeit wurde gemäß der „bathtub curve“ Annahme ab dem 11. Betriebsjahr der WEA um 0,5% p.a. abgesenkt [8]. Die Vergütung des produzierten Stroms richtet sich nach der Art des Abnahmevertrages. In der Kalkulation wird ein Abnahmevertrag über 20 Jahre mit der staatlichen Comísion Federal de Electricidad unterstellt. Der fixierte Abnahmepreis ist anhand eines Preisindizes an die Inflation gekoppelt. Als Annährung für den Vergütungssatz in 2015 wurde der Vergütungssatz von Ende 2011 herangezogen [14] und jährlich um die Inflation erhöht. Im ersten Betriebsjahr 2015 beträgt die Vergütung 997,53MXN/MWh.

4.1 Zinssatz und Wahrscheinlichkeitsverteilung

Um den Projektwert unter der WACC-Methode zu bestimmen, wird der gewichtete durchschnittliche Zinssatz ermittelt. Der risikolose Zinssatz wird durch deutsche langfristige Staatsanleihen

approximiert und mit 2% angesetzt. Der β-Faktor wird durch die Abhängigkeit des Industriezweiges von dem Gesamtmarkt bestimmt. Die Hersteller von in Mexiko verwendeten Turbinen Vestas, Gamesa, Acciona und Clipper weisen im Durchschnitt ein Beta von 1,3 auf. Da in diesem Fall ein Windparkprojekt betrachtet wird und die Investoren zumeist in eine Zweckgesellschaft mit Non-Recourse Finanzierung investieren, wird ein Aufschlag von 0,3 veranschlagt. Bei der Bestimmung der Risikoprämie für das Marktrisiko in Mexiko, wird das Rating von Moody's als Grundlage für einen Risikoaufschlag auf die heimische Eigenkapitalrisikoprämie verwendet [5]. Für entwickelte Länder wird eine Eigenkapitalrisikoprämie von 6% angenommen. Mexiko weißt ein Rating von Baa1 auf [21]. Für das Rating wird ein Risikoaufschlag von 1,5% veranschlagt. Somit ergibt sich eine Eigenkapitalrisikoprämie von 7,5%. Insgesamt belaufen sich die Eigenkapitalkosten nach Gleichung (2) auf 2%+1,6 · (7,5%-2%) = 10,80%. Der Fremdkapitalzins (r_D) ergibt sich aus den aufgenommenen Darlehen mit 0,6 · 8,93%+0,4 · 7,25% = 8,26%. Bezieht man den mexikanischen Unternehmenssteuersatz von 28% [4] mit ein, ergibt sich ein Zinssatz von 8,26% · (1-28%) = 5,95%. Hieraus resultieren die WACC mit 0,3 · 10,80%+0,7 · 5,95% = 7,40%.

Die Parameter der betaPert Verteilungen können in Tabelle 1 abgelesen werden. Die Variation der Windgeschwindigkeit zwischen verschiedenen Jahren wird durch eine Normalverteilung approximiert [7]. Der Wechselkurs wird als normalverteilt angenommen und für jedes Jahr unabhängig simuliert. Für die Investitionskosten und die Bauzeit wird eine positive Korrelation von 0,9 abgenommen. Die technischen Verfügbarkeit und die Betriebs- und Wartungskosten weisen eine schwache negative Korrelation von -0,5 auf.

4.2 Ergebnisse

Nach dem oben beschriebenen Vorgehen erweist sich das Projekt als äußerst profitabel. Der NPV nimmt mit einer Wahrscheinlichkeit von Nahe 100% einen positiven Wert an. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% wird ein NPV von 156.351T€ nicht unterschritten. Im Mittel liegt der NPV bei 182.430T€ (Abbildung 4). Dies entspricht einer IRR von 11,63%. Für den Investor ergibt sich nach Umstellen von Gleichung (1) eine Rendite in Höhe von: (11,63%-5,95% · 0,7) / 0,3 = 24,89%.

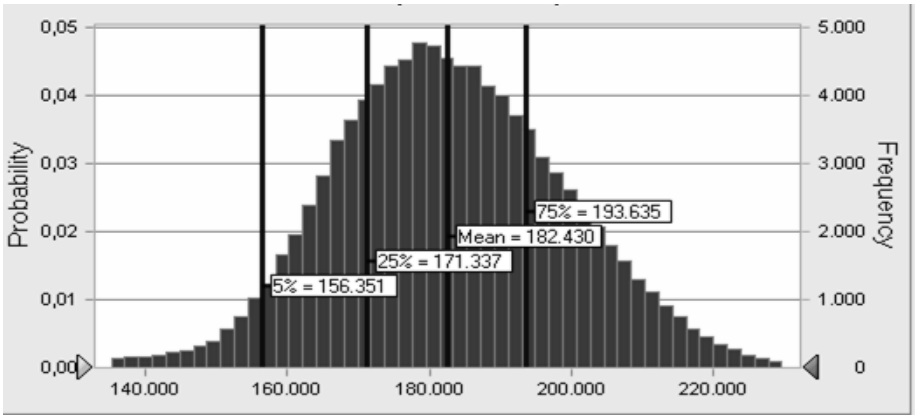


Abbildung 4: NPV des Projektes, Werte in T€.

Die Schuldendienstdeckungsgrade stellen eine Entscheidungshilfe für die Fremdkapitalgeber dar, ob die Rückführung der Kredite sicher gestellt ist. Bei Betrachtung der DSCR wird deutlich, dass der generierte Cash Flow mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% in jedem Jahr ausreichend groß ist, um den Kapitaldienst zu leisten (Abbildung 5). Es wird minimal das 1,2-fache an benötigter Liquidität

generiert. Der Abfall der DSCR im zweiten Jahr resultiert aus der Stundungsmöglichkeit, welche im ersten Jahr bei Bauzeitverzögerungen in Anspruch genommen wird, da ohne diese Option der Kapitaldienst aufgrund fehlender Erträge nicht gewährleistet wäre. Die Schuldendeckung über die Kreditlaufzeit (LLCR) sowie über die Projektlaufzeit (PLCR) ist ebenfalls gewährleistet.

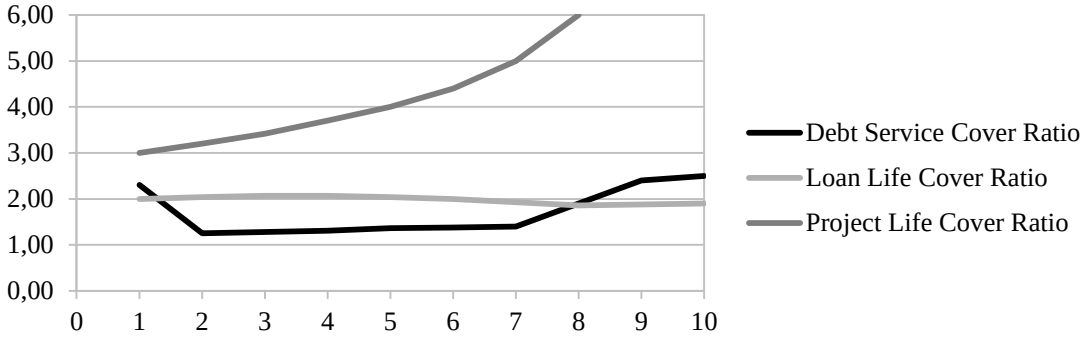


Abbildung 5: Schuldendienstdeckungsgrade zum 95%- Konfidenzniveau

5 Diskussion und Limitationen

Bei Betrachtung der Ergebnisse liegt der Schluss nahe, dass ein Windpark am betrachteten Standort äußerst profitabel ist und zudem die Anforderung der Fremdkapitalgeber nach einer ausreichenden Deckung des Schuldendienstes erfüllt ist. Die Rendite für die Investoren liegt mit 14,09%-Punkten über der geforderten Verzinsung des Eigenkapitals und stellt somit einen großen Investitionsanreiz dar. Um eine für Mexiko allgemeingültige Aussage über die finanzielle Attraktivität von Windparks zu treffen, sollten weitere Standorte bspw. in anderen Regionen betrachtet werden.

Das verwendete DCF Modell erleichtert die Entscheidungsfindung für Eigen- wie auch Fremdkapitalgeber, in dem es die komplexe Finanzierungssituation in aussagekräftigen Finanzkennzahlen komprimiert. Das EUS erleichtert die Anwendbarkeit und ermöglicht die Risikobetrachtung in dem Modell. Durch Anpassung der Parameter kann das Modell in verschiedenen Regionen und Ländern genutzt werden. Durch die Variation der Einflussgrößen kann zudem der Nutzer ein umfassenderes Verständnis des Problems und der Einflussstärke der einzelnen Einflussgrößen erlangen. Bei der Beurteilung des EUS sollte die Interdisziplinarität zwischen einem Beitrag zur IS Theorie und der innovativen Betrachtungsweise des Forschungsgegenstandes beachtet werden. Beide Themenbereiche werden in diesem Artikel abgebildet. Wir verfolgen einen DSR Ansatz und untersuchen zudem mit der Projektbewertung von Onshore Windenergieprojekten in einen zukunftsorientierten und relevanten Themenschwerpunkt der Green IS. Bisher wurden jedoch nur wenige EUS, welche dem DSR Ansatz folgen, evaluiert [1]. Daher könnte auch in unserem Fall eine empirische Bewertung seitens der Projektentwickler und Kreditgeber die Präzision und die Generalisierbarkeit des Ansatzes verbessern.

Desweiteren beeinflusst die Festlegung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen stark die Verlässlichkeit des Modells [33]. Bisher gibt es keine Forschung über die beste Verteilungsannahme für die Risiken eines Onshore Windparks. Daher wird, in Anlehnung an ökonomische Analysen mit einer Risikobetrachtung mittels einer MCS von Offshore Windparks [17],[19], die betaPert-Verteilung als angemessen erachtet. Die Ausgestaltung der Verteilungsannahmen beruht auf Schätzungen, daher sollte berücksichtigt werden, dass auch die Verteilung der Ergebnisgröße eine Schätzung ist und

somit die Betrachtung der wahrscheinlich maximalen Abweichung einer Kennzahl zu einem bestimmten Konfidenzniveau eine gewisse Scheingenauigkeit suggeriert [12].

Eine weitere Einschränkung der MCS ist, dass die Abbildung bestimmter Risiken zu Verzerrungen der Ergebnisgröße führen kann. Risiken, welche selten auftreten und einen starken Einfluss auf die Profitabilitätskennzahlen haben, sind aufgrund des seltenen Auftretens durch eine schlechte Datenverfügbarkeit über den Einfluss des Risikos gekennzeichnet. Daher sollte die quantitative Analyse anhand des EUS mittels einer qualitativen Analyse unterstütz werden. Die qualitative Analyse sollten nicht betrachtete, aber für Schwellenländer relevante Risiken, wie politische und regulatorische Risiken sowie Force Majeure Risiken bewerten.

Aus akademischer Sicht sind Green EUS eine wichtige Unterkategorie der Green IS. Wir bieten ein aktuelles Beispiel eines Green EUS, welches durch die Variabilität der Einsetzbarkeit und die Visualisierung der Ergebnisse die Entscheidungsfindung unterstützt.

6 Fazit und Ausblick

Die Bedeutsamkeit von erneuerbaren Energien, wie Onshore Windenergie, im Bereich Green IS veranlasst zu umfassenden Forschungen. Das hier vorgestellte EUS erleichtert den Nutzern die Bewertung von Onshore Windparks in Schwellenländern. Mittels des DCF Modells können für Investoren wichtige Finanzkennzahlen, wie der NPV und der DSCR, berechnet werden. Das auf dem DCF basierende EUS ermöglicht die strukturierte Erfassung der Parameter, startet die MCS und visualisiert die Ergebnisse. Die Evaluation erfolgte am Beispiel eines fiktiven mexikanischen Windparks. Das EUS gehört zum Themengebiet der Green IS und fördert die Verbreitung von erneuerbaren Energien und trägt somit zur Nachhaltigkeit bei. Es wird weitere Forschung hinsichtlich der zuvor identifizierten Limitationen des EUS benötigt. Eine Erweiterung des Modells ist ebenfalls durch die Identifikation weiterer Einflussgrößen mit den zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Korrelationen denkbar.

7 Literatur

[1] Arnott, D; Pervan, G (2012): Design Science in Decision Support Systems Research: An Assessment using the Hevner, March, Park, and Ram Guidelines. Journal of the Association for Information Systems 13(11): 923-949.

[2] Blanco, MI (2009): The economics of wind energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13(6-7): 1372–1382.

[3] Brocke, JV; Watson, RT; Dwyer, C; Elliot, S; Melville, N (2012): Green Information Systems: Directives for the IS Discipline. In: ICIS 2012 Proceedings.

[4] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Uniòn (2012): Ley del Impuesto Sobre la Renta. Art. 10. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/82.pdf. Abgerufen am 25.07.2013.

[5] Damodaran, A (2012): Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2012 Edition. http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/papers/ERP2012.pdf. Abgerufen am 25.07.2013.

[6] Dedrick, J (2010): Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research. Communications of the Association for Information Systems 27(1):173-184.

[7] European Wind Energy Association (EWEA) (2009): Wind Energy - The Facts. http://www.wind-energy-the-facts.org/. Abgerufen am 26.08.2013.

[8] Faulstich, S; Hahn, B; Tavner, PJ (2011): Wind turbine downtime and its importance for offshore deployment. Wind Energy 14(3):327-337.

[9] Global Wind Energy Council (GWEC) (2012): Global Wind Report: Annual Market Update 2011. http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2011_lowres.pdf. Abgerufen am 25.07.2013.

[10] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. Management Information Systems Quarterly 28(1):75-105.

[11] Hevner, AR (2007): A Three Cycle View of Design Science Research. Scandinavian Journal of Information Systems 19(2).

[12] Hoitsch, Hans-Jörg; Winter, Peter (2004): Die Cash Flow at Risk-Methode als Instrument eines integriert holistischen Risikomanagements. Zeitschrift für Controlling und Management 48(4):235-246.

[13] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2012): Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (SRREN). http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_Full_Report.pdf. Abgerufen am 25.07.2013.

[14] International Energy Agency Wind (2012): Annual Report 2011. http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2011.html. Abgerufen am 22.08.2013.

[15] Jaramillo, OA; Borja MA (2004): Wind speed analysis in La Ventosa, Mexico: a bimodal probability distribution case. Renewable Energy 29(10):1613-1630.

[16] Jaramillo, OA; Saldaña, R; Miranda, U (2004): Wind power potential of Baja California Sur, México. Renewable Energy 29(13):2087–2100.

[17] Koukal, A; Breitner, MH (2013): A Decision Support Tool for the Risk Management of Offshore Wind Energy Projects. Wirtschaftsinformatik Proceedings, Paper 106.

[18] Koukal, A; Breitner, MH (forthcoming): Offshore Wind Energy in Emerging Countries: A Decision Support System for the Assessment of Projects.

[19] Madlener, R; Siegers, L; Bendig, S (2009): Risikomanagement und -controlling bei Offshore-Windenergieanlagen. Zeitschrift für Energiewirtschaft 33(2): 135-146.

[20] March, ST; Smith, GS (1995): Design and Natural Science Research on Information Technology. Decision Support Systems 15(4):251-266.

[21] Moody's (2011): Moody's Disclosures on Credit Ratings of Mexico, Government of. http://www.moodys.com/research/Moodys-Disclosures-on-Credit-Ratings-of-Mexico-Government-of--PR_233866. Abgerufen am 25.07.2013.

[22] Murugesan, S (2008): Harnessing Green IT: Principles and Practices. IT Pro 10(1):24-33.

[23] Offermann, P; Levina, O; Schönherr, M; Bub, U (2009): Outline of a Design Science Research Process. In: Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technologies. Philadelphia.

[24] Palvia, P; Midha, V; Pinjani, P (2006): Research Models in Information Systems. Communications of the Association for Information Systems 17(1):1042-1066.

[25] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2008): A design science research methodology for information systems research. Journal of MIS 24(3):45-77.

[26] Pleguezuelo, RH; Pérez; JG, Rambaud, SC (2003): A note on the reasonabless of PERT hypotheses. Operations Research Letters 31:60-62.

[27] Rickenberg, TA; Neumann, M; Hohler, B; Breitner, MH (2012): Towards a process-oriented approach to assessing, classifying and visualizing Enterprise Content Management with Document Maps, Proceedings of the 20th European Conference on Information Systems.

[28] Schacht, U; Fackler M (2009): Praxishandbuch Unternehmensbewertung. Grundlagen, Methoden Fallbeispiele. Gabler Verlag, Wiesbaden.

[29] United Nations Environment Program (UNEP) (2011): Toward a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/ger_final_dec_2011/Green%20Economy Report_Final_Dec2011.pdf. Abgerufen am 25.07.2013.

[30] vom Brocke, JM; Simons, A; Niehaves, B; Riemer, K; Plattfaut, R; Cleven, A (2009): Reconstructing the giant: On the importance of rigor in documenting the literature search process. In: Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems, Italy, Verona.

[31] Watson, RT; Boudreau, MC; Chen, AJ (2010): Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. MIS Quarterly 34(1):23-38.

[32] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):xiii-xxiii.

[33] Ye, S; Tiong, RLK (2000): NPV-at-Risk Method in Infrastructure Project Investment Evaluation. Journal of Construction, Engineering and Management 126:227-233.

The Value of IS for Increasing the Acceptance of Electric Vehicles - The Case of Range Anxiety

Matthias Eisel

University of Göttingen, Chair of Information Management, 37073 Göttingen,
E-Mail: meisel@uni-goettingen.de

Johannes Schmidt

University of Göttingen, Chair of Information Management, 37073 Göttingen,
E-Mail: jschmida@uni-goettingen.de

Abstract

The introduction of electric vehicles (EVs) is seen as an important component of achieving a sustainable and eco-friendly transport system. However, the acceptance and therefore the market penetration of EVs is very low. One of the main barriers to the success of these cars is their limited range. Hence, many users have concerns about becoming stranded while driving an EV; this phenomenon is called range anxiety. This paper provides a broader understanding of range anxiety by creating a framework to conceptualize and measure it. Moreover, various strategies that can be used to reduce range anxiety are examined, with special attention given to information systems (IS). We demonstrate that these can be used to reduce range anxiety in specific situations and may increase the acceptance of EVs.

1 Introduction

Currently, the introduction of EVs is seen as an important component for achieving an eco-friendly transport system, since it provides an opportunity to reduce carbon emissions. However, the realization of this objective is hindered by number of technical and economic disadvantages of EVs, which is particularly reflected in a low market penetration. The most significant reasons for user resistance prevailing are high purchasing costs and the limited range of the EVs with a typical maximum range of about 150 km. The unwillingness of most potential electric vehicle users to accept the limited range, even if the range of these cars would be sufficient to match the usage patterns of most drivers, is of particular importance [24]. It can therefore be assumed that range anxiety is a bigger problem than the actual range of electric vehicles. In this context, range anxiety can be defined as "concern and fear of becoming stranded with a discharged battery in a limited range vehicle" [25]. One problem is that it has not been conceptualized in detail to date. Moreover, there is no appropriate method for measuring range anxiety. This makes it difficult to evaluate and assess the effect of these approaches in influencing it.

In this paper, we place emphasis on IS as one suitable approach to reduce range anxiety. As a result, it may be possible to overcome perceived range barriers with assistance of psychological interventions, such as the provision of relevant information. It is assumed that additional IS can reduce range anxiety and thus increase the acceptance of EVs. Due to the above-described reasons, this paper examines three research questions:

- RQ 1: What are the relevant factors influencing range anxiety and what are suitable approaches to reduce it?
- RQ 2: How can range anxiety be measured?
- RQ 3: How does a conceptual framework to assess the value of IS for reducing range anxiety look?

In the following chapter, the theoretical background of electric vehicles and the associated range anxiety is addressed. The next section explains both, the concept of range anxiety and the research design. Afterwards, we present the results while the paper ends with a discussion and a conclusion.

2 Theoretical Background

2.1 Electric Mobility and Charging Infrastructure

The term electric mobility compromises all vehicles that use electric powertrain technologies to enable propulsion. The main characteristics of battery electric vehicles (BEVs) are an internal electric motor and a grid-chargeable battery. An intermediate stage for the entire electrification of the powertrain is the hybrid vehicle, which uses two or more distinct power sources to move the vehicle. [18]. The fundamental aim of the combination is to compensate for the system-related disadvantages of one power train with the advantages of the other [5]. The most important challenges posed by full electric vehicles are the limited range and the high battery costs. Today's battery costs range between 10.000 to 15.000 euro for a typical EV with an approximated range of 100 to 200 km. The respective charging infrastructure for EVs can be divided into [1]:

- Private charging: Refers to locations on private property; charging duration [27]: five to seven hours (3.7kW);

- Semi-public charging: Charging at the workplace, restaurants or commercial centers; charging duration [27]: 30 minutes (22kW) to seven hours (3.7kW);
- Public charging: (1) Public slow charging stations in existing parking areas within the city and (2) fast charging stations or battery swapping stations; charging duration [27]: 15 minutes (100kW) to 60 minutes (11kW).

For most EV drivers, charging availabilities at home and in various semi-public locations would be sufficient to meet mobility needs. However, complimentary fast charging stations in public locations will be needed to serve as safety backup or for those that do not have time to charge slowly.

2.2 Range Anxiety

The concept of range anxiety emerged in 1997 [1]. It was observed that EV users feared getting stranded on the side of the road due to a discharged battery in an EV. Another observation was that EV drivers worried about driving distances close to the maximum range of their vehicles. The main reasons for these concerns are the limited range and the underdeveloped charging infrastructure [25]. Based on existing studies ([20]; [25]; [31]), the following definition for range anxiety is used:

> "Range anxiety describes electric vehicle users' concern that they might not reach planned destinations due to a discharged battery".

Generally, anxiety "is considered to be a basic negative emotion" and "is not the same as the fear which is associated with an immediate danger, rather, anxiety corresponds to a state of uncertainty" [32]. Moreover, a distinction can be made between different levels of anxiety, ranging from little to moderate to excessive [4]. From a psychological point of view range anxiety can be characterized as dynamic since it can change in intensity over time ([21]; [24]; [31]). Although it can be shown that the range of EVs is sufficient to match the usage patterns of most drivers, range anxiety still emerges frequently. This assumption could be confirmed by own research in 2012 by investigating the economic potential of implementing an automated charging management for a commercial fleet operator. Nearly 21.000 bookings from a German carsharing provider in a time period of one year were evaluated. The average tour distance was 58.7 kilometers; however, the median tour distance was just 15.2 kilometers. Moreover, we investigated the share of tours that could have been realized if the whole fleet of 86 cars with combustion engines was to be replaced by electric cars. It was found that 86.6% of all tours could also have been realized with electric cars. There seems to be a discrepancy between EV users' needs and their respective requirements according to the battery capacity [24]. Hence, range anxiety does not seem to be based on rational reasoning.

2.3 User Acceptance

Users might not accept and use the new technology due to technical restrictions and high purchase costs. Several studies indicate that the acceptance of technology depends to a large extent on two factors (e.g. [26]; [10]). The perceived usefulness (PU) defines the extent to which an individual thinks that the use of a technology is going to enhance his task performance. On the other hand, perceived ease of use (PEU) describes the degree to which a person believes that using a technology is free from physical and mental effort. Davis referred to psychometric scales to develop suitable measurement scales for PEU and PU ([23]; [9]). PEU and PU both have positive effects on the user's intention to use a technology and thus on the adoption of innovations (e.g. [7]; [28]).

The technology acceptance model (TAM) from Davis [9] is based on these factors. In this model, both the PU and the PEU directly or implicitly affect the behavioral intention of a person to use a

technology. Therefore, both factors represent the beliefs that lead to acceptance of technology. Moreover, the PU is affected by the PEU, and both of them are influenced by external variables. Finally, the behavioral intention to use (BI) could lead to an actual use for the technology. The BI is usually measured by frequency of use, actual number of uses, amount of time using, and diversity of usage. The original model was continuously modified and upgraded; the three major upgrades were the TAM 2 [28], the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology [29], and the TAM 3 [30]. However, various meta-analyses (e.g. [15]; [17]) demonstrated that TAM is a valid and robust model for explaining the relations between PEU, PU and the usage of technologies.

3 Related Work

Kurani et al. [16] examine psychological processes of range anxiety. Their research shows that preferences for range are extremely volatile and changed under the influence of new information or attitudes expressed by other people. Their findings also suggest that there is a learning curve for range experience. Philip and Wiederer [21] regard the provision of a public charging infrastructure as the most suitable strategy to address range anxiety. Sonnenschein [24] confirms that range anxiety is a bigger problem than the actual range of electric vehicles. He also recommends the concept of providing a suitable charging infrastructure to address this anxiety. A report by Wellings et al. (2011) suggests that the most serious concerns of the limited range for inexperienced drivers decreased as the drivers became familiarized with EVs.

	Concept of Range Anxiety				**Strategies Limiting Range Anxiety**		
Publication	General Concept of Range Anxiety	Impact Factors of Range Anxiety	Conceptual Model of Range Anxiety	Measurement of Range Anxiety	General Strategies Limiting Range Anxiety	IS for Reducing Range Anxiety	The Value of IS for Reducing Range Anxiety
Kurani et al. (1996)	X				X	X	
Philip and Wiederer (2010)	X				X		
Sonnenschein (2010)	X				X		
Wellings et al., (2011)	X				X	X	
Carol (2011)	X			X	X		
Franke et al. (2011)	X	X		X	X	X	
Nilson (2011)	X	X	X	X	X	X	
Pearre et al. (2011)	X		X	X	X		
Research Contribution			**X**	**X**	**X**	**X**	**X**

Figure 1: Illustration of Related Work and Research Contribution.

Franke et al. [11] relate range anxiety to the common theoretical framework of stress and control theory. Their research focuses on the question of how EV range is perceived by experienced drivers and examines the role of personal resources in comfortable range. Finally, they suggest some strategies to overcome perceived range barriers with the assistance of psychological interventions. Nilsson [19] presents the key elements of range anxiety and current practical approaches to limit range anxiety. Furthermore, she proposes some approaches that could be used to measure range anxiety. Pearre et al. [20] focuses on the necessary amount of extra range that drivers need to not feel concerned about reaching their planned destination. A report by Carroll (2011) suggests that the perception and experience of range anxiety change over time. Another important finding demonstrates that the degree to which a driver is willing to discharge the battery of the EV depends on the driver's

personal level of comfort. Surprisingly, there is little research about the measurements of range anxiety and the influence of approaches that could be used to reduce it (see Figure 1). Moreover, no current publication has precisely evaluated the influence of IS on range anxiety.

4 Conceptualization of Range Anxiety

4.1 Identifying the Factors Influencing Range Anxiety

The user acceptance of a BEV depends on many different factors. Among these factors the limited range compared to a conventional car is one of the most important as this leads to occurrence of range anxiety and thus influences user behavior. In order to frame this in a theoretical construct, Davis's technology acceptance model is applied [9]. Regarding technology acceptance of a BEV, range anxiety seems to have a significant influence as an external factor. Hence, an investigation into the drivers of range anxiety was conducted by doing literature analysis as well as expert interviews. For the latter, we conducted structured face-to-face interviews by using open-ended questions with three senior researches in the area of electric mobility in 2013. Based on these, the drivers were divided into four different groups: technical factors, psychological factors, IS factors, and infrastructural factors.

Many of the identified drivers are related to the **technical category**. Probably the most important of them is the battery capacity itself, which causes the limited range. According to the amount of charging cycles and other deterioration effects the maximum battery capacity decreases and thus reduces the distance drivable. On the other hand, the limited range can be extended by installing an additional combustion engine. In doing so, the vehicle gets denoted as a hybrid electric vehicle.

Infrastructural factors have the most obvious influence on range anxiety. As Kearney shows, the confidence of the BEV user rises due to the sole presence of charging infrastructure [14]. The infrastructural factors can be classified into three drivers. The first one is the quantity of charging stations (private, semi-public or public) installed at the usual infrastructure. The second driver is the allocation of the charging stations. The quantity itself cannot be important if there is not also a well-thought-out allocation plan. The third factor is the type of the charging station. In case of a lack of time, the type and therefore the pace of the charging process affects range anxiety.

The **psychological factors** affecting range anxiety mainly reflect the attitude and behavior of the user. One of these factors is the user's affinity for technology. The more affinity for technology, the more knowledge about BEVs and their possible ranges can be expected. This results in a better estimation of power consumption and related distance. Another psychologically-driven factor is the risk aversion of the user, as people with a high affinity for risk tend to underutilize given range resources [13]. In addition, stress is an important factor affecting range anxiety. Due to urgent concerns or a lack of time, users could accept situations in which the charging level reaches a low state. Finally, uncertainties affect the users' perceived range anxiety; traffic jams or general traffic disturbances lead to additional battery power consumption and increasing concerns to reach planned destinations.

The last category is the group of **IS factors**. Currently, electric mobility gets more and more attention from the IS community since IS can provide information on trips, driving patterns, and battery conditions. For instance, Andreasson [2] presents a case study on systems for intelligent speed adaption providing feedback to the driver when speeding. Brandt [6] categorized automobile IS according to the object of interest the system provides information about and derived four categories: convenience, communication and entertainment; safety and collision avoidance; vehicle monitoring; and Geo IS and navigation. The development of automobile IS continues under the keywords Vehicle-

to-X communication, intelligent navigation systems or autonomous cars. According to range anxiety, suitable automobile IS can support the relevant information intake of the user and thereby help to decrease range anxiety. Among this information, the most relevant appears to be a precise prediction of power consumption for the planned tour. Therefore, applications that aggregate different kinds of data (e.g., weather, altitude) could be used to alert the driver to how much range their EV truly has [19]. Furthermore, information about the allocation of charging stations, their occupancy, and the ability to reach them with the current charging level are helpful to assess the risk of "getting stranded" and reduce existing doubts. Additionally, IS can provide suggestions on actions to best extend the range and warnings if the still feasible distance with the remaining battery charge is just above the distance to the next charging station. Traffic data could also help in predicting additional power consumption while stuck in a traffic jam. All of these factors mentioned can help improve the accuracy of the range gauge, displaying the remaining state of charge and thus convey a feeling of security. Due to these reasons, Geo IS and navigation and vehicle monitoring seems to be the major automobile IS categories of range anxiety.

4.2 Assessment of the Identified Factors Influencing Range Anxiety

Technical improvements are possible, since the fear of getting stranded due to limited range can easily be reduced by increasing the battery capacity. But from an economical perspective, the technical improvements are directly related to additional costs. As the high acquisition price represents a barrier for the purchase of a BEV, the measure is of limited use. The above infrastructural factors are related to increased expenses. Against the background of reducing range anxiety, the factors are hardly capable of being influenced as long as the chicken-and-egg problem of charging stations and EVs exists [22]. The psychological factors determined, such as stress, affinity for technology, and risk aversion, are not easily capable of being influenced. The last group of drivers are automobile IS factors. The lack of information about relevant driving data could easy be corrected with the support of IS. This yields the opportunity to increase the prediction accuracy of power consumption, while also providing suggestions on actions to best extend the range and thus reduce range anxiety. For this reason, the focus of this work lies on IS factors.

5 Method

According to user acceptance theories, range anxiety can be identified as one important component affecting the perceived ease of use, as it could be described as the degree to which a person believes that using an EV is free from mental efforts. These can be interpreted as the prevailing concerns of EV users that they might not reach their planned destination. Moreover, we identified four factors influencing range anxiety. Considering that these external factors (e.g. charging infrastructure) need to be deficient in order to increase the range anxiety, they were adjusted accordingly (e.g. insufficient charging infrastructure). These adjusted external factors have a positive influence on the range anxiety since insufficient charging infrastructure increases range anxiety and thus has a negative influence on the PEU. This approach is illustrated in Figure 2.

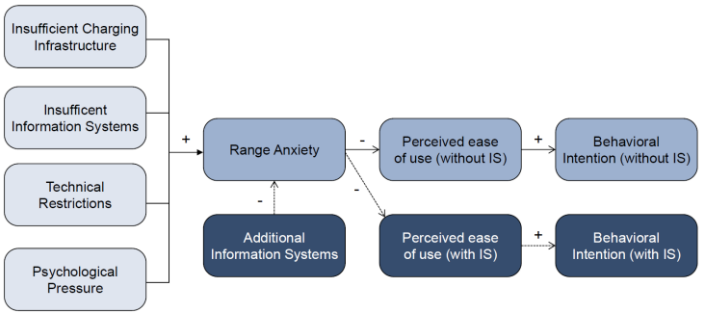


Figure 2: Approach to Assess the Value of IS for Reducing Range Anxiety.

However, we presented various strategies and approaches to prevent range anxiety, while we focus on IS as the most appropriate. In this context, the provision of information to best extend the range or information about the closest charging station, is assumed to have a negative influence on range anxiety and thus reduces it. Therefore, the negative influence of range anxiety on the PEU with additional IS will be lower than the PEU without given IS. According to the technology acceptance model, a higher PEU has positive effects on the user's behavioral intention to use an EV and could therefore have positive effects on the adoption of this new technology. As a result of this approach, it is possible to assess the value of IS for reducing range anxiety by using the following equation:

$$\mathrm{Val}_{\mathrm{IS}} = \mathrm{Behavoiral\ Intention}_{\mathrm{with\ IS}} - \mathrm{Behavoiral\ Intention}_{\mathrm{without\ IS}}.$$

It should be mentioned that the PEU is just one determinant of the technology acceptance model explaining the behavioral intention to use. However, assuming all other factors remain constant, the positive influence of the PEU would inevitable influence the BI.

5.1 Approach for the Measurement of Range Anxiety

To render the influence of IS on range anxiety and thus to make the PEU measurable, one needs to create a framework for the measurement of range anxiety itself. Moreover, we make a distinction between normal and strict range anxiety. For the latter, we use the following definition:

> "With strict range anxiety, electric vehicle users would not begin a trip because their concerns about not reaching their planned destinations with their limited range vehicles are too great".

Therefore, strict range anxiety occurs only if a trip should actually be realized and refers to specific trips. In contrast, normal range anxiety occurs permanently and describes the concerns that the battery capacity is generally insufficient to meet mobility needs. Hence, the normal range anxiety reflects concerns that the range of an EV would limit the users in their daily driving behavior. An approach to relate range anxiety to the remaining drivable range (as backup) d_b was conducted (see Figure 3).

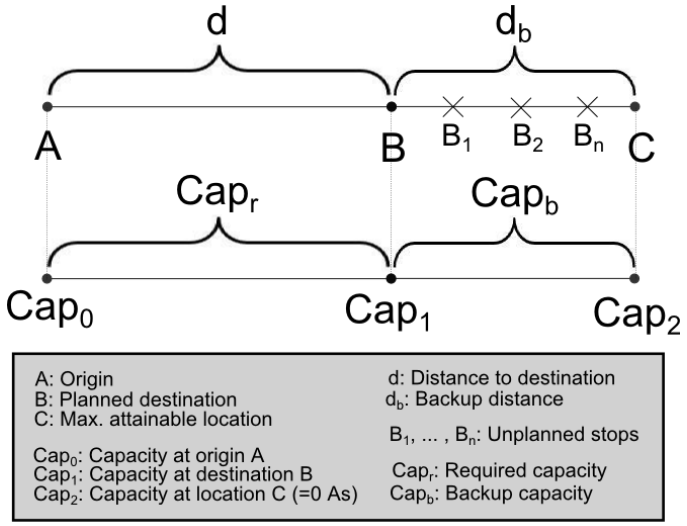


Figure 3: Framework for the Measurement of Range Anxiety.

We identified an internet-based survey as the most appropriate method for measuring range anxiety and for assessing the value of IS for reducing it. The final version of the survey had four parts: (1) questions on demographic factors and background questions on EV experience, car ownership, technical knowledge, and driving habits; (2) questions about the requirements for charging infrastructure for electric cars; (3) a series of questions to measure RA and assess the influence of additional IS in a limited range car; and finally, (4) questions to evaluate the most suitable perceived strategies to solve the problem of the limited range. The test persons were hypothetical equipped with a fully charged BEV (average range: 150 km) at origin A (home) and should relate their concerns about reaching a certain destination B on an ordinal scale. This scale ranges from 1 (no concerns reaching a planned destination) to 5 (very strong concerns). We extended the distances by varying B incrementally until there was no battery capacity left at the maximum attainable location C ($Cap_2 = 0$ As). For every distance, the users had to express their concerns about not reaching their planned destination due to a discharged battery. We assume that a higher remaining battery charge (Cap_b) provides a higher level of personal security. After reaching B, the remaining backup capacity can be used for reaching additional destinations (B_1, B_2,…, B_n) or other detours. This scenario is called basic scenario. Furthermore, we used different scenarios, such as increased battery capacity and additional charging possibilities, to measure their impacts on range anxiety. In addition, we asked the test persons about the maximum tolerable distance at which they would barely realize their trip to capture the strict range anxiety.

5.2 Identifying the Influence of IS for Reducing Range Anxiety

The whole survey sample was randomly divided into two different groups in order to evaluate the impact of additional IS support on range anxiety. The first group (A) had to express their feelings about range anxiety in various situations. The second group (B) was confronted with the same situations (same distance, same number of charging stations, etc.); however, they received support through additional IS. For example, group B was given suggestions about actions to best extend their range and warnings if the distance feasible with the remaining battery charge was just above the distance to the next charging station. This makes it possible to examine whether IS have an influence on range anxiety by comparing the expressed feelings of both groups in the same situations. To investigate the differences among these groups, the statistical t-test was used. It provides decision

support for proving, whether the difference between the arithmetic means result from actually, significant differences between both groups, or, if it is rather a random event. IS would have a relevant influence on range anxiety if the difference between the two groups is statistically significant according to the t-test. This would be the case, if the concerns of group B about not reaching their planned destination are less than those of group A in the same situation.

Furthermore, we confronted both groups with a hypothetical traffic jam with a certain battery status. Group B received precise information about the additional energy consumption. On the other hand, group A only received information about the length of the traffic jam and additional travel time; however, the energy consumption in both cases was calculated to be similar. Finally, we confronted both groups with the scenario of being forced to make a detour with a certain battery status. Both groups were asked about the maximum tolerable distance of the detour. A higher tolerable distance of group B and lower concerns of the same group not reaching their destination due to the traffic jam would suggest that IS have a positive influence on reducing range anxiety.

6 Results

The survey was conducted in 2013 with 104 persons successfully participating; thereby, the group with additional IS support consisted of 53 persons. Almost 80% of all participants are car owners, while just 10.6% have experience with EVs. Regarding the fact that an opt-in sample is discussed, potential for self-selected biases has to be considered.

Generally, the range anxiety increases with decreasing backup capacity. In this regard, the participants expressed little concerns with a backup capacity of 40km, while they had strong concerns not reaching a planned destination with a backup capacity of 10km. The critical tour distance respondents would not drive with an EV (strict range anxiety) is 132km; the respective required minimal range buffer is therefore approximately 18km. By converting the minimal required backup distance into concerns, using a linear regression analysis, we found that the strict range anxiety can be identified as strong concerns (3.7) in this scenario (see Figure 4; left side).

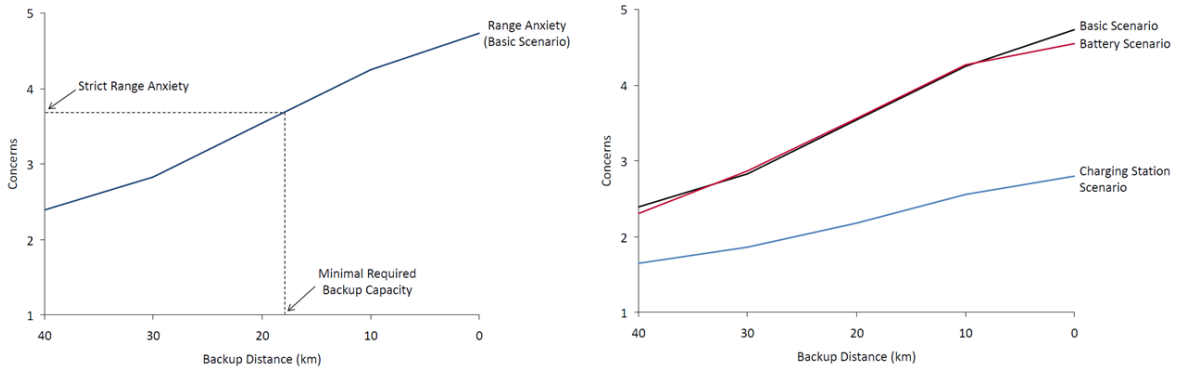


Figure 4: Measurement of Range Anxiety and the Impact of Different Scenarios.

The mere existence of charging stations seems to have a significant impact on range anxiety. Although theoretically no charging station would be needed to realize the trip in our selected scenario, the participants felt significant less concerned compared to the scenario without an additional charging station (see Figure 4; right side). According to this, charging stations appear necessary as safety backup for EV users. In addition, increasing the battery capacity has no significant influence on the

range anxiety while the backup distances remain constant compared to the basic scenario. The results show that the participants have similar concerns in both scenarios.

According to measure the impact of additional IS on range anxiety, we generated different results. In "normal" situations, users concerns not reaching their planned destination were similar between both groups. The t-test could not confirm statistical significance of the assumed differences ($p>0.05$). However, IS can help to reduce range anxiety considerably in "special" situations as traffic jams or doing detours. The group who got precise information about the additional energy consumption due to a traffic jam was significantly less concerned than the other group, although the energy consumption in both cases was calculated to be similar. Participants without given IS had strong concerns (4.0) while the expert group with additional IS-support only had average concerns (3.2). Comparing the means by using a t-test shows statistical significance since the p-value of $p<0.001$ is less than 5%. In addition, participants with additional IS support were prepared to drive a 28% greater detour compared to the group without given IS. Moreover, we asked both groups if they would avoid a traffic jam by driving a detour with similar energy consumption. In total, 76.9% of all respondents prefer driving a detour to waiting in the traffic jam (14.4%) while the other respondents did not have a preference. Unsurprisingly, most of the users who would not feel the need to avoid the traffic jam belonged to the group with support of IS. Depending on the best perceived strategy to remedy the problem of limited range, both groups selected the strategy "increasing the battery capacity" as best solution to address range anxiety (75.8%). Significantly fewer people chose the strategy "building more charging stations (15.4%), followed by "equipping EVs with additional IS" (8.8%) as best perceived strategy.

7 Discussion

According to the measurement of range anxiety, we could show that a reduction of the backup distance goes hand in hand with an increase of the range anxiety. The users demand a minimal range buffer of about 18km to realize a given trip; this corresponds to 12% of the maximum battery capacity of a BEV with 150km maximum range. Hence, the battery should be charged at least 12% higher than the energy consumption of the next trip. Charging stations also play an important psychological role in treating the range anxiety problem. Although theoretically no charging stations were needed in the selected scenario, users were significant less concerned compared to the basic scenario; this confirms Kearney's findings that EV users' confidence rises due to the sole presence of charging stations [14]. As result, charging stations should be built on highly visible locations. Moreover, it could be demonstrated that an increase of the battery capacity does not decrease the range anxiety by using similar backup distances compared to the basic scenario. This suggests that range anxiety depends rather on the backup distance than on the distance itself.

As we didn't find statistical significance in differences between both groups, it could be concluded that the users aren't prepared to accept a lower state of charge even if they are being supported by additional IS. Apparently, IS cannot reduce range anxiety under normal circumstances. However, providing additional information in stressful or unexpected situations seems to have an impact on range anxiety, and leads to an increase in the perceived ease of use. According to the technology acceptance model, this affects the user acceptance of EVs so that the adoption rate increases respectively. Their limited range, classified as one of the main obstacles for the market success, will probably prevent future customers from buying EVs to a lesser degree, if these cars are equipped with additional IS.

The result that most the users chose “increasing the battery capacity” as best solution to address range anxiety is of particularly importance since most the daily trips fall within today’s battery capacity. This supports the assumption that range anxiety seems to be a bigger problem than the actual range of EVs. Although the user’s inconveniences due to the limited range are low, the participants demand a similar charging infrastructure to the existing filling-station infrastructure. This indicates that the participants became accustomed to the high number of filling-stations. It could be assumed that the current requirements on a future charging infrastructure will be reduced with further EV experience. One further limitation of increasing the battery capacity or building more charging stations are significantly higher costs compared to the strategy equipping vehicles with additional IS. Therefore it can be assumed that the additionally perceived use of these strategies will dramatically be reduced if the EV users have to bear these costs.

8 Conclusion

The objective of this paper is to achieve a broader understanding of the concept of range anxiety as one of the main barriers to the market success of EVs. For the conceptualization of range anxiety, we created a framework and revealed four different groups affecting it. Moreover, a concept to measure the range anxiety in different driving scenarios was developed. It could be shown that the users concerns directly depend on the backup distance. In addition, we found that the average EV user demands a certain backup distance to feel reassured. This phenomenon was described as strict range anxiety. However, the relatively smaller drivable distance is apparently not the main factor of range anxiety; it depends more on the backup distance than on the distance itself. Therefore range anxiety seems to be a bigger problem than the actual range of BEVs. Furthermore, we found that charging stations play an important psychological role in the concept of range anxiety, as users feel less concerned of being stranded due to a discharged battery.

Another key aspect of this paper was to assess the value of IS in reducing range anxiety. Especially in stressful situations (e.g. traffic jam) IS can help to lower user’s concerns not reaching their planned destination. According to the technology acceptance model, IS reduces the mental effort of using a BEV. As a result, PEU and BI increase likewise, which could accelerate the market penetration of EVs. However, future research is required regarding various points. First, the results should be verified by performing a field test. Moreover, based on the results, it is possible to design an acceptance model that explains in detail how users come to accept and use EVs. Finally, the relationship between range anxiety and charging infrastructure should be investigated in future work.

9 References

[1] Acello, R (1997): Getting into gear with the vehicle of the future, *San Diego Business Journal*, September 1st.

[2] Andreasson, L (2009): Installed Base in Service Innovation: The Case of Intelligent Speed Adaption. In: AMCIS 2009 Proceedings. San Francisco.

[3] Bauer, P; Zhou, Y; Doppler, JN; Stembridge, N (2010): Charging of electric vehicles and impact on the grid. In: Mechatronika, *13th International Symposium*.

[4] Beckers, JJ; Wicherts, JM; Schmidt, HG (2007): Computer Anxiety: ‘‘Trait’’ or ‘‘State’’?. Computers in Human Behaviour (23):2851–2862.

[5] Bradley, TH; Frank, AA (2009): Design, demonstration and sustainability impact assessments for plug-in hybrid electric vehicles. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13(1):115–128.

[6] Brandt, T (2013): Information Systems in Automobiles – Past, Present, and Future Uses. In: AMCIS 2013 Proceedings. Chicago.

[7] Chin, WC; Todd, PA (1995): On the use, usefulness and ease of use of structural equation modeling. MIS Quarterly 19(2):237–246.

[8] Cluzel, C; Douglas, C (2012): Cost and performance of EV batteries - Final report for the Committee on Climate Change. Cambridge.

[9] Davis, FD (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly 13(3):319-340.

[10] Doll, WH; Hendrickson, A; Deng, X (1998): Using Davis's Perceived Usefulness and Ease of use Instruments for Decision Making - A Confirmatory and Multigroup Invariance Analysis. Decision Sciences 29(4):839-869.

[11] Franke, T; Neumann, I; Bühler, F; Cocron, P; Krems, JF (2012): Experiencing Range in an Electric Vehicle: Understanding Psychological Barriers. Applied Psychology: An International Review 61(3):368-391.

[12] German National Platform for Electric Mobility (NPE) (2012): Progress Report of the German National Platform for Electric Mobility (Third Report). Berlin.

[13] Golob, TF; Gould, J (1998): Projecting Use of Electric Vehicles from Household Vehicle Trials: Trial and Error?. Transportation Research Part B: Methodological 32(7):441-454.

[14] Kearney, MJ (2011): Electric Vehicle Charging Infrastructure Deployment: Policy Analysis Using a Dynamic Behavioral Spatial Model. Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology.

[15] King, WR; He, J (2006): A meta-analysis of the technology acceptance model. Information & Management 43(6):740–755.

[16] Kurani, KS; Turrentine, T; Sperling, D (1994): Demand for electric vehicles in hybrid households: an exploratory analysis. Transport Policy 1(4):244-256.

[17] Lederer, AL; Maupin, DJ; Sena, MP; Zhuang, Y (2000): The technology acceptance model and the world wild web. Decision Support Systems 29(3):269-282.

[18] Naunin, D (2007): Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge - Technik, Strukturen und Entwicklungen. 4th edition. Expert-Verlag GmbH, Renningen.

[19] Nilsson, M (2011): Electric Vehicles – The Phenomenon of Range Anxiety. Gothenburg, Sweden.

[20] Pearre, N; Kempton, W; Guensler, RL; Elango, VV (2011): Electric vehicles: How much range is required for a day's driving?. Transportation Research Part C 19(6):1171–1184.

[21] Philip, A; Wiederer, R (2010): Policy opinions for electric vehicle charging infrastructure in C40cities. Technical Report. Harvard Kennedy School.

[22] Romm, J (2006): The car and fuel of the future. Energy Policy (34):2609-2614.

[23] Schultz, RL; Slevin, DP (1975): Implementation and Organizational Validity: An Empirical Investigation. In: Implementing Operations Research Management Science, R.L. Schultz and D.P. Slevin (eds.). American Elsevier. New York, USA:153-182.

[24] Sonnenschein, J (2010): Preparing for The Roll-Out of Electric Vehicles: Exploring how cities can become plug-in ready. IIIEE Theses 2010:XX. Lund University, Sweden.

[25] Tate, ED; Harpster, MO; Savagian, PJ (2008): The Electrification of the Automobile: From Conventional Hybrid, to Plug-in Hybrids, to Extended-Range Electric Vehicles. SAE International Journal of Passanger Cars – Electronic and Electrical Systems 1(1):156-166.

[26] Taylor, SA; Todd, PA (1995): Understanding information technology usage. Information Systems Research 6(2):144-176.

[27] Union of the Electricity Industry (2012): Facilitating e-mobility: EURELECTRIC views on charging infrastructure. EURELECTRIC Position Paper, Brussels.

[28] Venkatesh, V; Davis, FD (2000): A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. Management Science 46(2):186–204.

[29] Venkatesh, V; Morris, MG; Davis, GB; Davis, FD (2003): User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly 27(3):425–478.

[30] Venkatesh, V; Bala, H (2008): Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. Decision Sciences 39(2): 273–315.

[31] Weiller, C (2011): Plug-in hybrid electric vehicle impacts on hourly electricity demand in the United States: Energy Policy 39(6):3766-3778.

[32] Zeidner, M; Matthews, G (2011): Anxiety 101. The Phych 101 series. Springer Publishing Company, LLC.

Dienstleistungsinnovationen für die Elektromobilität

Volker Hindermann

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, 49074 Osnabrück, E-Mail: volker.hindermann@uni-osnabrueck.de

Michael Fellmann

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, 49074 Osnabrück, E-Mail: michael.fellmann@uni-osnabrueck.de

Oliver Thomas

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, 49074 Osnabrück, E-Mail: oliver.thomas@uni-osnabrueck.de

Abstract

Die Innovationskraft im Bereich der Elektromobilität ist keineswegs auf den Automobilsektor begrenzt, sondern liegt zu einem großen Anteil auch in den Dienstleistungen (DL) der Informationstechnologie (IT), die das Potenzial besitzen, den Ausbau und die Weiterentwicklung maßgeblich zu beeinflussen und mitzugestalten. Wichtige Einflussgrößen zur Gestaltung entsprechender (IT-)DL sind die Komplexität der Thematik sowie die zu berücksichtigende Relevanz in Bezug auf die Energiewende als eines der Schwerpunktthemen auf der politischen Agenda der kommenden Jahre. Im Rahmen dieses Beitrags werden Ansätze neuartiger und innovativer DL für die Elektromobilität in Deutschland entwickelt, dargestellt und analysiert. Darüber hinaus werden konkrete Handlungsempfehlungen für die relevanten Akteure in Politik und Wirtschaft abgeleitet.

1 Motivation und Untersuchungsmethodik

Die Energiewende ist eines der beherrschenden Themen in den Nachrichten und bewegt die politische und gesellschaftliche Landschaft wie kaum eine andere Thematik. Das Reaktorunglück in Fukushima sowie der von der Bundesregierung beschlossene Atomausstieg und einhergehend die Realisierung der Ausgestaltung dieses Vorhabens beispielsweise mit der weiteren Förderung der Erneuerbaren Energien (EE), deren Nutzung und die weltweite Reduzierung von CO_2-Emmisionen haben unmittelbare, wenn auch zumeist keine kurzfristigen, Auswirkungen auf die individuelle Mobilität. Es wird nach zukunftsfähigen und möglichst klimaneutralen Mobilitätskonzepten gesucht, um auch der immer wieder diskutierten drohenden Verknappung des Erdöls und -gases begegnen zu können. Neben der Fahrzeugausstattung mit verschiedenen Hybridansätzen sowie dem Wasserstoffantrieb wird vor allem der Brennstoffzellentechnologie und der Elektromobilität im Zusammenhang mit den EE eine hohe Bedeutung beigemessen.

Die Bundesregierung setzt mit dem *Regierungsprogramm Elektromobilität* aus dem Jahr 2011 Schwerpunkte und fördert bzw. fordert den Ausbau sowie die Weiterentwicklung der Elektromobilität. Der Elektromobilgipfel am 3. Mai 2010 und die Instanziierung der *Nationalen Plattform Elektromobilität* (NPE) zeugen eindeutig von der Bedeutung der Elektromobilität [8]. Die „Elektromobilität ist ein Schlüssel zur klimafreundlichen und nachhaltigen Umgestaltung der Mobilität. Für Deutschland bedeutet Elektromobilität die Chance und Herausforderung, seine Spitzenposition als Industrie-, Wissenschafts- und Technologiestandort zu sichern und auszubauen“ [16]. Die Realisierung der Elektromobilität ist nicht nur ein einfacher Wechsel des Antriebes in den Fahrzeugen, sondern vielmehr die Umgestaltung eines bestehenden Systems zu einem neu ausgestalteten, ganzheitlichen und nachhaltigen Verkehrs- und Energiekonzept. Ganze Branchen, wie die Automobilindustrie oder die Energiewirtschaft müssen entschlossen, aktiv und innovativ den Paradigmenwechsel managen. Der Ausbau der Elektromobilität ist politisch gewünscht und wird von der Industrie sowie Forschung stark vorangetrieben. Allerdings bleibt die Nutzung von Elektromobilitätskonzepten hinter den Erwartungen zurück [4]. Die technische Weiterentwicklung, vor allem im Bereich der Batterietechnik ist langwierig, daher wird in DL das Potenzial gesehen die Akzeptanz der Elektromobilität zu erhöhen. DL sind wichtig und nehmen zunehmend eine Schlüsselrolle ein. Sie werden in der Wissenschaft allgemein und in der Wirtschaftsinformatik umfangreich erforscht [20]. Der vorliegende Beitrag skizziert zunächst neuartige, die Elektromobilität fördernde DL und systematisiert diese anschließend. Schließlich werden Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Elektromobilität ausgesprochen.

Der Beitrag ist wie folgt gegliedert: Ausgehend von der Motivation zu dieser Arbeit wird im zweiten Kapitel der Stand der Elektromobilität mit Hilfe eines Überblicks über die relevante nationale Literatur betrachtet und Projekte im Bereich der Elektromobilität kurz vorgestellt. Kapitel 3 skizziert die Herausforderungen an die DL. Abschnitt 4 widmet sich der Identifikation innovativer DL im Hinblick auf Bedarfe und Potenziale, leitet innovative DL ab stellt die Ergebnisse kompakt vor. Die Analyse der DL wird in Kapitel 5 vorgenommen. Das Fazit sowie der Ausblick und die Abgabe von Handlungsempfehlungen schließen die Arbeit inhaltlich ab.

Aufgrund der Neuartigkeit der Thematik wurde bewusst auf eine Literaturrecherche innerhalb von internationalen wissenschaftlichen Forschung- bzw. Publikationsdatenbanken verzichtet. Hingegen wurde der Fokus auf die nationalen Programme gelegt und diese ausgewertet. Eine Auswertung dieser führte wie im Abschnitt 4.2 näher erläutert zu den hier vorgestellten Innovationen.

2 Stand der Elektromobilität

Dieses Kapitel widmet sich dem aktuellen Stand der Elektromobilität. Die Verbreitung von Elektro-(E)-Fahrzeugen wird betrachtet und relevante Programme werden aufgezeigt.

2.1 Verbreitung von E-Fahrzeugen

Bei der Elektromobilität handelt es sich um ein Gesamtkonzept welches einen „qualitativen Sprung vom Elektroauto zur Elektromobilität“ [7] bedeutet. Elektromobilität ist tatsächlich mehr als nur ein PKW mit elektrischem Antrieb und Batterie. Hinzu kommen bspw. E-Roller, Pedelecs (ca. eine Million Verkäufe), Segways sowie auch neue, bislang nur als Prototypen oder Konstruktionszeichnung vorhandene Vehikel und eben klassische E-Fahrzeuge, wie U- oder S-Bahnen und Oberleitungsbusse. Die Anzahl von 4.541 zugelassenen, rein elektrisch betriebenen Personenkraftwagen im Jahr 2012 konnte in 2013 zwar auf 7.114 gesteigert werden, zeigt aber den immer noch währenden Anfangsstatus und lässt das Ziel von einer Million Elektroautos im Jahre 2020 auf deutschen Straßen zunächst unrealistisch erscheinen. Relativ ist der Anteil gegenüber dem Vorjahr sogar leicht gesunken, da insgesamt mehr Kfz zugelassen waren. Der Anteil liegt derzeit knapp über 0,0163% [11]. Angestrebt werden bis 2020 folglich mehr als 2,2%. Die Zulassungszahlen für elektrisch betriebene Lastkraftwagen, Busse oder sonstige Fahrzeuge sind nicht ohne weiteres verfügbar. Die Vielfalt der Kategorien von Elektromobilen eingebunden in intelligente Netze markiert eine neuartige Form von Mobilität – die Elektromobilität [7]. Ein Vorschlag zur Kategorisierung und Einordnung von vorhandenen und künftigen Elektromobilen ist in Bild 1 dargestellt.

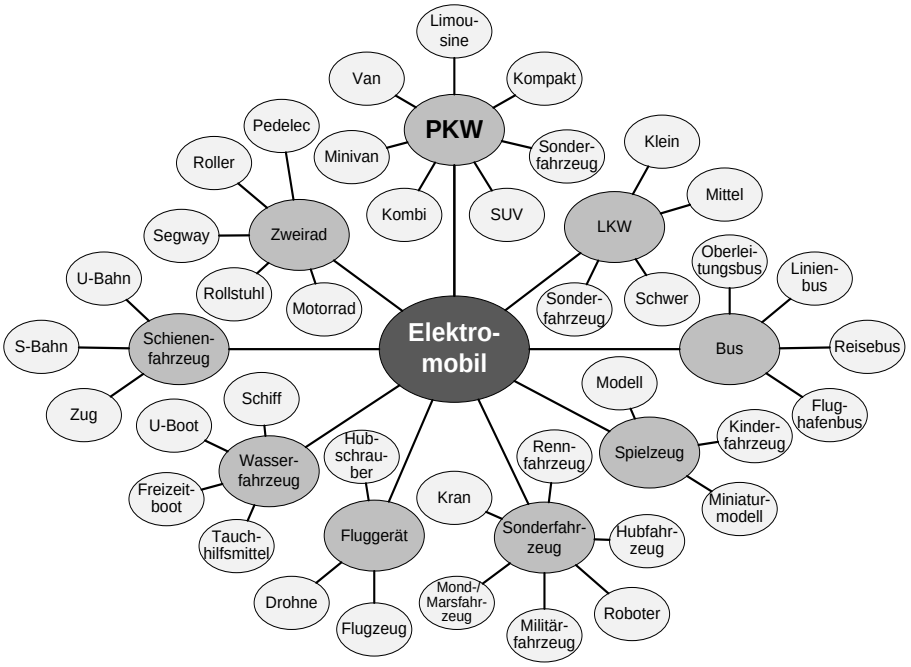


Bild 1: Kategorisierung von Elektromobilen

2.2 Überblick über relevante Programme

Zentrale Quellen stellen die bundespolitischen Vorgaben dar, hieraus entstandene Großprojekte (*Modellregionen, Schaufenster*) liefern weitere Fundstellen. Im Rahmen dieses Beitrages wird ausschließlich nationale Literatur betrachtet, da die Vorschläge zu Innovationen konkrete Anwendung innerhalb Deutschlands finden sollen. Eine Übertragung der Ergebnisse auf Märkte in anderen

Ländern ist nach entsprechenden Anpassungen durchaus vorstellbar. Bisherige bundespolitische Programme und Aktivitäten jüngerer Vergangenheit sind in Tabelle 1 kompakt veranschaulicht.

Datum	*Bezeichnung politisches Programm/Aktivität*	*Ziel des Programms*
01/2007	Integriertes Energie- und Klimaprogramm	Elektromobilität als zentraler Baustein zur Erreichung der Klimaschutzziele
11/2008	Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität/ Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität	Vereinbarung konkreter Maßnahmen mit der Industrie, Forschung und Politik
05/2010	Elektromobilgipfel/Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)/Erste Phase des NPE	Weitere Schritte zum Ausbau der Elektromobilität
05/2011	Regierungsprogramm Elektromobilität/ Zweite Phase des NPE	Unterstützung Markthochlaufs bis 2017, erste Maßnahmen seit 2009
05/2013	Internationale Konferenz Elektromobilität in Kooperation mit NPE	Diskussion über Strategien/Maßnahmen für Fortgang des Markthochlaufs

Tabelle 1: Bundespolitische Programme in Bezug auf Elektromobilität (in Anlehnung an [8] und [5])

2.3 Überblick über relevante Projekte

Dieser Abschnitt stellt exemplarisch die Modellregionen und die Schaufensterinitiativen [5] vor, auf welche im weiteren Verlauf bei der Darstellung von bestehenden DL und Dienstleistungsinnovationen Bezug genommen wird. Eine komplette Auflistung aller Einzelprojekte verschiedener Träger, auch außerhalb dieser politischen Vorhaben, ist aufgrund der Vielfalt kaum durchführbar und würde den Umfang des Beitrags übersteigen. Die Regierung förderte mit Hilfe des *Konjunkturpaket II* mit 500 Millionen Euro in den Jahren 2009 bis 2011 den „Ausbau und die Marktvorbereitung der Elektromobilität mit dem […] BMVBS-Förderschwerpunkt *‚Elektromobilität in Modellregionen‘* [...] [acht] Modellvorhaben mit insgesamt 130 Millionen Euro. Akteure aus Wissenschaft, Industrie und den beteiligten Kommunen arbeiten [hier] […] eng zusammen, um den Aufbau einer Infrastruktur und die Verankerung der Elektromobilität im öffentlichen Raum voranzubringen“ [5]. Sogenannte *Schaufenster der Elektromobilität* sind Teil der Maßnahmen des *Regierungsprogramms Elektromobilität* aus dem Mai 2011. Zentraler Punkt der Förderung ist die Forschung und Entwicklung (F&E) der Elektromobilität. Hiermit wurde eine Empfehlung der NPE direkt verwirklicht [8]. Es sollen im Zeitraum 2012 bis 2015 mit einem Fördervolumen von Bundesmitteln in einer Gesamthöhe von bis zu 180 Millionen Euro Potenziale untersucht und aufzeigt werden, welche die Elektromobilität bietet. Beworben haben sich u. a. Metropolregionen, wie bspw. die *Metropolregion Hannover, Braunschweig, Göttingen, Wolfsburg* oder auch die *Schaufensterinitiative Bayern-Sachsen*, um mit zahlreichen Projekten unter Einbindung von Großunternehmen, kleinen und mittelständischen Unternehmen, den Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen, Forschungsprojekte in Theorie und Praxis voran zu treiben. Diese Schaufenster sollen die Alltagstauglichkeit von Elektromobilität beweisen und der Entwicklung sowie Einführung innovativer Technik und DL Anschub verleihen. Gewonnene Praxiserfahrungen sollen möglichst ohne Umwege in künftige Umsetzungsvorhaben fließen. Die vier aus den 23 Bewerbungen von der Bundesregierung akzeptierten und geförderten Schaufenster der Elektromobilität sind das *Living Lab BW E-Mobil* (Baden-Württemberg), *Elektromobilität verbindet* (Bayern-Sachsen), *Internationales Schaufenster Elektromobilität* (Berlin-Brandenburg) und *Unsere Pferdestärken werden elektrisch* (Hannover, Braunschweig, Göttingen, Wolfsburg) [14][8].

3 Herausforderungen an DL für die Elektromobilität

Dienstleistungen können durch ihre *Immaterialität*, die *Notwendigkeit der Leistungsfähigkeit* und den sogenannten *Externe Faktor* charakterisiert werden, wobei dieser den Kunden als Beteiligten am Prozess meint [13]. Eine [DL] [...] wird in der Regel nur durch das Zusammenspiel von Anbieter und Nachfrager erbracht“ [9]. Im Bereich der Elektromobilität sind die Dienstleistungen einerseits durch eine hohe Komplexität, andererseits durch eine Vielfalt an Akteuren gekennzeichnet.

3.1 Komplexität des Umfeldes der Elektromobilitäts-DL

Dienstleistungen sind für die Elektromobilität neben den eigentlichen Produkten, den Elektro-Mobilen verschiedenster Arten (vgl. Bild 1), zentraler Gegenstand der Leistungserbringung im Gesamtpaket der Elektromobilität. Dies ist dadurch begründet, dass die Primärleistung, also das Elektromobil als Sachleistung in der Erstanschaffung, für den Endverbraucher derzeit in der Regel zu teuer ist und das noch nahezu kein Gebrauchtfahrzeugmarkt besteht. Folglich kann es nur gelingen die Elektromobilität weiter voran zu bringen, wenn innerhalb neuer Nutzungskonzepte der DL-Anteil, also die Sekundärleistung, weiter ausgebaut und optimiert wird, um darüber Kunden zu gewinnen und die Elektromobilität attraktiv zu machen [7].

3.1.1 Systemische Komplexität

Sachstand ist, dass „alle deutschen Automobilhersteller mit innovativen, sicheren und hochwertigen Produkten auf den Markt [gehen] […]. [Aber] nicht nur die Automobilhersteller strengen sich an. Beispielsweise arbeiten die Energieversorger, die IKT-Branche und die Verkehrsunternehmen an neuen Geschäftsmodellen und haben diese zum Teil bereits umgesetzt. Eine neue Wertschöpfungskette entsteht, die über den klassischen Fahrzeug- und Maschinenbau hinausgeht.“ [8] Besonderheiten in der Umsetzung der Elektromobilität sind darin erkennbar, dass multiple Faktoren berücksichtigt werden sollen und viele Akteure eine Rolle spielen. Hier ist der Einbezug der Ziele im Rahmen der Energiewende zu nennen, wie etwa das Ziel die Elektromobilität ausschließlich und bis 2050 den gesamten städtischen Verkehr komplett aus EE zu speisen [8]. Der Einfluss dieser klimaschutzpolitischen Ziele und die vollständige Einbindung der Elektromobilität in ein neues intelligentes Energieversorgungsnetz (Smart Grid), einhergehend mit weitgreifenden Veränderungen in der gesamten Stromwirtschaft, machen die Umsetzung der Elektromobilität zu einem sehr komplexen und langfristigen Projekt [7].

3.1.2 Komplexität der IT-Komponenten

Über die systemische Komplexität hinaus wirken auch Einflüsse aus dem Kundendienst und der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) auf die DL der Elektromobilität ein. Der IKT kommt eine Schlüsselrolle auf dem Weg zur Elektromobilität zu, da es nur über IT möglich sein wird, die hohe Anzahl an involvierten Akteuren oder Interessengruppen in einem Leistungs- und Dienstleistungsverbund zu vernetzen, um auf weitere Sicht ein intelligentes Netz zu realisieren. Die „Elektromobilität [ist] bereits heute als Bestandteil eines zukünftigen Smart Grid zu realisieren. Die Integration von Elektrofahrzeugen in das Smart Grid erfordert an verschiedenen Stellen unternehmensübergreifende Kommunikationsprozesse.“ [12]

Für DL aller Art und in der IT-Unterstützung bedarf es daher einer „unternehmensübergreifende[n], standardisierte[n] Kommunikation, […] [die] auf internationale globale Standards gesetzt wird, um teure Parallelentwicklungen und Insellösungen zu vermeiden und eine möglichst modulare Gestaltung zu erreichen.“ [12]

3.2 Vielfalt an Interessensgruppen und Akteuren

Drei Interessengruppen bzw. Themenbereiche werden in der Literatur vorrangig betrachtet, nämlich die des Fahrzeugs, die der Ladeinfrastruktur und die der Batterie. Weitere Interessengruppen, wie Handel, Industrie und Handwerk, Forschung, Gesellschaft, Staat, Länder und Kommunen sowie die Gesellschaft oder einzelne Bürger, kommen hinzu [17]. Es ergeben sich neue, aber auch bekannte Möglichkeiten und Potenziale für entsprechende DL, die eng verzahnt mit neuen und vorhandenen GM etabliert werden können. Hier spielen die vorgestellten Akteure eine bedeutende Rolle. Diese Anzahl an beteiligten Akteuren macht deutlich, welchen Stellenwert übergreifende Kommunikation mit einheitlichen Standards zu Teil wird. Jedem einzelnen Akteur wird daher viel Flexibilität und Innovationsbereitschaft abverlangt. Der Nutzer kann sich gleichermaßen in der Rolle eines Leistungsabnehmers und -erbringers im Hinblick auf DL in der Elektromobilität befinden. Tabelle 2 auf der Folgeseite zeigt eine Zusammenstellung der wichtigsten Akteure und eine Rollenzuordnung bzw. Kurzbeschreibung.

Akteur	*Rolle/Kurzbeschreibung*
Bundesregierung/Landesregierungen	Gesetzgeber, u. a. Koordinationsfunktion
Bundesministerien/Landesministerien	Gesetzgeber, u. a. Koordinationsfunktion
Städte/Kommunen/Gemeinden	Organe zur Umsetzung politischer Ziele zugleich Leistungserbringer und -abnehmer
Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität	Koordinierungsstelle zur Umsetzung der politischen Ziele, eingerichtet im Rahmen des NPE
Automobilindustrie (Fahrzeughersteller, Batteriehersteller und Zulieferer)	Hauptträger der Sachleistung und einflussreich in Bezug auf Sekundärleistung
Automobilhandel (Händler und Werkstätten)	Absatz der Sachleistung und der Sekundärleistung
Prüfungs- und Zertifizierungsstellen	Relevante Größe im Hinblick Sicherheit und Normung
F&E-Einrichtungen aller Art	Träger des technischen Fortschritts und der Weiterentwicklung von DL im Kooperation mit anderen Akteuren
Energieversorgungsunternehmen	Entscheidende Größe bei der Verwirklichung eines Smart Grid; Unabdingbare Schlüsselgröße in Sachen Infrastruktur-, Strombereitstellung und -verteilung
Stromanbieter	Relevante Größe neben den großen EVU
Bundesverband eMobilität e. V.	Relevante Größe als Interessenvertreter/Impulsgeber
Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V.	Größter Automobilclub mit großem Einfluss auf Verkehrspolitische Entwicklungen und technischen Fortschritt
Wirtschaftsunternehmen aller Art	Leistungserbringer und/oder -abnehmer
Unternehmen mit größeren Fahrzeugflotten	Leistungserbringer und/oder -abnehmer, Betrieb größerer E-Flotten, daher Stromspeicherrelevanz
Versicherer	Versicherung von E-Mobilen und/oder DL
Finanzdienstleister	Finanzierung aller Bausteine der Elektromobilität
IKT-Branche	Schlüsselbranche in der Umsetzung der Vernetzung
Tankstellenbetreiber	Bindeglied zu Kunden, wenn Tankstellen bspw. Ladestationen oder Batteriewechselstationen anbieten
Parkraumanbieter	Schnittstelle im Hinblick auf Ladung/Abrechnung etc.
Nutzer/Kunde/Endverbraucher	Leistungserbringer und/oder -abnehmer

Tabelle 2: Akteure in der Elektromobilität

4 Identifikation innovativer DL

Ausgehend von Charakteristika innovativer DL wird der Prozess der Entwicklung dieser Ansätze beschrieben. Neuartige und innovative *Dienstleistungsinnovationen für die Elektromobilität* werden abgeleitet und kompakt vorgestellt. Abschließend werden Handlungsempfehlungen zur Umsetzung ausgesprochen.

4.1 Charakteristika innovativer DL

Der Begriff *Innovation* hat in der Literatur zu dieser Thematik in den letzten Jahren einen regelrechten Boom erlebt [21]. Jedoch ist nicht eindeutig bestimmbar, wann ein GM oder eine DL tatsächlich innovativ ist und wann nicht. Sowohl bereits umgesetzte Services als auch in Planung befindliche Produkte können neuen und innovativen Charakter besitzen. Aufbauend auf die Systematisierung des GM der Mobilitätskonzepte von KLEY [10] wird in diesem Abschnitt herausgearbeitet, welche Faktoren und Merkmale eine DL tatsächlich innovativ werden lassen. TROTT betrachtet eine Innovation nicht als einmalige Sache, sondern als eine Serie von Aktivitäten, von denen einige auch Abhängigkeiten untereinander aufweisen können. Es handelt sich daher um einen Prozess, der teilweise wieder durchlaufen werden muss, im Unterschied zu einer Entdeckung oder einer Erfindung. Eine Innovation ist ein Management-Prozess, aus dem als (Teil-)Ergebnis innovative Services und Produkte entstehen. TROTT arbeitet hierfür drei Kriterien heraus, die in dem Prozess involviert sind. (1) eine Antwort auf ein Erfordernis oder eine Chance, welche kontextabhängig ist. (2) Eine kreative Anstrengung, die bei Erfolg eine Neuheit ist bzw. wird und abschließend (3) die Notwendigkeit für spätere bzw. künftige Änderungen [21].

Eine Innovation bedeutet zudem für einen Nutzer, dass er in einem innovativen Produkt oder einer DL etwas findet, welches attraktiver ist, als vergleichbare Produkte oder DL. Somit kann eine Innovation abseits anderer Kriterien über die Nutzerakzeptanz entstehen bzw. als eine solche angesehen werden [18]. Innovativ können aber auch bereits bestehende DL sein, die durch ein anderes Konzept oder eine andere Gestaltung neuartige Kundengruppen ansprechen. Ein Beispiel hierfür sind Stromtarife, die auf Kundenbedürfnisse abgestimmte Konditionen beinhalten. Tarife für Personen, welche ihr Elektroauto zu Hause laden stellen neue und innovative DL dar. Bündelungen von herkömmlichen DL können in der Gemeinsamkeit auch eine Innovation darstellen. Als ein Beispiel wäre hier Urlaub zu nennen, welcher Wellness und Mobilität koppelt. Garantieleistungen mit einer Art Versicherungscharakter in der Mobilität können je nach Ausgestaltung innovativ sein. Zweifellos sind bestehende DL in der Folge innovative DL, wenn der Angebotsweg des Services verändert wird. Konkret ist hier der IT-Bezug der DL gemeint, wenn DL anhand der Nutzung einer Applikation (App) für PC und Smartphones den Weg zum Kunden finden. Immer mehr Services basieren auf Internetdienstleistungen und werden durch Apps dem Kunden nutzbar gemacht. Beispiele sind hier u. a. Apps zum Auffinden von Ladesäulen, Batteriewechselstellen oder E-Carsharingzentralen, Routenoptimierung unter der Berücksichtigung von Reichweitenaspekten und Ladekriterien von E-Mobilen kommen hinzu.

4.2 Vorstellung innovativer Dienstleistungen

In diesem Abschnitt werden Vorschläge und Ansätze zu neuen und innovativen Dienstleistungen und Geschäftsmodellen für die Elektromobilität unterbreitet. Hierbei wurde wie folgt vorgegangen. Zunächst wurden über Suchmaschinen-Anfragen systematisch relevante Programme der Bundesregierung und dazugehörige frei zugängliche Quellen, wie Internetauftritte, Zwischen- und Abschlussberichte der Metropolregionen und Schaufenster sowie zielführender Literatur analysiert.

Nach Auswertung von zahlreichen Projekten (allein im Projekt *Berlin elektrisiert* 28 Teilprojekte) wurden aus 64 verschiedenen Quellen wurde mit Hilfe von verschiedenen Kreativitätstechniken, wie *Mind-Mapping*, *Brainstorming/-writing* und einer abgeschwächten Form der sog. *Zukunftswerkstatt* hier präsentiertes DL-Potential erfasst und anschließend die einzelnen GM unter Zuhilfenahme von Use-Cases in einen praxisbezogenen Kontext gesetzt. Ausgewählte GM wurden zudem mit der wertebezogenen Modellierung e^3value dargestellt sowie ergänzend unter Anwendung des Business Model Canvas detaillierter beschrieben.

Aufgrund der Längenrestriktion können in diesem Artikel die identifizierten innovativen DL nur kurz tabellarisch mit den wesentlichen Kernpunkten erläutert werden. Die detaillierten Geschäftsideen und modellierte GM stellen daher Bestandteile zukünftiger Forschungsarbeiten dar.

Im vorliegenden Beitrag werden im Folgenden die Interdependenzen zwischen den verschiedenen DL fokussiert. Nachfolgende Tabelle 3 und Bild 2 dienen als Einstieg in den Komplex dieses neuen Innovationspakets und veranschaulichen den Gesamtansatz. Die DL *EMoveFlex*^{IT} nimmt dabei eine zentrale Rolle ein, da sie die Voraussetzung für fünf weitere DL ist, wie bspw. *Rural-EMobility* oder *ÖPNVonDemand*. *EMoveFlex*^{IT} wird ermöglicht durch den IT-Service *OneIdentity* in Verbindung mit dem nPA.

Bezeichnung	*Kurzbeschreibung von Dienstleistungsinnovationen für die Elektromobilität*
EBank	Gründung einer neuen Bank (ggf. als Bundesbanktochter), die Verkehrs-DL über *EAccount* abrechnet und als Eckpfeiler der Finanzierung der Elektromobilität dient
EAccount	Abrechnung aller Stromladungen und weiteren Verkehrs-DL über ein Konto mit Hilfe von *OneIdentity* über ein zentrales Internetportal als nicht-übertragbares an den Neuen Personalausweis (nPA) [15] gebundenes Konto mit attraktiven Konditionen
OneIdentity	nPA als zentrales Medium zur Authentifizierung im Internetportal des E-Account und den IT-Umgebungen der jeweiligen Verkehrs-DL
Win4E	Gutschrift von Geldgewinnen, Gutscheinen und Rabatten direkt auf *EAccount*. Vernetzung mit vorhandenen Bonusprogrammen ist wünschenswert
EMoveFlex^{IT}	Individuelle Mobilität (Flugzeug, Bahn, Carsharing etc.) über *OneIdentity* mit nur einen Medium bargeldlos sicherstellen/abrechnen als Basisservice für weitere Innovationen
Rural-EMobility	Elektromobile Personen- und Transportdienstleistungen mit gemeinschaftlich finanzierten Elektrofahrzeugen in ländlichen Regionen klimaneutral ermöglichen
Aufladen^{OPT}	Optimierung vorhandener Ladeinfrastruktur hinsichtlich des Zugangs für den nPA und Nutzung von *OneIdentity* in Verbindung mit *EMoveFlex*^{IT}
ECarsharing4Kids	Kindersitzservice App-gestützt als Zusatzleistung zur Transportdienstleistungen im (E-) Carsharing mit Abrechnung mittels *EMoveFlex*^{IT}/*OneIdentity*
BatterietauschPlus	Erweiterung bestehender Batterietauschkonzepte um smarte Informations-DL, wie *EMoveFlex*^{IT}/*OneIdentity*
ÖPNVonDemand	Personentransport variabel (Zeiten/Haltestellen) in ländlichen Regionen App-gestützt nach Transportbedarf auf Basis von *EMoveFlex*^{IT}/*OneIdentity* durchführen

Tabelle 3: Exemplarische Beschreibung von Dienstleistungsinnovationen für die Elektromobilität

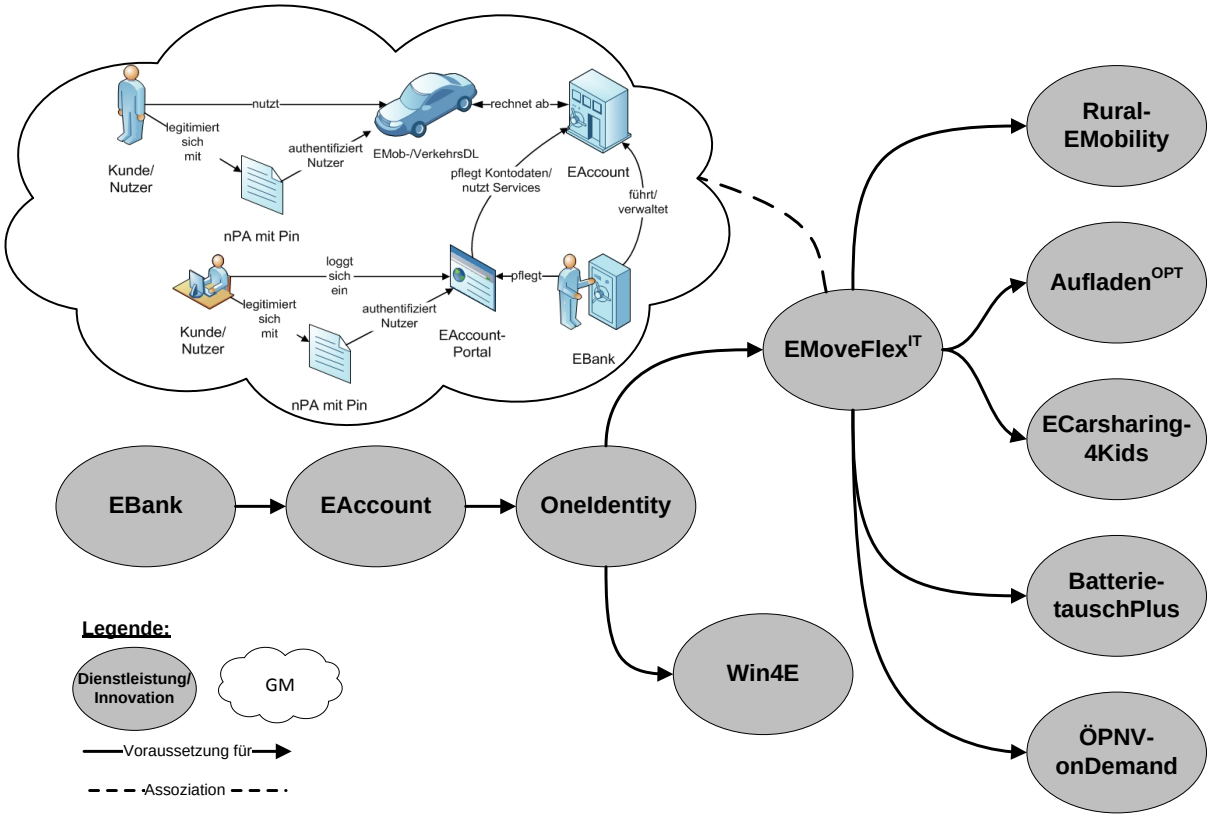


Bild 2: Interdependenzen zwischen den vorgestellten DL

Ein schematischer Entwurf von *EMoveFlex*^{IT} ist in Bild 2 in der stilisierten Wolke dargestellt. Die Legitimation von Nutzern mit Hilfe des nPA und eines Portals wird anhand der Vernetzung und dem Zusammenspiel zwischen den einzelnen DL skizziert. DL wie *Win4E* sind generell unabhängig von *EMoveFlex*^{IT} und ordnen sich daher direkt hierarchisch unter *OneIdentity* ein. Weitere Services sind an dieser Stelle als Zusatzleistungen zu den reinen Verkehrs-DL denkbar und wünschenswert. *OneIdentity* kann, der Gesamtkonzeption folgend, nur konsequent gelingen, wenn neue personengebundene Konten, sog. *EAccounts* eingerichtet werden, die wiederum von einer neuen *EBank* geführt und verwaltet werden.

Es ist nicht zwingend notwendig, dass alle Innovationen mittels eines ambitionierten Top-Down-Ansatzes umgesetzt werden. Es ist denkbar, dass bspw. das Innovationspaket *EMoveFlex*^{IT} in Gänze oder einzelne Dienstleistungen unterhalb dieser Ebene umgesetzt werden und später Schritt für Schritt eine Ausweitung im Rahmen einer Bottom-Up-Strategie stattfindet.

4.3 Handlungsempfehlungen zur Umsetzung

Die vorgestellten Innovationen erfordern für den Idealfall der Umsetzung in die Praxis diverse Änderungen in Politik und Verwaltung. Der nPA soll als zentrales Medium zur Authentifizierung verwendet werden, mit dem Ziel, System-Insellösungen zu eliminieren und eine zentrale Authentifizierung zu schaffen. Dies bedingt, dass der nPA möglichst verpflichtend für den Bürger und ohne lange Übergangsfrist vorzusehen ist. Im Gegenzug dazu sollte auf Gebühren verzichtet werden. Zur Erhöhung der Effektivität erscheint es sinnvoll, das Alter für den Erhalt des nPA abzusenken und somit eine Nutzung des Mediums für alle Verkehrs-DL und weitere Services im Bereich der Elektromobilität in Verbindung mit der individuellen Pin zu realisieren. Es wird vorgeschlagen, eine neue *EBank* als Bundesbanktochter zu etablieren und somit in Verbindung mit einem *EAccount*

legitimierte und zentralisierte Mobilitätsabrechnungen zu ermöglichen. Unterstützend sollte zudem die Elektromobilität durch attraktive Konditionen und Anreize gefördert werden. Hierzu wäre ein *EAccount* an den jeweiligen nPA zu binden, sodass für jeden Bürger ein Konto angelegt ist. In diesem Kontext ist eine Umgestaltung der Etat-, Organisation- und Verwaltungsstruktur des Bundes je nach Ausgestaltung notwendig. Im weiteren Fortgang der Umsetzung vorgeschlagener Innovationen sollte zudem das Kfz-Steuer-System für Elektromobile und später auch für alle anderen Verkehrsmittel dahingehend angepasst werden, dass die anfallende Steuer über die *EAccounts* eingezogen wird. Als Nebeneffekt ist mit einer höheren Steuerertragsquote und erheblichen Einsparungen in der Verwaltung zu rechnen. Ein kleiner Schritt war die im Oktober 2012 beschlossene Heraufsetzung der Kfz-Steuer-Befreiung von derzeit fünf auf zehn Jahre für alle reinen Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge aller Klassen mit Erstzulassung vom 18.05.2011 bis 31.12.2015 [3]. Das ist ein direkter Ansatz seitens der Politik die Elektromobilität zu fördern und Anreize zu schaffen. Das reicht aber bei Weitem nicht aus. Es sind massive, auch politische Anstrengungen erforderlich, um den gegenwärtigen Barrieren für die Elektromobilität entgegnen zu können.

5 Analyse der Dienstleistungen hinsichtlich ihres Umsetzungspotenzials

Das ehrgeizige Ziel, Leitmarkt für Elektromobilität zu werden, bietet durch die Förderung, speziell von innovativen DL neben der rein technischen Seite der Elektromobilität zahlreiche Chancen, damit sich Deutschland mit seinen Unternehmen, Forschungseinrichtungen sowie staatlichen Stellen auch im internationalen Wettbewerb frühzeitig und noch in der Wachstumsphase global etabliert und sich auf Augenhöhe, vor allem mit der Konkurrenz aus dem asiatischen und amerikanischen Raum, behaupten kann. Wie in den vorangegangenen Abschnitten erläutert, liegt ein Schlüssel zur Elektromobilität in innovativen DL. Das Reichweitenproblem der Elektroautos als potenzielles Risiko bietet allerdings auch eine Chance, Elektrofahrzeuge als einen Bestandteil eines umfassenden und vernetzten Mobilitätsangebots insbesondere in großen Ballungszentren zu begreifen. Das erfordert jedoch einen Paradigmenwechsel vom individuellen Eigentum eines Fahrzeugs hin zum Konzept einer dienstleistungsbasierten Mobilität [2]. „Dieser Paradigmenwechsel betrifft neben Anbietern von öffentlichem Verkehr und Akteuren aus der Politik und Verwaltung auch die Automobilhersteller.“ [2] Hier sind die Chancen der vorgebrachten Ideen und Innovationen einzuordnen. Im Kern ist die DL *EMoveFlex*^{IT} in Verbindung mit *OneIdentity* zu nennen. Andere Technologien, sowohl im Fahrzeugsegment, als auch im IT-Bereich beleben eher den Markt, als dass sie der Entwicklung einer Elektromobilität entgegenwirken. Denn das Ziel ist keine hundertprozentige Elektroverkehrswelt zu schaffen, sondern einen sehr guten Mobilitäts-Mix hin zu einem Gesamtkonzept zu verwirklichen.

Kennzeichnend für die vorgestellten Dienstleistungsinnovationen ist, dass einige vom Vertrauen und der Akzeptanz des Kunden abhängig sind, sie müssen sich daher in diesem Kontext behaupten. Manche DL haben nur eine Chance, wenn sie von der Politik durch die entsprechenden Weichenstellungen begünstigt werden. Weiterhin sind DL aufgeführt, die die erfolgreiche Einführung und den Betrieb anderer DL am Markt voraussetzen. Das Umsetzungspotenzial wurde hier anhand von Voraussetzungen und Erfolgsfaktoren benannt. Details sind in folgender Tabelle 4 zusammengefasst.

Bezeichnung	*Voraussetzungen / Erfolgsfaktoren*
EBank	Gründung einer neuen Bank / Akzeptanz und Vertrauen der Kunden in die Bank
EAccount	*OneIdentity* zum Login in das zentrale Portal zur Accountverwaltung / Akzeptanz der Kunden und Vertrauen
OneIdentity	nPA als Voraussetzung / Einführung muss von der Politik beschlossen werden
Win4E	*EAccount* erforderlich / Kooperation mit Anbietern von Bonusprogrammen
EMoveFlex^{IT}	*OneIdentity* erforderlich / Bereitschaft der Kunden zum Verzicht auf Eigentum
Rural-EMobility	Flotte von Elektrofahrzeugen / Vertrauen in eine gemeinschaftlich finanzierte Flotte
Aufladen^{OPT}	Nur im Zusammenspeil mit *OneIdentity* und *EMoveFlex*^{IT} sinnvoll / Bereitschaft der Anbieter, Insellösungen aufzugeben
ECarsharing4Kids	Bedarf für Kindersitze versch. Klassen / Integration mit *EMoveFlex*^{IT} und *OneIdentity*
BatterietauschPlus	*EMoveFlex*^{IT} und *OneIdentity* erforderlich / Nachfrage der Kunden nach smarten Informations-DL rund um den Batterietausch
ÖPNVonDemand	*EMoveFlex*^{IT} und *OneIdentity* erforderlich / Akzeptanz und Nachfrage der Kunden nach App-gestützter Mobilitätsplanung

Tabelle 4: Voraussetzungen und Erfolgsfaktoren der Dienstleistungsinnovationen

6 Fazit und Ausblick

Das Thema Elektromobilität ist eines der dominierenden Themen in nächster Zeit und auch im Rahmen der Energiewende. Dies wird durch die hohe Anzahl an Akteuren, Projekten und letztendlich Geschäftsmodellen sowie Dienstleistungen deutlich, die bereits vorhanden sind oder durch Innovationen entstehen. Dazu ist zwingend notwendig, dass der politische Wille bestehen bleibt und konsequent weiter fortgeführt wird. „Das Elektroauto ist nicht tot. Aber es wird nicht so schnell in bedeutenden Stückzahlen kommen, wie es die Politik vorausgesagt hat. Die Einschränkungen für den Kunden sind gegenüber hocheffizienten Verbrennungsmotoren oder Plug-in-Hybriden einfach zu groß. Und auch die Anschaffungskosten werden den einen oder anderen Kunden vom Elektroauto fernhalten. Steigende Strompreise werden ihr Übriges dazu beitragen, dass das reine Elektroauto zunächst eine Nischenlösung bleibt.“ [1] Hier gilt es weiter anzusetzen und neuartige, innovative DL anzubieten und die Verbreitung von reinen Elektrofahrzeugen für Nutzer attraktiver zu gestalten. „Wir müssen Zukunftstechnologien wie Elektromobilität jetzt vorantreiben, denn der Fortschritt kommt manchmal schneller, als man denkt.“ [6] Anreize, die direkt beim Verbraucher, Endkunden oder Nutzer ankommen sind elementar, um die Elektromobilität als zukünftiges Mobilitätskonzept zu verankern. Denn nicht zuletzt werden auch drohende Kostensteigerungen für den öffentlichen Nahverkehr dem Ausbau der Elektromobilität weiteren Anschub geben [19].

Die Elektromobilität hat das Potenzial, aufgrund des Stellenwertes innerhalb der uns alle betreffenden Energiewende auch Nutzergruppen, die eher innovationsscheu sind, mitzunehmen und nicht nur typische Early-Adoptors anzusprechen. Ein im Rahmen der Energiewende aufzubauendes Smart Grid, eröffnet Chancen ganzheitlich die Elektromobilität zu integrieren. Normierungen sind ein wichtiger Bestandteil auf dem richtigen Weg zu einem neuen Verkehrs- und Energiekonzept und offerieren Chancen regionale Insellösungen in ein Gesamtkonzept einzufügen. Gleichzeitig liegen hier aber auch Risiken insofern, dass zu viele Vernetzungen von Großprojekten Hemmungen mancher Entscheider und Investoren auslösen könnten. Das Ziel, bis 2020 eine Million Elektroautos auf deutschen Straßen zu haben, soll bereits in sieben Jahren erreicht sein. Bis dahin müssen, wie erläutert, noch sehr viele Elektroautos hinzukommen. Die Zeitspanne bis zur Entwicklung einer *Elektromobilen Stadt* bis zum Jahre 2050 klingt sehr lang. Wenn man aber vergleichend an Großvorhaben, wie die Energiewende,

den Atomausstieg inklusive der Rückbauzeiten von Atomkraftwerken und die Endlagersuche oder die Rückholung der Fässer aus der Asse denkt, wird unmittelbar klar, dass 37 Jahre für derartige Herausforderungen kein großer Zeitraum ist.

Vorschläge zu konkreten, zukünftigen *Dienstleistungsinnovationen für die Elektromobilität* wurden in diesem Beitrag unterbreitet. Hier gilt es anzuknüpfen und somit die Elektromobilität ganzheitlich und nachhaltig voranzutreiben. Ein zwingender Schritt ist hierbei, die in der Wissenschaft erlangten Erkenntnisse in der Praxis umzusetzen. Denkbar ist eine groß angelegte, standardisierte Umfrage für mehrere involvierte Interessengruppen. Mit dieser könnten bspw. der *Vernetzungsgrad* und der *Infrastrukturbedarf* für die Dienstleistungsinnovationen ermittelt werden. Gegenstand der weiteren Forschung könnte zudem die Reihenfolge sein, in der die Dienstleistungen am Markt eingeführt werden und die unter Einbeziehung aller involvierten Akteure und der betriebswirtschaftlichen festzulegen ist.

7 Literatur

[1] ADAC Motorwelt (2013): Exklusivinterview mit VW-Aufsichtsratschef Ferdinand Piëch. Der Erfinder des Weltkonzerns. Erschienen in ADAC Motorwelt, Heft 2/2013. ADAC, München.

[2] Barthel, K; Böhler-Baedeker, S; Bormann, R; Dispan, J; Fink, P; Koska T, Meißner, HR, Pronold, F (2010): Diskussionspapier der Arbeitskreise Innovative Verkehrspolitik und Nachhaltige Strukturpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung. Zukunft der deutschen Automobilindustrie. http://library.fes.de/pdf-files/wiso/07703.pdf. Abgerufen am 08.03.2013.

[3] BEM (2013): Bundesverband eMobilität e.V. Elektrofahrzeuge von der Kfz-Steuer befreit. http://www.bem-ev.de/elektrofahrzeuge-von-der-kfz-steuer-befreit. Abgerufen am 05.03.2013.

[4] BMBF (2012): Bekanntmachung des BMBF. Fördermaßnahme Dienstleistungsinnovationen für Elektromobilität. http://www.bmbf.de/foerderungen/19905.php. Abgerufen am 17.12.2012.

[5] BMVBS (2013): Die Modellregionen und Schaufenster im Überblick. http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/UI/modellregionen-elektromobilitaet. Abgerufen am 22.07.2013.

[6] BMW Magazin (2012): Interview mit BMW Vorstandsvorsitzenden Dr. Norbert Reithofer. Nur nachhaltiges Handeln bringt Erfolg. Erschienen in BMW Magazin, Heft 1/2012. Hoffmann und Campe, Hamburg.

[7] Canzler, W; Knie, A (2011): Einfach aufladen: Mit Elektromobilität in eine saubere Zukunft. Oekom, München.

[8] Die Bundesregierung (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität. http://www.bmbf.de/pubRD/programm_elektromobilitaet.pdf. Abgerufen am 17.12.2012.

[9] Hudetz, K; Kaapke A (2009): Lexikon Handelsmanagement: Controlling-Führung-Marketing. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main.

[10] Kley, F (2011): Neue Geschäftsmodelle zur Ladeinfrastruktur. Working paper sustainability and innovation, No S5/2011. https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/48664/1/664238092.pdf. Abgerufen am 06.03.2013.

[11] Kraftfahrt-Bundesamt (2013): Bestand an Personenkraftwagen in den Jahren 2006 bis 2013 nach ausgewählten Kraftstoffarten (Teil 2). http://www.kba.de/cln_033/nn_269000/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/b__umwelt__z__teil__2.html. Abgerufen am 22.07.2013.

[12] Mayer, C; Suding, T; Uslar, M; Weidelt, T (2010): VDE-Kongress 2010. IKT-Integration von Elektromobilität in ein zukünftiges Smart Grid. VDE, Berlin und Offenbach.

[13] Meffert, H; Bruhn, M (2000): Dienstleistungsmarketing: Grundlagen-Konzepte-Methoden, 3.Auflage. Gabler, Wiesbaden.

[14] Metropolregion: Hannover, Braunschweig, Göttingen, Wolfsburg (2013): Unsere Pferdestärken werden elektrisch. eMobilität in Niedersachsen. http://www.metropolregion.de/pages/themen/mobilitaet/elektromobilitaet/startseite/subpages/ct_10739/index.html. Abgerufen am 22.07.2013.

[15] nPA (2013): Der neue Personalausweis. Informationen zur Online-Ausweisfunktion. http://www.personalausweisportal.de/DE/Home/home_node.html. Abgerufen am 16.08.2013.

[16] NPE (2012): Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (Dritter Bericht). http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/fortschrittsbericht-der-nationalen-plattform-elektromobilitaet. Abgerufen am 22.07.2013.

[17] NPE (2012): Die deutsche Normungs-Roadmap Elektromobilität – Version 2. http://www.dke.de/de/std/Documents/E-Mobility_Normungsroadmap_V2.pdf. Abgerufen am 22.07.2013.

[18] Peters, A; Hoffmann, J (2011): Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Eine empirische Studie zu attraktiven Nutzungsvarianten, Fahrzeugkonzepten und Geschäftsmodellen aus Sicht potenzieller Nutzer. http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/Images/FSEM_Ergebnisbericht_Fokusgruppen_2011_tcm243-92030.pdf. Abgerufen am 16.03.2013.

[19] Rösler, P (2012): Bundesminister für Wirtschaft und Technologie. TV-Interview am 16.12.2012.

[20] Thomas, O; Nüttgens, M. (Hrsg.) (2013): Dienstleistungsmodellierung 2012. Product-Service Systems und Produktivität. Springer Gabler, Wiesbaden.

[21] Trott, P (2012): Innovation Management and New Product Development. Fifth revised edition. Financial Times Prentice Hall, London.

An Ecosystem Overview and Taxonomy of Electric Vehicle Specific Services

Sebastian Busse

Georg-August-Universität Göttingen, Sustainable Mobility Research Group, 37073 Göttingen,
E-Mail: sbusse@uni-goettingen.de

Serge Runge

Energie-Forschungszentrum Niedersachsen, 38640 Goslar,
E-Mail: serge.runge@efzn.de

Ullrich Jagstaidt

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement, 37073 Göttingen,
E-Mail: ujagstaidt@uni-goettingen.de

Lutz M. Kolbe

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement, 37073 Göttingen,
E-Mail: lkolbe@uni-goettingen.de

Abstract

This paper gives an overview of electric vehicle specific service groups and interfaces which were identified by assessing current working practices and conducting expert interviews and a literature analysis. Furthermore, a taxonomy is developed structuring the identified service groups within an electric vehicle ecosystem according to certain criteria. This taxonomy and the resulting service ecosystem overview help to reduce the domains complexity and thus foster sustainable mobility by encouraging both practitioners and researchers to get involved with the electric mobility domain.

1 Introduction

In the recent past, electric mobility (the usage of electric vehicles (EV) and its integration into the existing power grid ecosystem) has captured significant public, political and industry attention. This amount of attention is mainly based on the belief that changing from conventional vehicles powered by internal combustion engines (ICE) towards electric vehicles helps to reduce carbon emissions and thus counteract climate change ([1], [2]). This technological change is seen to be one building block to achieve the two degree goal set by the United Nations Climate Conference in the Cancun Agreements of 2010. Electric mobility is therefore often tagged with the term "sustainable mobility". However, these assumptions are only correct if vehicles are fuelled with energy from renewable sources such as wind or solar power. Also, the additional energy needed to fuel electric vehicles has to be generated in addition to the already planned extension of renewable power generation [3].

In 2010, Watson, Boudreau and Chen [4] introduced the term of energy informatics building the base of this specific body of literature. They did not explicitly mention electric mobility in this context rather the quintessence of their work was to call upon the IS community to contribute towards a more sustainable behavior in general.

Therefore, our contribution to the energy informatics domain is to foster sustainable mobility by answering the following research questions:

- Which services are relevant in a (future) electric mobility ecosystem?
- How can this complex ecosystem be structured to reduce complexity and thus help other researchers and practitioners understand and analyze the domain?

The above research questions will be answered by developing a service ecosystem overview and taxonomy that maps (mainly IS-relevant) electric mobility service groups to superior service blocks. This service ecosystem overview is supposed to help organize the multitude of entities and functional requirements within the domain of electric mobility in a structured way.

The remainder of the paper is structured as follows: First related work is being introduced and this paper's contribution to the domain of electric mobility is explained. Following the methodological approach is laid out. In the latter, relevant interfaces and service groups identified by an extensive literature analysis and expert interviews are specified and finally a taxonomy is being developed converting the identified service groups to a service ecosystem overview. At last, an outlook on future research demand is provided.

2 Related Work

Although the topic of electric mobility has become a trending topic in other research communities (e.g. economics, engineering) attention within the IS community is sparse, especially when regarding high quality outlets [5]. This is quite astonishing considering that the electric mobility domain generates heavily intertwined domain challenges requiring input from the automotive, electrical, and IS/IT domains.

Electric mobility is seen to be a future key technology as it will also enable us to use fleets of electric vehicles as virtual power storages/plants. These will allow for balancing the volatile power supply caused by the increasing share of renewable energy in the (future) power mix. Especially countries that propagate renewable energy generation, like Germany and the US, are already facing problems with grid stability. Hence, intelligent load management solutions and the already mentioned ability to

shift power demand and supply are two main drivers of the future smart grid and also the change towards electric mobility. Additionally, the European Union is setting strict climate goals and other directives affecting energy grid and market policies that have to be met by all members. These problems demand for research to be solved.

As our ecosystem overview primarily contributes to the body of research of Energy Informatics ([4], [5]) it is directly related to the two bodies of research of IS for Smart Grid / Smart Home and IS for Electric Mobility which are closely linked.

2.1 Smart Grid / Smart Home

The literature on Smart Grid itself can be split into two categories: contributions having a more technical focus and literature dealing with economical approaches, especially business model development and analysis.

With regard to the technical aspects of Smart Grids Corbett [6] investigates the impact of IS on demand management through energy data management (EDM) systems. She highlights information processing requirements and capabilities and comes to the conclusion that "rather investing indiscriminately on IS, utilities may benefit more by developing and implementing IS that target specific information processing requirements." A similar conclusion draw Pernici et al. [7] who analyzed the potential IS contribution for environmental sustainability. They state that "only by adopting a systematic approach will it be possible to drive continuous improvement". As both, the concept of Smart Home as the concept of Smart Grid depend on a vast amount of communication and multiple services, the findings by Solaimani et al. [8] for the Smart Home context can be generalized to both domains (and possibly others having similar conditions): A lack of common standards and a lack of a common service platform often lead to failing projects in such a multi-actor setting or value network.

In terms of common standards, Rua et al. [9] started to define services and functionalities within the ecosystem of metering infrastructure, mainly with the focus on the integration of electric vehicles in the Smart Grid and more specifically in a vehicle to grid (V2G) context.

Furthermore, Heindl et al. [10] analyze the domain with regard to economic aspects of a Smart Grid. They introduce new service oriented business models of IT infrastructure and service providers in the energy sector focusing on customers' needs. Their conclusion was that these needs "have to be addressed in an integrated approach offering infrastructure services, platform services as well as software services" and that this results in a great challenge for IS.

2.2 Electric Mobility

The literature on electric mobility can also be split into the two categories of contributions with one having a focus on technical aspects and another with contributions dealing with economic issues.

Dornberg and Lutz [11] discuss a service oriented concept enabling roaming between multiple regions and providers. They also come to the conclusion that information and communication technologies (ICT) "not only enable advanced concepts in the domain of electric mobility such as V2G but also increase consumer acceptance". Heuer et al. [12] explore entities in the electric mobility ecosystem like the user, electric vehicle service equipment (EVSE), the electric vehicle itself and others to give an ecosystem overview for the special case of V2G.

San Román et al. [13] also contribute to the identification and definition process of entities. In addition they discuss potential business and market models from a technical perspective. Bolczek and Rehtanz [14] extend this by contemplating the economic perspective through a comparison of market and billing models. Furthermore, Kley et al. [1] introduce a morphological box as an instrument to analyze these business models.

2.3 Contribution of this work

Our systematic approach especially follows the work of Kley et al. [1] and extends their research by supplying a service-oriented electric vehicle ecosystem for business model design on a more technical base. It gives an overview of relevant service groups within an electric vehicle ecosystem embedded within the Smart Grid. Each service group is dedicated for specific information processing requirements as Corbett [6] suggested. It aims at defining common standards and to prepare for a common service platform to lead future electric vehicle business models to success.

In terms of the contribution to the IS research community our work rigorously structures the multitude of services needed for operating an electric vehicle platform in a business context. As mentioned, it complements the work of Kley et al. [1] in terms of supplying a service overview to select services needed for specific business models.

For practitioners our approach and the resulting service ecosystem overview help to get a sufficient insight into the domain of electric mobility helping to better plan and execute corporate strategy in terms of electric mobility business models.

	Electric Mobility focus		Smart Grid / Smart Home focus		Energy Informatics	Ecosystem	Taxonomy	Service Oriented
Publication	**technical**	**economical**	**technical**	**economical**				
Bolczek and Rehtanz (2011)		X				X		
Corbett (2011)			X		X			
Dornberg and Lutz (2011)	X	X						X
Heindl et al. (2010)				X		X		X
Heuer et al. (2011)	X					X		X
Kley et al. (2011)		X				X	X	
Pernici et al. (2012)			X	X	X			
Rua et al. (2010)	X		X				X	
San Román (2011)	X	X				X		
Solaimani et al. (2010)			X	X				X
Watson et al. (2010)			X	X	X			
Research contribution	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**

Table 1: Summary of related work and research contribution of this work

3 Methodological Approach

The aim of this paper is to provide a substantial, complexity reducing and future-proof service ecosystem overview of the electric mobility domain. For the reason that the domain of electric mobility is just at the beginning of its technological advancement, qualified expectations of current and future technological requirements need to be considered. To systematically identify those requirements, we used a methodological approach in the first phase of this research project, which is deduced from the method of technology roadmapping and aims at identifying current and future service groups needed within an electric vehicle ecosystem. The method of technology roadmapping was initially used in the American automotive industry but became popular through its implementation by Motorola [15] by the end of the 1980's.

The main objective of technology roadmapping is to provide management with strategic information for product development "integrating information on the market, the product and technology over time" [16]. The outcome of applying this method is a technology roadmap which usually shows technological and market developments on a timeline from past to vision [17]. Differing from the original method, our approach focuses on one technology field (i.e. electric mobility).

With regard to the procedure of the technology roadmapping method, Geschka and Schauffele [18] propose to first define the technological domain and its boundaries and to analyze and describe the actual state. Subsequently, technological items on the development path have to be systematically brought together. We followed these guidelines and first conducted a literature review to get a basic understanding of the problem domain. Following that, we used a mixture of “purposeful” and “snowball” sampling strategies for selecting informants for semi structured interviews [19]. We stopped our interviews after we were not able to generate new insights. At the end, 16 experts from industry sectors relevant to the domain of electric mobility (i.e. the IS/IT, automotive and energy sector) were interviewed to discuss the boundaries and to identify relevant service groups for the specific problem domain. Interviews were recorded, transcribed, and analyzed using open coding techniques. If a service group or physical entity was mentioned more than once it was considered to be relevant to the electric vehicle ecosystem. On average, the interviews lasted one and a half hours. In addition, we assessed a number of working practices to gather comprehensive information about the electric vehicle ecosystem and its relevant services and entities. At the end of the first phase a list of service groups and entities and their definitions was compiled. All included entities and service groups were identified either by more than one expert or by observing it in current working practices. To account for a preliminary evaluation, we used a feedback loop until the executives acknowledged the resulting list of identified services and entities.

Subsequently, a taxonomy categorizing the identified service groups has been developed. We followed the guidelines of taxonomy development by Nickerson et al. [20] who define a taxonomy as “a set of n dimensions D_i (i=1, …, n) each consisting of k_i ($k_i \geq 2$) mutually exclusive and collectively exhaustive characteristics C_{ij} (j=1, … , k_i) such that each object under consideration has one and only one C_{ij} for each D_i.” They further enumerate 5 requirements we obeyed while developing the taxonomy:

1. The taxonomy has to be concise, containing a limited number of dimensions and a limited number of characteristics in each dimension only.
2. It has to be sufficiently inclusive, meaning that it contains enough dimensions and characteristics to fulfil the purpose it is developed for.
3. It should also be comprehensive, enabling one to classify all objects within the ecosystem.

4. The taxonomy has to be extendible allowing for inclusion of additional dimensions and new characteristics when new objects appear.
5. The taxonomy has to be explanatory containing dimensions and characteristics that do not describe but, rather, provide useful explanations of the nature of the objects.

The taxonomy development is iterative and terminates once all 5 requirements are fulfilled. Before starting the development, the taxonomy's meta-characteristic had to be defined.

Since the taxonomy is supposed to assist researchers and practitioners to select relevant service groups for individual business models and to key out must-have service groups to enable basic electric vehicle business platform functionality, the meta-characteristic can be defined as the ability to allocate service groups to different (functional) business model aspects.

Following the more specific taxonomy developing guidelines by Nickerson et al. [21], the classification process first followed an empirical to deductive approach resulting in one dimension D_1 with two characteristics C_{11} and C_{12}. In a later iteration we switched to a deductive to empirical approach which led to the creation of a second dimension D_2 with 3 characteristics C_{21}, C_{22} and C_{23}.

4 Electric Vehicle Service Ecosystem

In our case the ecosystem is combining the landscape of interfaces and services involved in the delivery of specific electric vehicle services. In the following we leverage the identified interfaces and service groups that exist within the ecosystem.

4.1 Ecosystem Interfaces

The ecosystem encompasses eight physical interfaces which provide interlink to the physical entities within the electric vehicle ecosystem. Each interface's description is focused on functionalities, relationship and exchange requirements. In the following the interfaces to the charging station, subsystem (charging station satellites), electric vehicle, user, distribution system operator, third party supplier, metering, and charge current control are defined:

Operational access to the charging infrastructure is provided through the **charging station** interface. This interface is the gateway to charging station related operational control services.

Underneath the charging station, a **subsystem** may be installed. A subsystem encompasses several (satellite) charging stations working underneath a master station. The subsystem interface therefore serves as a gate to control existing satellite charging stations. It is controlled by the master station and mainly supports charging station services and charging station operator services.

Integrated in the charging station there exists the **measuring** interface which is located inside the smart metering device. It is the gateway to meter data services and the base for enhanced EV usage models employing time of use tariffs or critical peak pricing.

Another interface located inside the charging station is the **charge current control** interface. Its main purpose is to enable capacity and power management within a system of charging stations (master and satellites) by setting capacity limits.

Furthermore, the **electric vehicle** possesses one interface itself. The communication between the grid / the charging station and the electric vehicle is done via this interface which is mainly based upon

ISO 15118. It is used e.g. for charging control and exchange of advanced vehicle information data like battery status, vehicle and battery type, etc.

All interactions with the user are made via the **user** interface. User interaction services and customer data services are service groups mainly using this interface. A need for communication via this interface can exist between the charging station and the user through the station's display, a user's mobile device or other communication channels. Furthermore the back-end integration with databases containing customer information is accomplished using this interface.

Charging stations are usually connected to the power grid and thus can impose a tremendous load on the grid. Because it is the distribution system operator's (DSO) responsibility to control and maintain grid stability, direct access to the charging infrastructure is needed. Therefore, the **DSO** interface describes the control gate for the distribution system operator to manage grid stability by (dynamically) setting capacity limits. This does not have to take place on a single charging station level but rather on a higher level with a larger number of charging stations beneath.

Giving **third party providers** access to the charging infrastructure or electric vehicle platform is the enabler for a service-oriented EV system and leads to more advanced services being offered. This interface is a dummy for integration interfaces of value added services provided by third party suppliers.

4.2 Ecosystem Services

A service can be configured as an entity for specific tasks which allows the visibility of the entire end-to- end relation at different degrees of abstraction with an association between the services, customers and resources involved [22]. In the following, we first describe service groups and the functional aspects of each service group. Starting with the description of 14 single service groups we continue with combining them on a higher level as superior service groups.

4.2.1 Service Groups

The elaboration of the relevant service groups is primarily based on the expert interviews, assessments of working practices and the conducted literature research. A service group in the context of our electric vehicle service ecosystem combines a homogeneous concentration of properties required for operation, business and other additional support purposes. In the following, all identified service groups are described in a logical order starting with services related to the charging station entity, followed by services focusing on the customer, data management and interaction to 3rd parties. At last, a definition of more general services is given.

Charging station services bundle all core services needed for operation of charging stations. In detail, those services support the charging infrastructure administration, configuration and security. In addition they provide access to charging points for monitoring and controlling the charging infrastructure, the coordination of the charging process, ensuring stable access, diagnostics and remote maintenance (IEC 61851, 61140, 62040, 60529).

Charging station operator services are enhanced services supporting deterministic/ dynamic charging service-offerings (e.g. capacity, charging current, and priorities). This service group includes management and coordination of the referring charging micro-grid.

The service group of **communication services** encompasses all services that enable communication between two entities existing within the electric vehicle ecosystem, e.g. electric vehicle charging

station, charging station-satellite charging station, user-charging station, and charging station-continuative systems. Communication can be realized using technologies such as Radio Frequency Identification (RFID), Power Line Communication (PLC), Radio Frequency (RF), General Packet Radio Service (GPRS), Ethernet, etc.

Customer data services support the administration and data management of the account and user access to charging stations. The service group handles information about customer contracts and also supplies authorization functionalities. In addition, it is utilizing interaction features for customer access and service selection.

User interaction services include services for authentication (verification of the user's identity), authorization (approval policy for initializing the charging process) and enhanced user interactions allowing tariff selection and payment settlement options.

Financial services integrate the capability of clearing, billing and payment functionalities within the operational environment. Administration and management of the service-tariff model from fixed rates to variable time-of-use/volume tariffs. These services will control and manage the settlement and export transaction data directly into the billing and accounting engine.

The **meter data services** primarily embody services required to collect and control meter readings and all related data (e.g. initiation and termination, value/time-series, power quality parameters) from the meter end point (smart meter) for further meter data management (validation, estimation and editing (VEE)) and data storage purposes (IEC 61968) [9].

Load management services are for efficient energy distribution between multiple charging points. They utilize intelligent networks (local/micro grids) with fast, deterministic/dynamic load control mechanisms for responding to peak demand and generation bottle necks and to manage reload energy storage systems. This service requires the interaction with utilities (energy market) and the distribution system operator.

Under **premium operator services** we understand future, operation-specific services considering the aggregation of distributed (green) energy generation and managing electric vehicle fleets to operate virtual power plants based on those fleets.

EV (mobility) services provide a possibility for modular combination of fleet charging, parking and reservation management either company-related or in a semi-public car sharing environment. Furthermore, the service group provides services to access advanced vehicle status information supporting efficient and sustainable charging (e.g., ISO/IEC 15118).

Geo services bundle services for charging station location, route-planning and parking lot reservation.

Roaming services support the process when an e-mobility customer charges his car at a charging station that is not operated by the electric mobility provider which he has a contract with but billing is done via his provider [11].

Data analysis services comprise services that analyze data that has been generated by the electric mobility infrastructure and is not solely related to customers (e.g., a system for large scale recording, integration and analysis of data from heterogeneous EV fleets as developed by Duchrow et al. [23].

4.2.2 Superior Service Blocks

Following the taxonomy development procedure of Nickerson et al. [21], we analyzed the identified service groups for common characteristics in terms of our meta-characteristic. It turned out that there exist analogies to service packaging within the telecommunication industries researched by Hanhua et al. [24]. Furthermore the Telecom Reference Architecture, Part 2 by Behara [25], provides a detailed service architectural framework in a common format which was used for our derivation as well. Both introduce concepts for service packaging and recommend its application and superiority in operation and business support systems depending on technology and business requirements. Based on these analogies, the taxonomy of services was structured according to the following criteria:

With regard to the relevance to enable the core system functionality (being the first dimension D_1), which we define as the minimum of functionality to run a business oriented electric vehicle platform, we distinguish between

- **mandatory services (C_{11})**, which are services primarily needed for the operation and the management of the core electric vehicle platform system and
- **supplementary services (C_{12})**, which are services enabling a provider and other users to receive and manage information for non-mandatory support purposes. In addition, these services are used for continuative processing in regard to other specific requirements (e.g. energy industry specific internal services and 3rd party services) [26].

With regard to the service focus in terms of operation, business and additional systems (D_2) we furthermore distinguish between

- **operation support services (C_{21})** being services which enable the service delivery management, control and monitoring of resources and inventory,
- **business support services (C_{22})** comprising shared services for management and administration of customer/user, order, tariff and billing information and
- **additional system support services (C_{23})** for the collaboration with other systems which require data access for processing of further, more general mobility services. They exist within pre-defined environments e.g. meter data management systems (MDMS) [27].

Applying these dimensions with their characteristics to the identified service groups (see 4.1.1.), results in a taxonomy of service groups structured in three superior service blocks in an electric vehicle ecosystem as shown in Table 2.

The superior service block, which we call **Electric Mobility Platform Services (EMPS)**, captures all mandatory services in terms of the relevance to enable the core system functionality. It is primarily required for the operation of the electric vehicle charging infrastructure and for mandatory business administration support. The front-end services (customer contact) are mandatory, even in a scenario with basic functionality. Depending on the business scenario, back-end services are required in diverse depth within the subordinate system environment used by the service operator.

The second superior service block, which we call **Operator Supplementary Services (OSS)**, comprises enhanced functionalities for the operation of charging station networks. In addition it contains services supporting the seamless platform integration into the energy management environment of a utility. Furthermore the superior service block encompasses services like premium operator services dealing with the interaction of virtual power plant operation, load management

services which support the load control and coordination within the gird, and charging station operator services which are important for network and partner management.

The third superior service block incorporates **General Mobility Services (GMS)** which are services targeting specific mobility functionalities for e.g. fleet management, the operation of a car sharing platform, and further location-based services.

Superior service block	Service group	Service focus			Relevance to enable core system
		Opperation support	Business support	Additional system support	
Electric mobility platform services (EMPS)	Charging station services	X			Mandatory
	User interaction services	X			
	Communication services	X			
	Customer data services		X		
	Meter data services			X	
	Financial services		X		
General mobility services (GMS)	Roaming services			X	Supplementary
	EV services			X	
	Geo services			X	
Operator supplementary services (OSS)	Load mgmt. Services	X			
	Charging station operator services	X			
	Data analysis services		X		
	Premium operator services	X			

Table 2: Taxonomy of service groups in an electric vehicle ecosystem

5 Conclusion and Outlook

This paper identifies 13 existing service groups with their individual interfaces within an electric vehicle ecosystem by conducting expert interviews, a literature analysis and by assessing working practices. To reduce complexity and thus answering the second research question, the identified service groups can be assigned to 3 superior service blocks by applying a structured taxonomy developing method [21].

The process of developing the taxonomy of electric vehicle ecosystem services was iterative and terminated when all 5 requirements of a rigorous taxonomy (conciseness, sufficient inclusiveness, comprehensive-ness and extendibility) were fulfilled. The segmentation of the service groups to

superior service blocks is based on two dimensions, one being the relevance of a service group to enable the core system functionality. This dimension contains two categories being mandatory and supplementary. The second dimension is the service focus in terms of operation support, business support or additional system support being its three categories.

Despite our rigorous approach, the following limitations should be considered when interpreting the results. First, we stopped conducting interviews after we were not able to gather anymore significant insights. Nevertheless, we cannot assure, that we were able to reference all existing services. Second, we focused on IS relevant services only. Thus the developed taxonomy neglects services that may be important to the electric mobility ecosystem but do not incorporate IS.

Notwithstanding these limitations, our paper contributed to IS research in two major ways. First, our paper sheds light on the upraising domain of electric mobility in an, IS focused, service-oriented way. This may help to better structure future IS research for this domain. Second, we successfully applied the taxonomy development guidelines of Nickerson et al. [20] providing evidence that they are applicable for a wide range of domains.

For practitioners, our consolidated findings may help to get a sufficient overview of the complex domain of electric mobility from a service-oriented perspective. On this basis, they are able to focus on specific areas to develop and offer services needed for an advanced, interconnected electric mobility ecosystem.

For both, practitioners as well as academics, our findings may help in ongoing roadmapping activities (e.g., those of the National Platform Electro-Mobility (NPE))

6 References

[1] F. Kley, C. Lerch, and D. Dallinger, "New business models for electric cars—A holistic approach," *Energy Policy*, vol. 39, no. 6, pp. 3392–3403, Jun. 2011.

[2] H. Lund and W. Kempton, "Integration of renewable energy into the transport and electricity sectors through V2G," *Energy Policy*, vol. 36, no. 9, pp. 3578–3587, Sep. 2008.

[3] F. Hacker, P. Kasten, C. Loreck, and M. Buchert, "Are electric vehicles the mode of the future? Potentials and environmental impacts," 2012.

[4] R. Watson, M. Boudreau, and A. J. Chen, "Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community," *MIS Quarterly*, vol. 34, no. 1, pp. 23–38, 2010.

[5] J. Kossahl, S. Busse, and L. M. Kolbe, "The Evolvement of Energy Informatics in the Information Systems Community – A Literature Analysis and Research Agenda," in *ECIS 2012 Proceedings*, 2012, p. Paper 172.

[6] J. Corbett, "Demand Management in the Smart Grid : An Information Processing Perspective Demand Management in the Smart Grid : An Information," in *AMCIS 2011 Proceedings*, 2011, p. Paper 110.

[7] B. Pernici, M. Aiello, J. vom Brocke, B. Donnellan, and E. Gelenbe, "What IS Can Do for Environmental Sustainability: A Report from CAiSE ' 11 Panel on Green and Sustainable IS," *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 30, no. 1, p. Article 18, 2012.

[8] S. Solaimani, H. Bouwman, and M. de Reuver, "Smart Home: Aligning Business Models and Providers Processes; A case survey," in *ACIS 2010 Proceedings*, 2010, p. Paper 91.

[9] D. Rua, D. Issicaba, and F. Soares, "Advanced metering infrastructure functionalities for electric mobility," *ISGT Europe 2010*, 2010.

[10] M. Heindl, H. Suttner, J. Weber, and J. Withalm, "Towards new business models in the energy sector based on Software-as-a-Service-Utilities and value-added services," in *eChallenges*, 2010, pp. 1–9.

[11] J. H. Dornberg and T. Lutz, "Selected findings from a German lighthouse project on electric mobility," in *11th International Conference on ITS Telecommunications*, 2011, pp. 486–491.

[12] J. Heuer, P. Komarnicki, and Z. a. Styczynski, "Integration of electrical vehicles into the smart grid in the Harz.EE-mobility research project," in *2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting*, 2011, pp. 1–6.

[13] T. G. San Román, I. Momber, M. R. Abbad, and Á. Sánchez Miralles, "Regulatory framework and business models for charging plug-in electric vehicles: Infrastructure, agents, and commercial relationships," *Energy Policy*, vol. 39, no. 10, pp. 6360–6375, Oct. 2011.

[14] M. Bolczek and C. Rehtanz, "Market and billing models for electric mobility," in *Proceedings of the 3rd European Conference Smart Grids and E-Mobility, Munich*, 2011.

[15] C. H. Willyard and C. W. McClees, "Motorola's Technology Roadmap Process," *Research Management*, vol. 30, no. 5, pp. 13–19, 1987.

[16] C. J. I. González, A. Ogliari, N. Back, C. Johanna, and I. González, "Systematization of technology roadmapping," *Product Management & Development*, vol. 6, no. 2, pp. 77–97, 2008.

[17] D. R. Probert, C. J. P. Farrukh, and R. Phaal, "Technology roadmapping—developing a practical approach for linking resources to strategic goals," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, vol. 217, no. 9, pp. 1183–1195, Jan. 2003.

[18] H. Geschka and J. Schauffele, "Explorative Technologie Roadmaps – Eine Methodik zur Erkundung technologischer Entwicklungslinien und Potenziale," *Technologie-Roadmapping*, pp. 165–188, 2005.

[19] M. Q. Patton, *Qualitative Evaluation and Research Methods*, 3rd ed. Newburk Park: Sage Publications, 2002.

[20] R. C. Nickerson and J. Muntermann, "Taxonomy Development in Information Systems : A Literature Survey and Problem Statement Taxonomy Development in Information Systems : A Literature Survey and Problem Statement," in *AMCIS 2010 Proceedings*, 2010, p. Paper 125.

[21] R. C. Nickerson, J. Muntermann, and H. Isaac, "The emergence of a new form of IS offshore enterprise - The modern heterarchy," in *ECIS 2009 Proceedings*, 2009, p. Paper 143.

[22] N. Sheridan-Smith, T. O'Neill, J. Leaney, and M. Hunter, "A Policy-based Service Definition Language for Service Management," *2006 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium NOMS 2006*, pp. 282–293, 2006.

[23] T. Duchrow, M. Schroer, B. Griesbach, S. Kasperski, F. M. G. Bermpohl, S. Kramer, and F. Kirchner, “Towards electric mobility data mining,” in *Electric Vehicle Conference (IEVC), 2012 IEEE International*, 2012, pp. 1–6.

[24] L. Hanhua, W. Yashi, M. Lijuan, and H. Zhenqi, “OSS/BSS Framework Based on NGOSS,” *2009 International Forum on Computer Science-Technology and Applications*, pp. 466–471, 2009.

[25] G. K. Behara, P. Mahajani, and P. Palli, “Telecom Reference Architecture , Part 2,” *BPTrends*, no. September, pp. 1–15, 2010.

[26] ETSI Group, “User interoperability criteria,” *ETSI EG 202 308 - V1.2.1*, vol. 1, pp. 1–39, 2005.

[27] D. Matheson, C. Jing, and F. Monforte, “Meter Data Management for the Electricity Market,” in *International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems, Iowa State University, Ames, Iowa*, 2004, pp. 118–122.

Aufgabengebiete und Entwicklungspotenziale von Energiemanagementsystemen

Alexandra Herzog

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,
E-Mail: herzog@wifa.uni-leipzig.de

Christian Hrach

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,
E-Mail: hrach@wifa.uni-leipzig.de

Nadja Schubert

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,
E-Mail: schubert@wifa.uni-leipzig.de

Rainer Alt

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,
E-Mail: rainer.alt@uni-leipzig.de

Abstract

Im Kontext der aktuellen Energiepolitik erlangt das Energiemanagement eine stärkere Bedeutung in Unternehmen. Obgleich jedoch zur Koordination und Überwachung energetischer Abläufe zahlreiche Energiemanagementsysteme existieren, decken diese die Aufgabenbereiche des betrieblichen Energiemanagements nur partiell ab. Der Beitrag leitet zunächst anhand der Literatur systematisch Aufgabenbereiche des betrieblichen Energiemanagements her und schlägt auf Basis einer Untersuchung bestehender Energiemanagementsysteme (EMS) eine umfassende EMS-Architektur vor. Ein Anwendungsfall aus der Wohnungswirtschaft zeigt die zusätzlichen Funktionen künftiger EMS.

1 Einleitung

Mit dem Energiekonzept (2010) sowie den dafür geschaffenen Reformen (2011) legte die Bundesregierung einen Grundbaustein für die zukünftige Energieversorgung in Deutschland [4]. Dieses Konzept und die damit verbundenen rechtlichen und organisatorischen Anpassungen der Rahmenbedingungen im Energiesektor haben auch Auswirkungen auf Unternehmen. So ist es für diese u.a. entscheidend, bei steigenden Energiepreisen die Wettbewerbsfähigkeit sicherzustellen. Vor allem energieintensive Industriebetriebe haben ihren Gesamtenergieverbrauch bei gleichzeitig gestiegener Produktion verringert [22]. Ein jüngstes Beispiel für eine nachhaltige Produktion ist die vollständig auf Windenergie beruhende Herstellung des Elektrofahrzeugs i3 von BMW in Leipzig [14]. Dennoch sehen sich die Unternehmen weiterhin dem Spannungsfeld ausgesetzt, eine sichere und bezahlbare Energieversorgung zu etablieren [22]. Um diesen Konflikt zu begegnen, ist eine kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz erforderlich. Das Energiemanagement (EM) gilt als geeignetes Mittel zur Erhöhung der Energieeffizienz in Unternehmen bzw. zur Reduktion der Belastung durch Energiekosten. Zur Identifizierung dieser Potenziale und zur Umsetzung von energetischen Verbesserungsmaßnahmen setzen Unternehmen bereits heute sog. Energiemanagementsysteme (EMS) ein [7]. Untersuchungen zur Thematik Energieeffizienz ergaben bereits im Jahr 2009, dass eine Optimierung der Prozesse zu einem nachhaltigen Kostenvorteil für Unternehmen führt. Schätzungen zufolge kann alleine das Erschließen dieser Energiepotenziale zu einer jährlichen Kostensenkung ab 2020 von bis zu 53 Mrd. EUR führen, was wiederum einen Beitrag zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit eines Wirtschaftsstandorts leistet [11].

Dieses Paper stellt zunächst die Spezifika von EMS vor, ordnet diese anhand des Business Engineering Modells [10] in eine ganzheitliche Betrachtung ein und ermittelt auf Basis einer Literaturrecherche die primären EM-Aufgabengebiete. Kapitel 3 stellt die Ergebnisse einer Analyse bestehender EMS auf Basis dieser Aufgabengebiete vor und zeigt, dass sich die betrachteten Anwendungssysteme (AS) lediglich auf Teilbereiche eines EM beschränken. Auf dieser Grundlage stellt Kapitel 4 eine mögliche funktionale Erweiterung und Architekturvarianten anhand der Wohnungswirtschaft vor. Eine Schlussbetrachtung mit einem kurzen Ausblick schließt den Beitrag ab.

Das Forschungsvorgehen richtet sich nach der Methode des Design Science Research [17]. Zunächst fanden eine Literaturrecherche sowie Interviews zu den fachlichen EM-Aufgaben statt, um auf dieser Basis die Aufgabenbereiche zur Untersuchung der funktionalen Abdeckung bestehender EMS abzuleiten. Mittels der Literatur- und Internetrecherche konnten AS identifiziert werden, welche die bisher in den betrachteten EMS nicht unterstützten EM-Aufgabengebiete adressieren. Deren Funktionalitäten bilden die Grundlage für die Beschreibung von EMS-Funktionen, die der vorliegende Beitrag beispielhaft für die Wohnungswirtschaft darstellt.

2 Grundlagen des Energiemanagements

Für das Energiemanagement liefert der Managementbegriff erste Anhaltspunkte. Dieser umfasst im Allgemeinen das „Gestalten, Lenken (Steuern) und Weiterentwickeln zweckorientierter soziotechnischer Organisationen“ [21]. Für den Bereich Energie bezeichnet EM somit das Entwickeln von Maßnahmen und deren Umsetzung, um einen minimalen Energieeinsatz für die geforderte Leistung im Unternehmen sicherzustellen. Es erfolgt ein Eingriff in organisatorische sowie technische Unternehmensabläufe, um unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten den betrieblichen Energieverbrauch zu senken und dadurch die Energieeffizienz mit Blick auf einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil kontinuierlich zu verbessern [13].

2.1 Energiemanagement und Energiemanagementsystem

Für den Begriff des EMS finden sich abweichende Definitionen. So bezeichnet EMS meist Software- bzw. Hardwarekomponenten, obgleich die internationale Norm DIN EN ISO 50001 darunter einen ganzheitlichen Energieoptimierungsprozess mit Wirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit versteht [20]. Im Folgenden soll ein EMS einen ganzheitlichen Ansatz bezeichnen, der wirtschaftliche und technische Kriterien gemeinsam betrachtet [8]. Dabei gelten die Verringerung der Energiekosten, eine verbesserte Position im Wettbewerb, die erhöhte Transparenz und Kontrolle des Energieverbrauchs sowie eine verbesserte Nachhaltigkeitsbilanz als wichtige Gründe für die betriebliche EMS-Einführung. Vor allem für energieintensive Unternehmen ist diese Einführung von Bedeutung, da diese dort offenbar mit einem hohen Kosteneinsparungspotenzial verbunden ist [13].

Neben dem Begriff des EMS findet sich in Literatur und Praxis der Begriff Energiecontrollingsystem (ECS) [20]. Für ein unternehmensweites EM ist Energiecontrolling ein wesentlicher EMS-Bestandteil, da zur Optimierung des Energieverbrauchs die kontinuierliche Überwachung und Optimierung von Prozessen erforderlich ist. Dabei bezeichnet Energiecontrolling die Ausrichtung auf die energetischen Unternehmensziele durch Koordination von Planung und Informationsversorgung mittels Kennzahlen im gesamten EMS unter Sicherstellung der Rationalität [9]. Bei der Recherche nach EMS als Informations- bzw. Anwendungssystem fällt auf, dass die Softwareanbieter ihre Systeme meist unter dem Schlagwort ECS positionieren und darunter ein AS verstehen, welches die energierelevanten Aspekte eines Unternehmens abbildet. Für den Bereich des EM (insbesondere den Themenbereich Energieeffizienz) sind dies jedoch keine neu entwickelten IT-Softwareprodukte, sondern sie bauen auf bestehenden Systemen unterschiedlicher Einsatzorte auf [9]. Zur Einordnung und Abgrenzung der Begriffe, dient im Folgenden das Business Engineering Modell [10].

2.2 Energiemanagement im Business Engineering Modell

Das Business Engineering (BE) Modell unterscheidet zur Gestaltung betrieblicher AS die drei Gestaltungsebenen Strategie, (Geschäfts-)Prozess und Informationssystem [10]. Im Rahmen der Strategie erfolgt die Positionierung des Unternehmens am Markt sowie die Bestimmung der Form der Leistungserbringung [10]. Für das EM umfasst dies insbesondere die Betrachtung der Energiepolitik eines Unternehmens im Kontext der gesamten Energiewirtschaft sowie der Wertschöpfungskette. Die Energiepolitik und die Positionierung des Unternehmens in der Wertschöpfungskette wiederum beeinflussen die energierelevanten Prozesse des betrieblichen EM [18] und besitzen Verbindungen zur DIN EN ISO 50001 [13].

Die internationale Norm DIN EN ISO 50001 beschreibt Maßnahmen für den Aufbau eines betrieblichen EM und enthält dazu sowohl aufbau- als auch ablauforganisatorische Empfehlungen wie sie die Prozessebene des BE enthält [10]. Im Mittelpunkt steht der PDCA-Zyklus, der (dem allgemeinen Managementbegriff folgend) die Festlegung von Energiezielen (Plan), deren schrittweise Durchführung (Do), das Messen und Überwachen der Einhaltung der Energieziele (Check) sowie die Überprüfung durch ein Management Review und die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen (Act) umfasst. Letztere bilden wiederum die Basis zur Festlegung neuer Energieziele, welche den gleichen Zyklus durchlaufen. Weitere Elemente der Norm sind die Dokumentation, Überwachung, Visualisierung, Information und Organisation [13].

Das Informationssystem unterstützt die Aufgaben eines Prozesses mit geeigneten informationstechnischen Hard- und Softwaresystemen [10]. Im EM übernehmen EMS die

informationstechnische Unterstützung der Aufgaben des PDCA-Zyklus. Zahlreiche Standardsoftware-Systeme haben sich als EMS etabliert, welche das nachfolgende Kapitel auszugsweise untersucht.

3 Aufgabengebiete und Informationssysteme von EMS

Mittels des BE-Modells lassen sich Anforderungen an ein EMS ableiten, die zu einer systematischen Beurteilung des Leistungsspektrums verfügbarer EMS dienen. Sowohl auf Strategie- als auch auf Prozessebene bestehen funktionale Anforderungen, die auf ein Defizit heutiger EMS hinweisen.

3.1 Zusammenspiel der Akteure im Energiemarkt

Mit der Liberalisierung des Energiemarkts in Deutschland veränderte sich die Wertschöpfungskette von der Energieerzeugung bis zum Energieverbrauch. Neue Marktrollen entstanden und müssen nun zur Versorgung des Endverbrauchers zusammenwirken (s. Abbildung 1) [26].

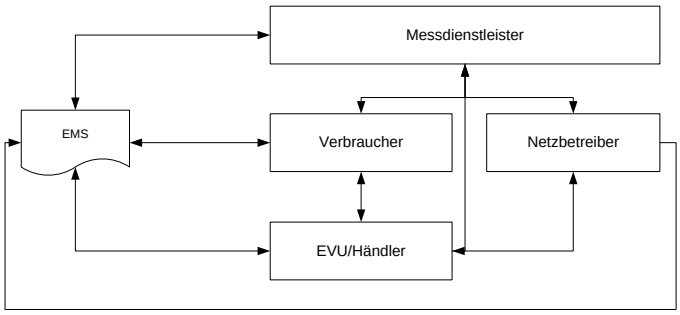


Abbildung 1: Zusammenspiel der Akteure

Neben den Netzbetreibern, deren Hauptaufgabe die Sicherstellung der Stabilität der Netze und Energielieferung darstellt [26], wurde die Rolle der Messdienstleister etabliert. Beide Akteure liefern für die unterschiedlichen Energiearten wie Strom, Gas und Wärme die für ein EM notwendigen Daten. Verbraucher sind neben den Privatpersonen die Unternehmen (wie bspw. Filialisten, Wohnungswirtschaft oder die Industrie). Ein weiterer Akteur sind die Energieversorgungsunternehmen (EVU), welche die zentrale Rolle im Zusammenspiel der Akteure einnehmen. Im Zuge der Liberalisierung können aber auch Händler direkt mit dem Verbraucher eine Vertragsbeziehung aufbauen [26]. Aufgrund der beteiligten Akteure muss ein EMS komplexe Strukturen abbilden können. Für EVUs ergeben sich aus diesem Zusammenspiel die Aufgaben, den entsprechenden Endverbrauchern alle Daten für das EM zur Verfügung zu stellen. Das bedeutet, dass ein EMS mandantenfähig sein muss, damit es den unterschiedlichen Kundengruppen als Kontroll- und Auswertungswerkzeug dienen kann. Weiterhin soll ein EMS in beliebige Kundenportale integrierbar sein [20].

3.2 Aufgabengebiete eines EMS

Die Entwicklung der Aufgabengebiete ging zunächst von Unternehmensprozessen aus, auf welche das Thema Energie Einfluss nimmt. Dabei wird zwischen der internen Wertschöpfung[1] und dem

[1] Ausführungsaufgaben entlang der innerbetrieblichen Wertschöpfungskette [18]

generellen betrieblichen EM[2] unterschieden [18]. In Anlehnung an diese aufgeführten betrieblichen Prozesse wurden im Forschungsprojekt die ersten Aufgabengebiete erarbeitet.

Das Aufgabengebiet *Beschaffung* umfasst sämtliche Aktivitäten, die den Bezug bzw. Einkauf von Energie beinhalten, d. h. Lieferantenselektion und Preisverhandlungen [18]. Die Prozesse Kundenakquise und Betreuung sowie die Preis- und Vertragsgestaltung sind grundlegende Aufgabenbereiche des *Energieverkaufs*. Die Bereiche *Energienutzung* und *Energieproduktion* unterstützen Unternehmensprozesse, welche die Energienutzung, -verteilung und -abgabe beinhalten. Das sind vor allem die Nutzung von Energie im Betrieb (Prozesssteuerung) und Instandhaltung. Die *Planung* ist ein weiterer Prozess im Rahmen des betrieblichen EM. Dazu zählen die Bedarfs- und Einsatzplanung sowie energetische Betriebs- und Umfeldanalysen. Das Themenfeld Prognose ist der *Planung* zuzuordnen [18]. Eine besondere Aufgabe eines EMS ist der Bereich *Personal*, der auch Bestandteil der DIN EN ISO 50001 ist. Vorrangig sollen Unternehmen ihre Mitarbeiter im Bereich Energieeffizienz schulen, Anreizsysteme schaffen und erforderliche Energiekompetenzniveaus festlegen [18] [13]. Eine weitere Aufgabe bildet die Erstellung energierelevanter Stellenbeschreibungen.

Das Festlegen von Frühwarnindikatoren, die Kontrolle von festgelegten Prämissen sowie die Analyse von Abweichungen und Korrekturbedarfen sind die grundlegenden Bestandteile des energetischen *Controllings* [18]. Ein weiteres Aufgabengebiet ist die energetische *Steuerung*. Der wichtigste Prozess ist hier die Erstellung und Pflege von Energiekennzahlensystemen [18]. Energiekennzahlen oder auch Energieleistungskennzahlen (Energy Performance Indicators (EnPIs)) werden vom Unternehmen definiert und sind quantitative Werte für energiebezogene Leistungen. Ein Beispiel für eine EnPI ist die branchenspezifische Energiekennzahl, welche Energiekosten (kWh) zum Umsatz (TEUR) in Beziehung setzt [13]. Weitere Aspekte im Rahmen dieses Aufgabengebiets sind die Einbindung der Energiethematik in Balanced Scorecards und in die Budgetierung sowie das Festlegen interner Verrechnungssätze. Ein weiterer Aufgabenbereich liegt in der *Energieinformation*, die das Erstellen von Energieberichten sowie das Festlegen einer Energiereportingstruktur umfasst. Das Aufgabengebiet der *Organisation* besteht aus der Festlegung der Aufbauorganisation, Gestaltung relevanter Prozessabläufe, der Aufstellung von Energieausschüssen und der Nachverfolgung von Effizienzmaßnahmen [18]. Weiterhin ist die Erarbeitung eines Messstellenkonzepts diesem zuzuordnen.

Zusätzlich beschreibt die Norm DIN EN ISO 50001 weitere Aufgaben eines EMS wie Ermittlung, Analyse und Auswertung von Energiedaten (Nutzung betrieblicher Energiekennzahlen), Dokumentation und Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen sowie eine Auditüberwachung [13]. Als wichtiger Bestandteil der genannten Prozessanforderungen ergibt sich die Dokumentation als ein weiterer Aufgabenbereich für das betriebliche EM. Laut der Norm ist es erforderlich, Aktionspläne und Maßnahmen vollständig zu dokumentieren, gesetzliche Vorschriften einzubeziehen, deren Einhaltung zu kontrollieren und für das Unternehmen zu bewerten. Ein weiterer Punkt ist die Überwachung der internen und externen Audits. Diese Prozesse können durch ein geeignetes Dokumentenmanagement unterstützt werden.

3.3 Analyse bestehender EMS

Einer der Wachstumsmärkte für Softwareanbieter ist das EM. Durch Weiterentwicklung der bestehenden Lösungen lassen sich neue Marktpotenziale erschließen. Ein zentraler Aspekt hierbei ist

[2] Managementaufgaben des betrieblichen Managements auf strategischer und operativer Ebene im Rahmen der betrieblichen Energiewirtschaft [18]

die Integration von der Verbrauchserfassung der Maschinen bis hin zur Einbindung bestehender ERP-Lösungen. Einige Anbieter unterstützen diese Integration bereits teilweise [11]. Aber auch für Unternehmen steigt infolge gesetzlicher Regelungen, branchenspezifischer Auflagen oder beabsichtigter positiver Imageeffekte [9] der Bedarf an einer integrierten IT-Unterstützung im betrieblichen EM. Jedoch ist der unternehmensweite Aufbau eines EM oftmals mit IT-Investitionen verbunden, z. B. zum Aufbau einer geeigneten IT-Infrastruktur, die bspw. Messsysteme, Systeme für die Leittechnik zur Steuerung von Maschinen sowie ERP-Systeme einbindet [9].

Die nachfolgende Analyse bestehender EMS basiert einerseits auf einer EMS-Marktstudie mit gegenwärtig 65 Systemen [16] und andererseits auf öffentlich zugänglichen Produktbeschreibungen der jeweiligen Herstellerwebseiten. Auf Grundlage der Einordnung von EMS in das BE-Modell sind EMS betrachtet, die in der EMS-Marktstudie [16] enthalten sind und entweder eine DIN EN ISO-Zertifizierung vorweisen oder eine entsprechende Zertifizierung unterstützen. Insgesamt entsprachen 12 EMS dem Kriterium DIN EN ISO 50001, wobei 8 davon im EMS-Marktspiegel gelistet sind. Die Kriterien für die Untersuchung liegen dabei in der Erfüllung der IT-Umsetzung der in Kapitel 3.2 vorgestellten Aufgabengebiete. Aufgrund des unterschiedlichen Detaillierungsgrads der Informationen wurde sich aktuell bei der Ermittlung des Ergebnisses auf vorhanden (●) oder nicht vorhanden (○) beschränkt (s. Tabelle 1).

	Econ	EnerGo+	EIQ	Interwatt	Dezem	É.VISOR	EPOS	SAUTER EMS
Beschaffung	○	○	○	○	○	○	○	○
Energieverkauf	○	○	○	○	○	○	○	○
Energienutzung	○	○	○	○	○	○	○	○
Energieproduktion	○	○	○	○	○	○	○	○
Planung	○	○	●	●	●	○	●	○
Personal	○	○	○	○	○	○	○	○
Controlling	●	●	●	●	●	●	●	●
Steuerung	●	●	●	●	●	●	●	●
Information	●	○	●	●	●	●	●	●
Organisation	○	○	○	○	○	○	○	○
Dokumentation	○	○	○	●	○	●	●	●

Tabelle 1: Softwareanalyse – Umsetzung Aufgabengebiete

Im zweiten Schritt erfolgte die Untersuchung auf technische Komponenten bzw. der Infrastruktur, da diese ebenfalls Anforderungen an ein EMS darstellen. Dies führte zu zwei weiteren Kriterien (s. Tabelle 2):

- Mandantenfähigkeit bzw. Abbildbarkeit mehrerer getrennter Organisationen auf einem System,
- Schnittstellen bzw. Vorhandensein standardisierter Import- und Export-Schnittstellen.

	econ	EnerGo+	EIQ	Interwatt	Dezem	É.VISOR	epos	SAUTER EMS
Mandantenfähigkeit	○	●	●	●	●	●	●	●
Schnittstellen	●	●	●	●	●	●	●	●

Tabelle 2: Softwareanalyse - Technische Infrastruktur (Auszug)

Die Untersuchung zeigt, dass aktuell der Fokus der EMS im Bereich Controlling, Steuerung und Information liegt. Teilweise werden bereits Planungs- und Dokumentationsprozesse unterstützt. Diese starke Fokussierung der genannten Aufgabengebiete bei der Umsetzung in den AS liegt daran, dass die Systeme laut Herstellerinformationen der Gruppe der ECS zuzuordnen sind. Auf Basis der für die Analyse verfügbaren Informationen zeigt sich, dass in den existierenden EMS die Visualisierung der Daten auf Basis von Zählpunkten erfolgt, nicht aber auf Basis von Prozessen. Eine IT gestützte Effizienzbetrachtung über die gesamten Prozesse erfolgt somit nicht. Um Auswirkungen von Effizienzmaßnahmen wie in der ISO-Norm gefordert planen zu können, wäre ein prozess- und szenariobasiertes betriebliches EM geeignet.

Bei Betrachtung der technischen Komponenten fällt auf, dass die Mehrheit der Systeme mandantenfähig ist und standardisierte Import- und Export-Schnittstellen bereitstellt. Der Erfüllungsgrad variiert hier jedoch stark [16]. Dies lässt vermuten, dass aufgrund der zählpunktbasierten Umsetzung und der Visualisierung einige Aufgabengebiete erfüllt werden können, wie bspw. die Energienutzung im laufenden Betrieb. Auch können organisatorische Prozesse wie die Abbildung der Aufbauorganisation über das Dokumentenmanagement abgebildet werden. Dennoch zeigt sich, dass die bestehenden Systeme noch Defizite bezüglich eines ganzheitlichen Ansatzes und eines vollumfänglichen EMS besitzen.

4 Anforderungen an die Architektur eines EMS

Anhand der identifizierten Defizite stellt das nachfolgende Kapitel eine EMS-Architektur vor, welche die Grundlage eines umfassenden EMS liefert. Kapitel 4.1 skizziert dazu den aktuellen Stand des Forschungsprojekts EESYS[3] zur Entwicklung eines EMS-Prototypen. Daran schließt sich die Betrachtung funktionaler Entwicklungspotenziale eines zukünftigen EMS am Beispiel der Wohnungswirtschaft (Kapitel 4.2) und eine Diskussion von alternativen AS-Architekturen (Kapitel 4.3) an.

4.1 Projektarbeit und Anwendungsvorstellung

Im Forschungsprojekt mit einem Praxispartner und Fallstudienunternehmen entsteht ein integrierter EMS-Prototyp. Dieser baut auf einer modularen und webbasierten Portallösung für die Datenanalyse auf und enthält die Möglichkeit zur Mandantentrennung. Zur Zielgruppe des Prototypen zählen u.a. Messdienstleister und Stadtwerke, welche mit dem EMS ihren Kunden (u.a. Wohnungsbaugesellschaften) EM-Funktionalitäten zur Verfügung stellen können. Die Wohnungswirtschaft ist aus zweierlei Gründen ein geeignetes Einsatzgebiet für ein EMS. Zum einen ist der Energieverbrauch (Heizung/Warmwasser) mit 35% der insgesamt in Deutschland verbrauchten Endenergie hoch [6], wobei etwa 9 Mio. Wohnungen durch professionell gewerbliche Anbieter als potentielle Endnutzer eines EMS für die Wohnungswirtschaft vermietet sind [27]. Zum anderen ist die IT-Unterstützung für die Prozesse in der Wohnungswirtschaft vielfach unzureichend durch manuelle Abläufe, mehrfache Datenbestände und verteilte AS geprägt [5].

4.2 Funktionale Entwicklungspotenziale eines EMS am Beispiel der Wohnungswirtschaft

Nachfolgend werden die in den bestehenden EMS nur unzureichend adressierten Funktionsbausteine eines betrieblichen EMS geordnet nach den identifizierten Aufgabengebieten am Beispiel der Wohnungswirtschaft vorgestellt.

[3] Förderung durch die Europäische Union (EFRE) und den Freistaat Sachsen

4.2.1 Beschaffung

Die energetische Beschaffung ist als Einkauf aus externen Quellen organisiert. Die von Energiehändlern eingesetzten Energiehandelssysteme sind für eine computergestützte Umsetzung des Ein- und Verkaufs ausgelegt und bieten durch ihren allgemeinen strukturellen Aufbau [1] Anhaltspunkte für notwendige IT-Funktionalitäten im Bereich der Energiebeschaffung (s. Tabelle 3).

IT-Funktionen	Verwendung im Energiemanagement	Beispiel Wohnungswirtschaft
Lieferanten-verwaltung	Speicherung von Stammdaten der Energielieferanten (Energieerzeuger/-händler)	Ablage von Kontaktinformationen zu den Ansprechpartnern
Tarif-informationen	Verfügbarkeit von Tarifinformationen der Energielieferanten und Energiebörsenpreisen	Information über aktuelle Energiebörsenpreise, um zeitnah Energie einzukaufen
Lieferverträge	Ablage von Energiebeschaffungsverträgen und Speicherung der Vertragskonditionen	Vergleich aktueller Vertragskonditionen mit zurückliegenden Verträgen
Energiebeschaf-fungsprognose	Verfügbarkeit der Bedarfsplanung (aus Aufgabengebiet *Planung*) zur Vorhersage der zu beschaffenden Energiemenge und der zu erwartenden Kosten	Vergleich von mengenmäßigen Fernwärmebeschaffungsbedarfsprognosen bei verschiedenen zukünftigen Graden der Wohnraumauslastung

Tabelle 3: IT-Funktionen in der Beschaffung

4.2.2 Energieproduktion

Bei steigenden Energiepreisen gewinnt die Eigenerzeugung und -nutzung von Energie zunehmend an Bedeutung. Im betrieblichen Umfeld sind im Bereich Strom und Wärme neben erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen (Photovoltaik-, Solarthermie- oder Windkraftanlagen) auch Heizungsanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) im Einsatz. Um die technische Betriebsführung dieser Energieerzeugungsanlagen zu begleiten existieren AS zur Steuerung und Überwachung [3], von deren IT-Funktionen [23] ein EMS die folgenden abbilden sollte (s. Tabelle 4).

IT-Funktionen	Verwendung im Energiemanagement	Beispiele Wohnungswirtschaft
Objektstamm-daten-verwaltung	Ablage der Stammdaten von Energieerzeugungsanlagen	KWK-Heizungsanlage (Art des Motors, KWK-Klasse, Brennstoff)
Betriebs-datenhaltung	Zuordnung von Energieerzeugungsanalysen (Aufgabengebiet *Controlling*) zu den entsprechenden Anlagen	Zuordnung eines Stromerzeugungs-lastgangs zu einer KWK-Anlage
Instand-haltungs-management	Dokumentation geplanter und realisierter Inspektions- und Wartungsmaßnahmen und dazugehöriger energetischer Informationen	Überprüfung der Drehlager einer Windkraftanlage, Oberflächenreinigung bei Photovoltaikanlagen

Tabelle 4: IT-Funktionen in der Energieproduktion

4.2.3 Energieverkauf

Ungenutzte eigenerzeugte Energie wird von Unternehmen an Externe verkauft, z. B. im Bereich der Wohnungswirtschaft der durch KWK-Anlagen eigenerzeugte Strom an die eigenen Mieter. Diesen Verkauf unterstützen Energiehandelssysteme, wobei von den dort bereitgestellten Funktionen [1] folgende für den Energieverkauf im EMS relevant sind (s. Tabelle 5).

IT-Funktionen	Verwendung im Energiemanagement	Beispiele Wohnungswirtschaft
Kunden-verwaltung	Speicherung von Stammdaten der Energiekunden (z. B. Energieerzeuger/-händler, Mieter)	Ablage von Kontaktinformationen zu den Ansprechpartnern des aktuellen Energiehändlers
Einspeisetarifinformationen	Darstellung aktueller und zukünftiger Eispeisevergütungssätze	Vergleich der von verschiedenen Energiehändlern angebotenen Einspeisevergütungsätze für eine Klein-KWK-Anlage
Kundenverträge	Ablage von Energieverkaufsverträgen und Speicherung der Vertragskonditionen	Vergleich der Vertragskonditionen mehrerer strombeziehender Mieter
Energieüberschuss-prognosen	Verfügbarkeit von Energieüberschussprognosen (Aufgabengebiet *Planung*) zur Vorhersage der zu verkaufenden Energiemenge und der zu erwartenden Erlöse	Vergleich von mengenmäßigen Energieüberschussprognosen von Photovoltaikanlagen bei verschiedenen Wetterentwicklungen unter Berücksichtigung eines gleichbleibenden Energiebedarfs der Mieter

Tabelle 5: IT-Funktionen im Energieverkauf

4.2.4 Energienutzung

Bei der Energienutzung stehen die energieverbrauchenden Sachanlagen im Vordergrund. In der Wohnungswirtschaft sind dies vorwiegend Maschinen, Anlagen, Fahrzeuge und Gebäude. Zur Verwaltung und Steuerung dieser Sachanlagen sind jeweils spezialisierte IT-Anwendungen verfügbar: für Anlagen und Gebäude existieren Facility Management Systeme [15] und im Bereich Transportmittel bspw. AS für das Fuhrparkmanagement [28]. Trotz ihrer Heterogenität lassen sich diese unterschiedlichen Sachanlagen als energieverbrauchende Objekte zusammenfassen und mit den folgenden, aus dem Bereich Facility Management abgeleiteten [19] IT-Funktionalitäten in einem EMS verwalten (s. Tabelle 6).

IT-Funktionen	Verwendung im Energiemanagement	Beispiele Wohnungswirtschaft
Objektstamm-daten-verwaltung	Ablage der unter energetischen Gesichtspunkten relevanten Stammdaten von Sachanlageobjekten	Gebäudedaten (Anzahl/Größe der Wohnungen/Räume, Fensterfläche)
Betriebsdaten-haltung	Zuordnung energetisch relevanter Analyseergebnisse (Aufgabengebiet *Controlling*) zu den Sachanlageobjekten	Zuordnung des Jahreswarmwasserverbrauchs zu einem Gebäude
Instand-haltungs-management	Dokumentation geplanter und realisierter Inspektions- und Wartungsmaßnahmen und dazugehöriger energetischer Informationen	Überprüfung des Wirkungsgrades von Heizungsanlagen, Messung des Gebäudedämmwertes

Tabelle 6: IT-Funktionen in der Energienutzung

4.2.5 Personal

Die Mitwirkung der Mitarbeiter ist zur Erreichung energieeffizienter Prozesse von Bedeutung. Dabei stehen der Aufbau energetischen Knowhows und die Sensibilisierung für den effizienten Energieeinsatzes im Vordergrund. Personalinformationssysteme unterstützen die Prozesse des Personalmanagements, von deren IT-Funktionen [2] folgende für ein EMS relevant sind (S. Tabelle 7).

IT-Funktionen	Verwendung im Energiemanagement	Beispiele Wohnungswirtschaft
Energie-kompetenz-überwachung	Darstellung von Energiekompetenzniveaus der Mitarbeiter in einem Fähigkeiteninventar	Dokumentation der Kenntnisse des Heizungsverantwortlichen in Bezug auf effizientes Heizungsmanagement
Schulungs-management	Erstellung von Trainingsplänen sowie die Dokumentation von geplanten sowie realisierten energetischen Schulungen	Entwicklung und Dokumentation von Hausmeisterschulungen bzgl. effizientes Beleuchtungskonzept
Motivations management	Entwicklung betrieblicher Anreizsysteme und Verwaltung von Motivationsmaßnahmen	Belohnung für kraftstoffsparendes Fahren von Dienstwagen

Tabelle 7: IT-Funktionen im Aufgabengebiet Personal

4.2.6 Organisation

Die Abbildung aufbau- und ablauforganisatorischer Unternehmensstrukturen ist mit Hilfe von Business Process Management Systemen realisierbar, von dessen allgemein bereitgestellten IT-Funktionen [25] im Folgenden die für ein EMS relevanten dargestellt sind. Des Weiteren orientiert sich das Management von Effizienzmaßnahmen an dem in Facility Management Systemen verankerten Instandhaltungsmanagement [19] und die Messstellenverwaltung an AS zur Zählerfernauslese [12] (s. Tabelle 8).

IT-Funktionen	Verwendung im Energiemanagement	Beispiele Wohnungswirtschaft
Dokumentation der energetischen Aufbau-organisation	Beschreibung und organisatorische Einordnung energetischer Rollen und Gremien	Energiekoordinator für einen Wohnblock, Energieausschuss unter Beteiligung der Geschäftsleitung
Dokumentation der energetischen Ablauf-organisation	Modellierung energieverbrauchender Prozesse unter Berücksichtigung beteiligter Sachanlageobjekte (Aufgabengebiet *Energienutzung*) sowie Rollen/Mitarbeiter und Anreicherung der Modelle mit Energieverbrauchsdaten (Aufgabengebiet *Controlling*)	Detaillierung des Prozesses Warmwasserbereitung eines Gebäudes mit Annotation des verantwortlichen Heizungswarts, der beteiligten Heizungsanlage sowie deren Energieverbrauchswerten
Management von Effizienz-maßnahmen	Dokumentation geplanter und realisierter Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung als Erweiterung oder Austausch bestehende Sachanlageobjekte oder Änderung von Prozessen	Verstärkung der Fassadendämmung, Neuanschaffung Heizungsanlage, Veränderung der Heizintervalle
Messstellen verwaltung	Dokumentation bestehender Energiemesspunkte an energieverbrauchenden sowie -erzeugenden Sachanlageobjekten	Einzelmessung des Stromverbrauchs der Klimaanlage

Tabelle 8: IT-Funktionen in der Organisation

4.3 Alternative Anwendungssystemarchitekturansätze zur Umsetzung eines EMS

Im Rahmen des EESYS-Forschungsprojekts kam aufgrund des Integrationszusammenhangs ein portalbasierter Ansatz zum Einsatz. Einerseits sind auf der Datenbereitstellungsebene zahlreiche betriebliche AS mit ihren Informationen an das EMS anzubinden, und zum anderen erleichtert die Portalinfrastruktur auf der Nutzerebene die Verwendung des EMS für organisatorisch getrennte Mandanten. Die sukzessiv vorzunehmende funktionale Erweiterung dieses Prototypen steht im

Spannungsfeld zwischen den beiden Architekturansätzen der parallelen Verwendung mehrerer AS und der Verwendung eines zentralen AS [24]: Auf der einen Seite sollen die fachlichen Anforderungen des EM möglichst umfassend und vollständig in den IT-Funktionen des EMS abgebildet werden (das EMS als singuläre Informationsquelle für alle Fragen des EM). Auf der anderen Seite sind jedoch die in den bestehenden AS bereits enthaltenen Daten und Funktionen mit Berührungspunkten zu den Inhalten des EMS soweit wie möglich zu nutzen, um Daten- und Funktionsredundanzen zu vermeiden und eine tiefe Integration in die Anwendungsarchitektur zu erreichen. Am Beispiel der Objektstammdatenverwaltung im Aufgabengebiet *Energienutzung* bedeutet dies, dass Sachanlageobjekte (z. B. Heizungen) mit ihren Stammdaten bereits in regulären Facility Management Systemen abgebildet sind. Diese allgemeinen Daten sind über entsprechende Schnittstellen ins EMS zu importieren und dort um energierelevante Stammdaten (z. B. Energieeffizienzklasse) zu ergänzen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend vom Bedarf nach einem umfassenden EM-Konzept ordnet dieser Beitrag den Begriff EMS anhand des Business Engineering Modells ein. Zunächst hat ein EMS auf Basis der Energiepolitik alle energierelevanten Unternehmensprozesse zu adressieren und dabei die neuen Akteure im Markt einzubeziehen. Aus dieser Betrachtung und der DIN EN ISO 50001 lassen sich Aufgabengebiete ableiten, welche die fachliche Anforderungen an ein EMS bündeln. Eine Analyse bestehender EMS ergibt, dass diese Systeme nicht alle identifizierten Aufgabengebiete berücksichtigen, sondern stark dem Controlling angegliedert sind, auf Zählpunktebene arbeiten und damit keine übergreifende Prozesssicht ermöglichen. Um diesem Defizit zu begegnen benötigen EMS zukünftig auch Funktionalitäten, die typischerweise andere AS (z. B. Facility Management Systeme) abdecken. Der innerhalb des Forschungsprojekts verfolgte portalbasierte Architekturansatz orientiert sich an diesen Integrationsanforderungen. Zur Validierung der prototypischen Umsetzung und damit der entwickelten Architektur erfolgt im Forschungsprojekt ein Praxistext. Im Verlauf der weiteren Forschung ist auch zu klären, ob für die speziellen Gegebenheiten eines EMS andere Architekturansätze zu berücksichtigen sind, wie eine vollständige Integration der mit EM in Verbindung stehenden Funktionen und die damit verbundene (partielle) Ablösung der bestehenden betrieblichen AS-Architektur. Bei der Beantwortung dieser Forschungsfrage ist auch die Komplexität eines angestrebten EMS von Bedeutung, denn das Herstellen von Transparenz über energetische Informationen und Prozesse stellt geringere Anforderungen an ein EMS als eine zusätzliche Steuerung operativer Systeme (z. B. im Rahmen von Produktionsplanungs- und Steuerungsprozessen).

Weiterhin sind die erforderlichen Schnittstellen zu betrachten. Aufgrund des portalbasierten Ansatzes werden Daten aus Vorsystemen benötigt, die sich in die EMS Architektur integrieren lassen müssen. Die bisherige EMS-Analyse zeigt, dass unterschiedliche Ausprägungsstufen von Schnittstellen existieren. Es ist zu klären, welche Schnittstellen für ein EMS relevant sind und ob diese standardisiert bereitgestellt werden können, um ein geeignetes Zusammenspiel der Komponenten eines EMS sicherzustellen.

6 Literatur

[1] Aarden, D; Behrens, O; Diehl, M; Dillwitz, H; Droste, S; Filusch, T; Frische, F; Klinker, W; Plüster, J; Räder, D; Witt, T (2006): EIS - Implementierung eines Energie-Informationssystems. Projektbericht, Department für Informatik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

[2] Aggarwal, N; Kapoor, M (2012): Human Resource Information Systems (HRIS) - Its role and importance in Business Competitiveness. Gian Jyoti E-Journal 2(1).

[3] Appelrath, HJ (2012): Anwendungssysteme für Energieversorgungsunternehmen. http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/Sektorspezifische-Anwendungssysteme/Energieversorgungsunternehmen--Anwendugssysteme-fur. Abgerufen am 12.09.2013.

[4] Capota, M; Salzer, J (2012): Erneuerbare Energien - Motor der Energiewende. Bericht, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

[5] Erlinghagen, J (2010): Wohnungswirtschaft optimiert veraltete Prozesslandschaften. Die Wohnungswirtschaft 10/2010:56–57.

[6] Hillebrand, G; Krauß, N; Schulz, C (2012): Energetische Sanierung von Wohngebäuden. Working Paper, Abteilung Stadtökonomik IWH Halle.

[7] Kahlenborn, W; Kabisch, S; Klein, J; Richter I; Schürmann, S (2012): Energiemanagementsysteme in der Praxis. Bericht, BMU/UBA.

[8] Luhmann, T; Meister, J; Wulff, C (2007): Serviceorientierte Produktplattform für das Energiemanagementsystem der Zukunft. Wirtschaftsinformatik 49(5):343–351.

[9] *Niggemann, S; (2010): Nachhaltigkeit durch Energiecontrolling.* In: Fähnrich, KP; Franczyk, B (Hrsg): *GI Jahrestagung 2010 - Band 2,* Leipzig.

[10] Österle, H; Blessing, D (2005): *Ansätze des Business Engineering*. *HMD* 42(*241*):7–17.

[11] o.V. (2009): Wettbewerbsfaktor Energie. Bericht, McKinsey Deutschland.

[12] o.V. (2009): Zählerfernauslesung Paul. http://www.device.de/index.php/paul.html. Abgerufen am 17.09.2013.

[13] o.V. (2012): Die DIN EN ISO 50001. Norm, TÜV Media GmbH.

[14] o.V. (2013): BMW i3 - Windräder liefern Strom zur Elektroauto-Produktion. Stromtipp.de. http://www.stromtip.de/News/28907/BMW-i3-Windraeder-liefern-Strom-zur-Elektroauto-Produktion.html. Abgerufen am 20.08.2013.

[15] o.V. (2013): Facility Management Software nach dem Baukastenprinzip - eTASK.FM-Portal. http://www.etask.de/facility-management-software.aspx. Abgerufen am 12.09.2013.

[16] o.V. (2013): Marktspiegel Energiemanagement-Software. http://www.energieagentur.nrw.de/tools/emsmarktspiegel/. Abgerufen am 20.09.2013.

[17] Hevner, Alan R; March, Salvatore T.; Park, Jinsoo; Ram, Sudha (2004): Design Science In Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1):75–105.

[18] Posch, W (2011): Ganzheitliches Energiemanagement für Industriebetriebe. Gabler, Wiesbaden.

[19] Preuß, N; Schöne, LB (2006): Real Estate und Facility Management. 2. Auflage, Springer.

[20] Reese, K (2013): Energiemanagement-Software für EVU. Energy 2.0 Kompendium 2013:80–82.

[21] Rüegg-Stürm, J (2004): Das neue St. Galler Management-Modell. In: Dubs, R; Euler, D; Rüegg-Stürm, J; Wyss, C (Hrsg.), *Einführung in die Managementlehre - Band 1*. Haupt, Bern.

[22] Ryssel, T; Schulz, J; Worm, R (2009): Energieeffizienz – die intelligente Energiequelle. Bericht, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

[23] Schmidt, J; van Hoof, A (2013): Architektur einer Service Plattform zur Unterstützung des Betriebs erneuerbarer Energieanlagen. In: Alt, R; Franczyk, B (Hrsg), *Proceedings of the 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Leipzig.

[24] Schubert, P; Legner, C (2011): B2B integration in global supply chains: An identification of technical integration scenarios. Journal of Strategic Information Systems 20(3):250-267.

[25] Spath, D; Weisbecker, A (Hrsg) (2008): Business Process Management Tools 2008. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart.

[26] Winkels, L; Schmedes, T; Appelrath, HJ (2007): Dezentrale Energiemanagementsysteme. Wirtschaftsinformatik 49(5):386–390.

[27] Wirtz, M (2010): Die Marktbedeutung der Wohnungswirtschaft. Beitrag zum Informationsforum Wohnungswirtschaft 2010.

[28] Zieringer, P (2010): Innovative Problemlösungen für das Fuhrparkmanagement. In: Stenner, F (Hrsg), *Handbuch Automobilbanken*. Springer, Heidelberg.

Simulating consumer choice of innovative business models for electric mobility (Abstract Only)

Christoph Weskamp

University of Paderborn, Decision Support & Operations Research Lab, Warburger Str.100, 33098 Paderborn, E-Mail: weskamp@dsor.de

Thomas John

University of Paderborn, Cooperative Computing & Communication Laboratory, Fürstenallee 11, 33102 Paderborn, E-Mail: thomas.john@c-lab.de

Leena Suhl

University of Paderborn, Decision Support & Operations Research Lab, Warburger Str.100, 33098 Paderborn, E-Mail: suhl@dsor.de

Dennis Kundisch

University of Paderborn, Chair of Information Management & E-Finance, Warburger Str.100, 33098 Paderborn, E-Mail: dennis.kundisch@wiwi.uni-paderborn.de

Abstract

Innovative business models are seen as a key enabler of electric vehicles (EVs). Despite the importance attributed to innovative business models, current studies of EV diffusion solely focus on the traditional business model of car purchase. Furthermore, the applied forecasting methods such as Total Cost of Ownership (TCO), diffusion theory and discrete choice theory are ill-equipped for evaluating innovative business models, because the underlying choice paradigm is inappropriate (TCO) or data needs can hardly be satisfied (diffusion and discrete choice theory). Therefore, we propose an evaluation method based on a functional relation between consumers' driving profiles and the attributes of a business model. With this method we hope to improve the precision of diffusion forecasts for EVs and thereby lay the ground for more sophisticated decision support for stakeholders in the domain of electric mobility.

Selbstregulierende Verbraucher im Smart Grid: Design einer Infrastruktur mit Hilfe eines Multi-Agenten-Systems

Dennis Behrens

Stiftung Universität Hildesheim, Institut für Betriebswirtschaft und Wirtschaftsinformatik, 31141 Hildesheim, E-Mail: dennis.behrens@uni-hildesheim.de

Carola Gerwig

Stiftung Universität Hildesheim, Institut für Betriebswirtschaft und Wirtschaftsinformatik, 31141 Hildesheim, E Mail: gerwig@uni-hildesheim.de

Abstract

Eine zentrale Herausforderung für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende ist die dynamische Anpassung des Energieverbrauchs an die Energieerzeugung über erneuerbare Energien. Durch moderne Smart-Home-Wohnungen und die intelligente Steuerung von zeitlich flexiblen Lasten (z.B. der Ladung von E-Mobilen) kann diese Anpassung erfolgen. In diesem Paper wird eine konzeptionelle Infrastruktur für selbstregulierende Versorger auf Basis von Multi-Agenten-Systemen ausgeführt. Die Konzeption sieht ein modulares und skalierbares Modell vor, das einfach erweitert werden kann, um sowohl größeren als auch kleineren Grids gerecht zu werden. Hierbei wird insbesondere die Kommunikationsstruktur entwickelt und das Optimierungsproblem für Demand Side Management allgemein formuliert, das die volatile Stromerzeugung von erneuerbaren Energien berücksichtigt sowie mögliche Lösungsmethoden der einzelnen Zwischenschritte aufgezeigt.

1 Einleitung

Die einsetzende Energiewende stellt neue Herausforderungen an das Stromnetz. Eine grundlegende Veränderung ist die steigende Anzahl an verteilten und zudem volatilen Erzeugern, wie z.B. Photovoltaikanlagen (PV) oder Windanlagen.

Um dieser Problemstellung Rechnung zu tragen, bedarf es einer Abstimmung der Verbraucher, Erzeuger und Speicher. Dabei werden Methoden zur Anpassung des Bedarfs an die Netzausauslastung als Demand Side Management (DSM) bezeichnet, die in Deutschland bereits durch gesetzliche Rahmenbedingungen gestützt werden. So sieht das Energiewirtschaftsgesetz (§ 21 b Abs.3a, § 14a und § 40 Abs. 5 EnWG) vor, dass bei Neubauten und größeren Renovierungen Smart Meter installiert werden, dass Netzbetreiber verpflichtet sind, soweit möglich, variable Tarife anzubieten und für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen ein reduziertes Netzentgelt zu berechnen. Allerdings führen variable Stromtarife nach einer Studie des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung (vgl. [6]) nur zu geringen positiven Effekten und werden von den Verbrauchern mehrheitlich abgelehnt. Nur in der Kombination mit programmierbaren Haushaltsgeräten, die auf Signale aus dem Netz reagieren, erscheint ein intelligentes Lastenmanagement auf Wohnungsebene umsetzbar. Darüber hinaus gewinnen automatisierte, dezentrale Methoden für DSM durch die wachsende Zahl von Elektromobilen (vgl. [19]) an Bedeutung.

Wie ein Informationssystem mit selbstregulierenden Verbrauchern im Smart Grid aussehen kann, ist Thema des vorliegenden Papers. Zunächst wird ein allgemeines Optimierungsproblem für DSM aufgestellt und gezeigt, auf welche Weise bereits vorhandene Methoden für dieses Problem angepasst werden können. Volatile Energieerzeuger werden in dem Modell berücksichtigt, da der Verbrauch gerade in Zeiten, in denen viel Strom zur Verfügung steht, verschoben werden soll. Zentrale Fragestellung ist dabei die Abstimmung der einzelnen Verbraucher bzw. Verbrauchseinheiten miteinander, da es global nicht optimal ist, den Verbrauch auf einen Zeitraum zu verdichten und so einen künstlichen Peak zu schaffen. Es ist also nötig, dass die Verbraucher sich absprechen und den variablen Strombedarf streuen. Genau diese Kommunikation wird in diesem Paper betrachtet und es wird ein Ansatz aufgezeigt, der eine Abstimmung ermöglicht, die ein globales Optimum approximiert.

2 Verwandte Arbeiten

2.1 Konzeption von Smart Grids

In Deutschland sind im Rahmen der Förderinitiative „E-Energy-Smart Grids in Germany“ in sechs Modellregionen Smart Grids aufgebaut worden, in denen mit dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) nach Lösungen für eine nachhaltige und effiziente Energieversorgung geforscht worden ist (vgl. [2]).

So wurde für „eTelligence“ (vgl. [7]) u.a. ein virtueller, regionaler Marktplatz entwickelt, auf dem Netzleistungen aufgrund von Day-ahead-Prognosen verhandelt wurden. Durch die Einbindung von Kühlhäusern als große steuerbare Verbraucher im Smart Grid sollten Abweichungen in den Prognosen dynamisch ausgeglichen werden können. Die Verhandlungen wurden von Marktagenten geführt, die Energieerzeuger, Speicher oder das Verteilernetz repräsentierten. In der Durchführung hat sich die unzureichende Prognosegüte als Problem erwiesen, so dass kürzere Prognosehorizonte und häufigeres Aushandeln des Netzbetriebes als Möglichkeit nahegelegt wurden.

In MoMa (vgl. [10]) wurde ein Multisparten-Ansatz verfolgt, um sowohl Strom-, Gas-, Wasser als auch Fernwärme-Versorgung aufeinander abzustimmen. Auf Verbraucherebene konnte der Bedarf auf Basis von Echtzeit-Informationen über die Auslastung des Smart Grids manuell oder automatisiert angepasst werden.

2.2 Demand Side Management

Die mathematischen Modelle für DSM beruhen oft auf spieltheoretischen Ansätzen [17]. So entwickeln Mohsenian-Rad et al [11] ein Verfahren für automatisiertes DSM, bei dem die Anwender die Steuerung gewisser Energieverbraucher innerhalb angegebener Zeitintervalle dem System überlassen. Verteilte Agenten finden über Best-Response-Algorithmen die optimale Lösung, die in diesem Modell dem eindeutigen Nash-Gleichgewicht entspricht. Einem ähnlichen Ansatz gehen auch Samadi et al. [18] nach, wobei sie zusätzlich die Präferenzen der Anwender innerhalb der angegebenen Zeitintervalle durch Nutzenfunktionen in das spieltheoretische Modell integrieren. Bu et al. [4] modellieren und analysieren das Verhalten von Nutzern und Energieversogern in einem vierstufigen Stackelberg-Spiel.

Im Rahmen des Papers wird zur Lösung des allgemeinen Optimierungsproblems der Ansatz von [11] verwendet und in die Kommunikationsinfrastruktur eingebettet.

2.3 Multi-Agenten Systeme

Multi-Agenten-Systeme werden oftmals in Smart Grids eingesetzt, um die Komplexität beherrschen zu können. Meistens müssen die Agenten dabei mit Unsicherheiten umgehen und ihre eigenen Interessen wahren. Nicht selten werden aus diesem Grund (kurzzeitige) Allianzen gegründet, um gemeinsam den Nutzen zu maximieren (vgl. [20]). Damit diese Allianzen Erfolg haben, gibt es verschiedene Ansätze, wie z.B. die Implementierung von Vertrauen (vgl. [9]). Aufgrund des bereits bestehenden Vertrauensverhältnisses innerhalb des betrachteten Rahmens muss dies jedoch nicht berücksichtigt werden. Durch die Zusammenarbeit der Agenten wird das Gesamtproblem minimiert und so Kosten eingespart. Diese eingesparten Kosten werden an alle Agenten weitergegeben und es haben so alle ein Interesse an der Zusammenarbeit.

Generell gestaltet sich die Abstimmung der Agenten untereinander, um ein globales Optimum anzunähern, als schwierig. Gleichzeitig ist diese Kommunikation aber nötig, um das Optimierungsproblem mit dezentralen Energieerzeugern und -verbrauchern beherrschen zu können. Um diesem Problem zu begegnen, existieren verschiedene Ansätze, wie z.B. die Abstimmung, die Auktion und die Verhandlung. Ein Ansatz ist die Implementierung einer Auktion, auf der die Agenten bieten, um so ihr lokales Optimum durchzusetzen (vgl. [21] S. 293 ff). Ein anderes Szenario sieht vor, dass im Rahmen eines Scheduling-Verfahrens in Kombination mit einer Heuristik iterativ das Ergebnis immer weiter verbessert wird (vgl. [14]). Daneben gibt es noch die Möglichkeit, Agenten abstimmen zu lassen, was im betrachteten Kontext jedoch wenig Sinn macht, da bereits mehrere Lösungsmöglichkeiten vorliegen müssten (vgl. [21] S. 255 ff). Außerdem wird ein globales Optimum für alle Agenten gesucht, sodass sich die Agenten über die Möglichkeiten einig sein müssten.

Im Rahmen dieses Papers werden daher die Möglichkeiten der Auktion und des Schedulings betrachtet. Wie später gezeigt wird, können aber weitere Strategien in das Framework implementiert werden.

3 Formalisierung des Optimierungsproblems

Das Hauptziel von DSM liegt darin, die Auslastung im Stromnetz so anzupassen, dass der Strom von erneuerbaren Energien genutzt werden und konventionelle Erzeuger möglichst gleichmäßig betrieben werden können. Auf diese Weise können erneuerbare Energieerzeuger in die Stromlandschaft eingebunden werden und die Betreiber der skalierbaren Anlagen sich dennoch auf einen gleichmäßigen und damit wirtschaftlichen Betrieb einstellen. Hierzu wird eine lokal begrenzte Residuallast[1] betrachtet, d.h. der Bedarf an elektrischer Energie abzüglich der fluktuierenden Einspeisung volatiler Energieerzeuger in einem räumlich begrenzten Gebiet. Diese Lastkurve soll „geglättet" werden. Um das Optimierungsproblem zu formulieren, werden zunächst die Lastkurven analysiert und zwei Typen von flexiblen Lasten beschrieben.

Das Paper konzentriert sich dabei auf einen lokalen Ansatz, bei dem zunächst Fragen zur Kapazität der Stromleitungen und der Übertragungsverluste vernachlässigt werden können. In Kapitel 5.3 werden Modelle zu einer modularen Erweiterung des Ansatzes betrachtet.

3.1 Lastkurven

Zur Berechnung der Residuallast müssen der lokale Strombedarf und die voraussichtliche Einspeisung der volatilen Energieerzeuger erfasst werden. Hierzu bezeichne N die Menge der Wohnungen, die in das Smart Grid eingebunden sind. Zu jeder Wohnung $n \in N$ gehört eine Menge A_n an Verbrauchern. Angenommen der Verbrauch $\mathbf{x}_{n,a}$ jedes Verbrauchers $a \in A_n$ einer Wohnung n wird viertelstündlich aufgezeichnet, so ergibt sich durch

$$x^h = \sum_{n \in N} \sum_{a \in A_n} x_{n,a}^h \tag{1}$$

der Bedarf x^h in der h-ten Viertelstunde eines Tages $(h \in 0,1\ldots 95)$. Der Bedarfsvektor $\mathbf{x} = (x^0, \ldots x^{95})$ bezeichne im Folgenden die Lastkurve eines Tages.

Analog lässt sich die Stromerzeugung der volatilen, nicht skalierbaren Energieerzeuger im Smart Grid zusammenfassen: Bezeichne K die Menge der nicht skalierbaren Stromproduzenten (wie Solar- und Windanlagen) und y_k^h die Stromerzeugung von $k \in K$ in der h-ten Viertelstunde, so ergibt sich die viertelstündliche Stromerzeugung durch

$$y^h = \sum_{k \in K} y_k^h \tag{2}$$

und der Vektor $\mathbf{y} = (y^0, \ldots y^{95})$ beschreibt die nicht steuerbare Stromerzeugung eines Tages. Die Differenz von (1) und (2): $\mathbf{z} = \mathbf{x} - \mathbf{y}$ ist die Residuallast, die über andere skalierbare Energieversorger in oder außerhalb des Smart Grids zur Verfügung gestellt werden muss, beispielsweise über ein Blockheizkraftwerk, über Stromspeicher oder einen konventionellen Stromanschluss. Dieser Vektor wird in dem Paper als Unterdeckungsvektor bezeichnet.

In Bild 1 sind beispielhaft ein Bedarfsvektor $\mathbf{x}$, ein Erzeugungsvektor $\mathbf{y}$ und der zugehörige Unterdeckungsvektor für einen 2-Personen-Haushalt und eine 2,5kWp-starke PV-Anlage an einem Wintertag dargestellt.

[1] Die Residuallast ist definiert als „die Differenz zwischen benötigter Leistung und von nicht steuerbaren Kraftwerken erbrachter Leistung in einem Stromnetz" [12].

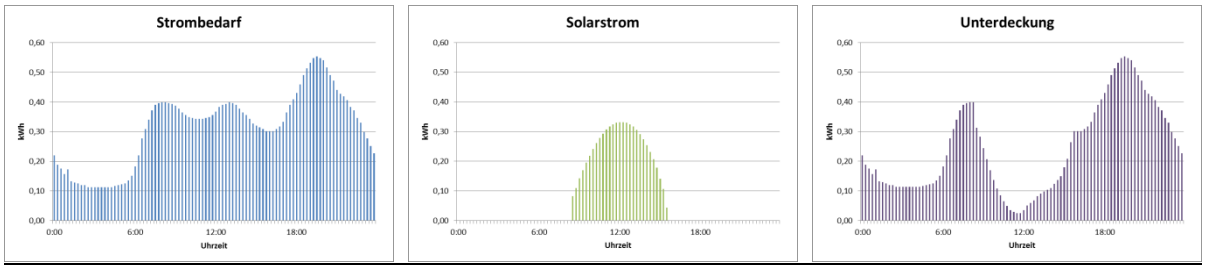


Bild 1: Beispiel einer prognostizierten Netzauslastung begrenzt auf einen 2-Personen-Haushalt und eine 2,5 kWp-starken PV-Anlage

3.2 Flexibilisierung von Lasten

Demand Side Management bietet die Möglichkeit den Unterdeckungsvektor zu glätten, indem flexible Lasten in günstige Zeitpunkte ausgelagert werden. Im Rahmen des Papers wird zwischen zwei Typen von flexiblen Lasten unterschieden: (1) denjenigen mit festem Lastprofil wie programmierbare Waschmaschinen, Trockner oder ähnliche Haushaltsgeräte, bei denen die Last in einem vorgegebenen Profil benötigt wird und (2) denjenigen mit flexiblem Lastprofil wie beispielsweise Ladeprozesse von Elektroautos, bei denen die Zufuhr an elektrischer Energie schwanken kann und Unterbrechungen möglich sind.

Sei $a \in A_n$ ein flexibler Verbraucher mit festem Lastprofil (z.B. ein Trockner) einer Wohnung $n \in N$, der seine programmierte Aufgabe in einer Zeit zwischen $\alpha_{n,a}$ und $\beta_{n,a} \in \{0,\ldots,95\}$ ausführen soll. Die Aufgabe dauere $\delta_{n,a}$ Viertelstunden und das Lastprofil in dieser Zeit sei $l_{n,a}^h$ für $0 \le k \le \delta_{n,a}$. Dann ist die Menge der möglichen Bedarfsvektoren $\mathbf{x}_{n,a}$ für a gegeben durch:

$$\mathbf{X}_{n,a} = \left\{ \mathbf{x}_{n,a} \mid \exists \alpha_{n,a} \le m \le \beta_{n,a} - \delta_{n,a} : x_{n,a}^{m+k} = l_{n,a}^k \ \forall\, 0 \le k \le \delta_{n,a} \right\} \tag{3}$$

Für einen flexiblen Verbraucher $b \in A_n$, der kein vordefiniertes Lastprofil vorgibt, lässt sich eine größere Lösungsmenge definieren (vgl.[11]). Sei $l_{n,b}$ die gesamte Strommenge, die für den Prozess benötigt wird; seien $\gamma_{n,b}^{min}$ und $\gamma_{n,b}^{max}$ die Lastgrenzwerte, die während des Prozesses angenommen werden können; seien weiterhin $\alpha_{n,b}$ und $\beta_{n,b} \in \{0,\ldots,95\}$ wie zuvor Zeitpunkte, innerhalb der der Prozess ausgeführt werden soll, so ist die Menge an möglichen Bedarfsvektoren $\mathbf{x}_{n,b}$ für b:

$$\mathbf{X}_{n,b} = \left\{ \mathbf{x}_{n,b} \mid \sum_{h=\alpha_{n,b}}^{\beta_{n,b}} x_{n,b}^h = l_{n,b}; \gamma_{n,b}^{min} \le x_{n,b}^h \le \gamma_{n,b}^{max} \quad \alpha_{n,b} \le h \le \beta_{n,b} \right\} \tag{4}$$

Die Menge der Möglichkeiten $\mathbf{X}$ des Gesamtbedarfsvektors $\mathbf{x}$ ergibt sich aus den Kombinationen der einzelnen Möglichkeiten der Bedarfsvektoren:

$$\mathbf{X} = \left\{ \sum_{\substack{n \in N \\ a \in A_n}} \mathbf{x}_{n,a} \mid \mathbf{x}_{n,a} \in \mathbf{X}_{n,a} \right\} \tag{5}$$

3.3 Optimierungsproblem

Unter den Nebenbedingungen (4) und/oder (5) soll die Unterdeckung $\mathbf{z} = \mathbf{x} - \mathbf{y}$ optimiert werden. Optimal heißt im Smart Grid möglichst gleichverteilte Abweichungen von $\mathbf{x}$ zu $\mathbf{y}$, so dass der fehlende Strom möglichst gleichmäßig zugesteuert werden kann. Dies wird durch die Minimierung von $\mathbf{z}$ in einer Norm erreicht, wobei sich die Methode-der-kleinsten-Quadrate (Minimierung in 2-Norm) anbietet. Allgemein stellt sich das Optimierungsproblem wie folgt dar:

$$\mathbf{z}^* = \min_{\mathbf{x} \in X} \| \mathbf{x} - \mathbf{y} \| \tag{6}$$

Dabei ist die Menge $\mathbf{X}$ für flexible Lasten mit festem Ladeprofil (5) in der Regel nicht konvex, so dass ein lokales Optimum unter Umständen nicht dem globalen Optimum entspricht.

3.4 Optimierungsproblem als nichtkooperatives Spiel

Das Optimierungsproblem lässt sich zentral über Lösungsverfahren wie die Innere-Punkt-Methode, Active Sets, Trust Region, etc. lösen (vgl. [3]). Für Smart Grids mit Smart-Home-Einheiten bieten sich jedoch Multi-Agenten-Systeme zur Lösung des Optimierungsproblems an. Eigenständig operierende Agenten repräsentieren die einzelnen Smart-Home-Wohnungen mit dem Ziel, die Energiekosten zu minimieren. Auf diese Weise kann auf Änderungen im Grid schnell reagiert werden, wobei die Informationen über die flexiblen Lasten innerhalb der jeweiligen Wohnung bleiben.

Die lokalen Server der Smart-Home-Wohnungen vertreten die Interessen der Wohnungen und werden als N nicht-kooperative Spieler angesehen. Das Interesse jedes Spielers liegt darin, die Energiekosten der jeweiligen Wohnung, die von dem Unterdeckungsvektor $\mathbf{z}$ abhängen, zu minimieren. In Kapitel 5.1 werden entsprechende Kostenfunktionen $c(\cdot)$ vorgeschlagen, die stetig und konvex sind. Die Menge $\mathbf{X}_n$ der Möglichkeiten eines Spielers n, seine Lasten zu allokieren, wird in diesem Kontext als die Menge der Strategien bezeichnet. Für flexible Lasten mit einem flexiblen Lastprofil ist die Menge der Strategien konvex.

Gesucht wird ein Nash-Gleichgewicht für N Spieler, das heißt eine Wahl von Strategien $(\mathbf{x}_1^*, \ldots \mathbf{x}_N^*) \in \mathbf{X}_1 \times \ldots \times \mathbf{X}_N$, bei der es für keinen Spieler n sinnvoll ist, von seiner Strategie x_n^* abzuweichen. Mit anderen Worten, es soll für jeden Spieler n folgendes gelten:

$$c(\mathbf{x}_1^*, \ldots, \mathbf{x}_n^*, \ldots, \mathbf{x}_N^*,) \leq c(\mathbf{x}_1^*, \ldots, \mathbf{x}_n, \ldots, \mathbf{x}_N^*,) \quad \forall\, \mathbf{x}_n \in \mathbf{X}_n. \tag{7}$$

4 Framework eines Smart Grid

4.1 Vereinfachungen

Um das Modell handhabbar zu machen, wurden Vereinfachungen getroffen. Die bedeutendste Vereinfachung sieht vor, dass das stetige, mathematische Modell in ein diskretes überführt worden ist. Wenn dies nicht geschehen würde, müsste eine Neuplanung des Bedarfs fortlaufend erfolgen. Aufgrund des anfallenden Rechen- und Kommunikationsaufwands ist dies jedoch nicht praktikabel.

Auch wird davon ausgegangen, dass alle Teilnehmer des Smart Grids relativ nah beieinander sind, also z.B. die gleiche Wetterlage haben und die Kommunikationswege kurz sind. Darüber hinaus müssen sich alle Mitglieder vertrauen, um das globale Optimum annähern und die Informationen teilen zu können. Außerdem wird vorausgesetzt, dass die Nutzer rechtzeitig ihre Lasten im System

hinterlegen und alle der Speicherung ihrer Nutzerprofile zustimmen. Vor allem müssen alle beteiligten Akteure im Smart Grid aber zusammenarbeiten. Das bedeutet, es muss ein gemeinsames Optimum angestrebt werden. Die Vorteile, also die Kosteneinsparungen, werden gleichmäßig auf alle verteilt.

4.2 Aufbau des Frameworks

Das entwickelte Framework besteht aus drei Ebenen mit steigender Abstrahierung. Die unterste Ebene betrachtet dabei die Wohnungen einzeln, inklusive der eingebauten Smart Meter. In der mittleren Ebene wird die Kommunikation der Wohnungen untereinander betrachtet und in der obersten Ebene ist das Gesamtsystem dargestellt. Zwischen den Ebenen werden Informationen ausgetauscht, prinzipiell ist das Framework jedoch hierarchisch und modular aufgebaut und kann so erweitert werden (s. Kapitel 5.3). Bild 2 verdeutlicht den Aufbau des Frameworks und die Kommunikationswege.

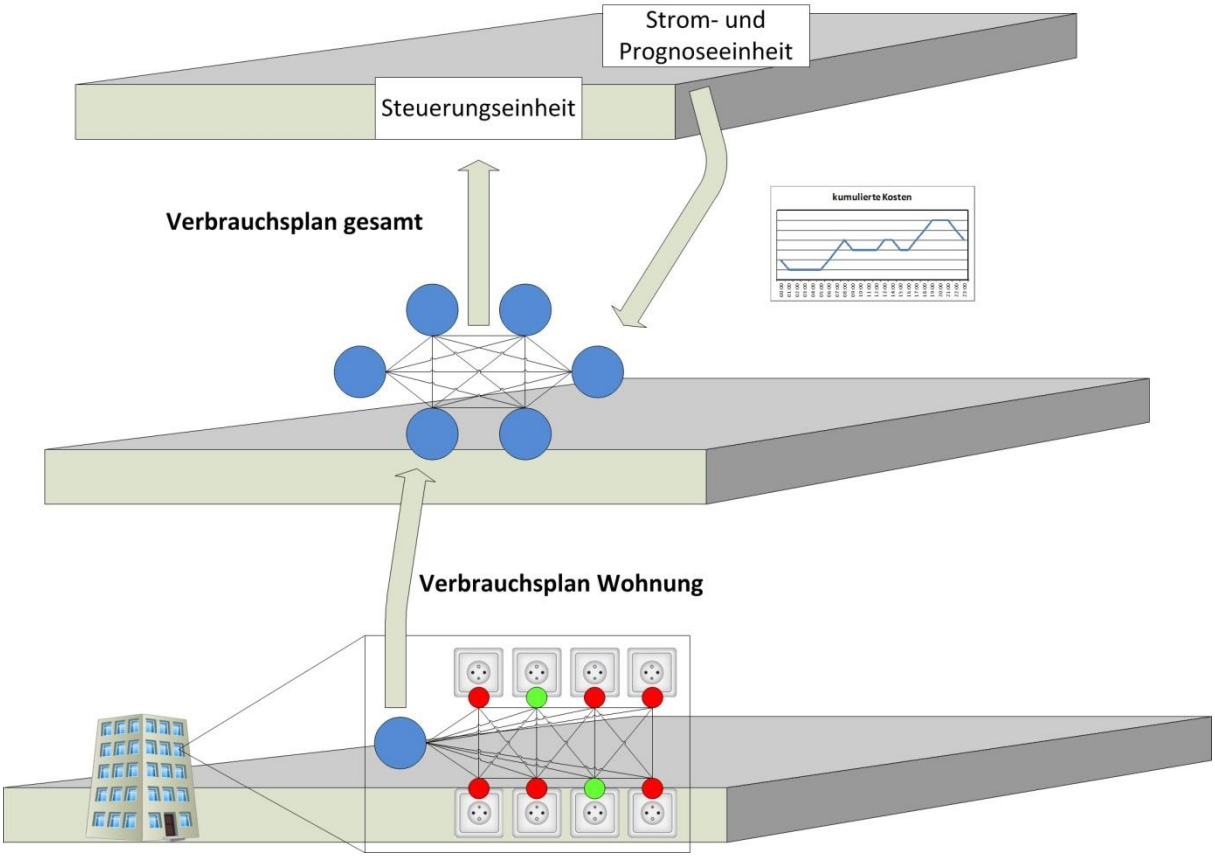


Bild 2: 3 Ebenen des Frameworks

4.3 Die administrative Ebene

Nachfolgend soll nun die oberste der drei Ebenen, die administrative Ebene, des Frameworks vorgestellt werden; im speziellen die einzelnen Komponenten, die sich in dieser Ebene befinden:

- Datenbank: Die Datenbank speichert die Smart-Meter-Daten, die in den Wohnungen und an den Schnittstellen zu den Stromerzeugern anfallen. Diese werden benötigt, um den voraussichtlichen Bedarf und die voraussichtliche Erzeugung von unsteten Energieerzeugern zu bestimmen.

- Prognosetool: Durch die Speicherung der Daten werden mit Methoden des maschinellen Lernens Verbrauchsmuster ‚gelernt' und die Erzeugung mithilfe äußerer Daten (wie z.B. Wetterdaten) prognostiziert.
- Kommunikationsschnittstelle zu der Wohnungsebene: Die aus den Prognosen resultierende Auslastung des Grids wird der Wohnungsebene übergeben. Zur Übergabe eignen sich Kostenfunktionen, die das Optimierungsproblem wiederspiegeln. Eine Möglichkeit wird detailliert in Kapitel 5.1 vorgestellt.
- Steuereinheit (u.a. Kommunikationsschnittstelle zu steuerbaren Erzeugern): Der aus dem DSM resultierende Verbrauchsplan wird an den Netzbetreiber weitergegeben, der darauf aufbauend die wirtschaftlichste Betriebsführung der lokalen Einheiten oder des Stromimports bestimmen kann.

4.4 Kommunikationsebene

Auf der mittleren Ebene findet die Optimierung der Verbrauchspläne der Wohneinheiten untereinander statt. Um die Optimierung dynamisch und in Abhängigkeit der Bedürfnisse der einzelnen Bewohner durchzuführen, wurde hier ein Multi-Agenten-Ansatz gewählt. Jeder Agent repräsentiert hierbei eine Wohnung und verfügt über einen Verbrauchsplan. Die Ermittlung des Verbrauchsplans geschieht in der untersten Ebene und wird in Kapitel 4.5 beschrieben. Auf der mittleren Ebene wird vorausgesetzt, dass die lokale Optimierung innerhalb jeder Wohnung abgeschlossen wurde und dem Agenten ein Verbrauchsplan zur Verfügung steht.

Um die Verbrauchspläne der einzelnen Wohnungen zu einem Gesamtplan der Wohneinheit zusammen zu fassen, müssen die Agenten miteinander kommunizieren. Wie eingehend erläutert, versucht dabei jeder Agent den Gesamtverbrauchsplan $\mathbf{x}_n$ und damit die Gesamtkosten zu minimieren. Das persönliche Optimierungsproblem setzt sich aus den eigenen Möglichkeiten $\mathbf{X}_n$ und dem übermittelten Optimierungsproblem, das allen Agenten zugänglich ist, zusammen:

$$\mathbf{x}_n^* = arg \min_{\mathbf{x}_n \in \mathbf{X}_n} \| \mathbf{x} - \mathbf{y} \| \tag{8}$$

Der Spielraum, in dem die Agenten einen Handlungsspielraum haben, besteht vor allem darin, den dynamischen Bedarf zu verschieben und somit eine Glättung des Unterdeckungsvektors zu erreichen. Darüber hinaus kann aber auch die gleichmäßigere Verteilung des Bedarfs über einen Zeitraum zu einer, im Mittel, geringeren Kostenfunktion und damit geringeren Kosten führen. Genau hier setzt die Kommunikation der Agenten untereinander an und es wird versucht, ein globales Optimum zu finden, bei dem trotzdem die einzelnen Agenten ihre Kosten minimieren können. Wie diese Kommunikation aussehen könnte, wird in Kapitel 5.1 beschrieben.

4.5 Wohnungsebene

In der untersten Ebene, der Wohnungsebene, werden die Wohnungen intern betrachtet. Jedes Smart Meter repräsentiert dabei einen Verbraucher mit einem Strombedarf. Prinzipiell kann dabei zwischen zwei verschiedenen Verbrauchern unterschieden werden:

- Fixe Verbraucher: Diese haben einen festen Strombedarf zu einem festgelegten Zeitpunkt. Beispiele hierfür wären z.B. Licht, Kochen und Fernsehen. Es ist ersichtlich, dass dieser Bedarf nur dann anfallen kann, wenn er auch verbraucht wird.

- Dynamische Verbraucher: Im Gegensatz zu den fixen Verbrauchern, können die dynamischen Verbraucher den Zeitpunkt ihres Strombedarfs in einem festgelegten Intervall frei wählen. Das Intervall wird dabei vom Bewohner definiert. Ca. 20% des Strombedarfs fallen in diese Kategorie (s. [15]). Außerdem muss unterschieden werden, ob der Bedarf in einem Stück anfällt (z.B. Waschmaschine) oder beliebig aufgeteilt werden kann (z.B. E-Mobile aufladen).

Zentrale Aufgabe in dieser Ebene ist es, einen (für die Wohnung möglichst optimalen) Verbrauchsplan aufzustellen. Hierfür wird ein Scheduling Verfahren in Verbindung mit einem Greedy-Algorithmus verwendet. In einem ersten Schritt werden hierfür die fixen Verbraucher in einer Scheduling Tabelle einsortiert. Danach wird der größte, dynamische Verbraucher an die günstigste Stelle platziert, danach der zweitgrößte, usw. . Damit alle Verbraucher, auch ohne Eingabe des Bewohners, ihren Bedarf im Voraus benennen können, verfügt jedes Smart Meter über einen Speicher. In diesem wird der Bedarf vorheriger Perioden gespeichert und aus diesen Daten für zukünftige Perioden geschätzt. Auch hier erfolgt eine Anpassung auf geänderte Nutzungsgewohnheiten.

5 Lösungsansatz

5.1 Übergabe von Kostenfunktionen an Agenten

Das Optimierungsproblem wird aufgeteilt in den flexiblen und den unflexiblen Strombedarf. Sei $B_n \in A_n$ die Menge der flexiblen Verbraucher innerhalb einer Wohnung n, $B = \bigcup B_n$ die Menge aller flexiblen Lasten und $A = \bigcup A_n$ die Menge aller Verbraucher. Der unflexible Bedarf $\mathbf{x}_{A\setminus B}$ und die nicht skalierbare Stromerzeugung $\mathbf{y}$ werden über eine Prognoseeinheit geschätzt. Diese gehen als feste Parameter in das Optimierungsproblem für den flexiblen Bedarf ein:

$$\mathbf{x}^* = \mathbf{x}_{A\setminus B} + arg\min_{\mathbf{x}\in\mathbf{X}} c(\mathbf{x}_B) = \mathbf{x}_{A\setminus B} + arg\min_{\mathbf{x}\in\mathbf{X}} \| \mathbf{x}_B + \mathbf{x}_{A\setminus B} - \mathbf{y} \| \tag{9}$$

bzw. für eine Minimierung in $\| \cdot \|_2$ ist:

$$arg\min_{\mathbf{x}\in\mathbf{X}} c(\mathbf{x}_B) = arg\min_{\mathbf{x}\in\mathbf{X}} \| \mathbf{x}_B + \mathbf{x}_{A\setminus B} - \mathbf{y} \|_2^2 \tag{10}$$

$$= arg\min_{\mathbf{x}\in\mathbf{X}} \sum_{h=0}^{95} (x_B^h + x_{A\setminus B}^h - y^h)^2$$

$$= arg\min_{\mathbf{x}\in\mathbf{X}} \sum_{h=0}^{95} c_h(x_B^h)$$

Die Funktionen c(•) und c_h(•) sind strikt konvex. Die viertelstündlichen Kostenfunktionen c_h werden als Kostenfunktionen, auf deren Basis Verhandlungen über die beste Lösung geführt werden, an die Agenten übermittelt. Dabei führen Best-Response-Algorithmen der einzelnen Agenten zur Erreichung eines Nash-Gleichgewichts (vgl. [11]). Für flexible Lasten mit einem flexiblen Lastenprofil, ist die Menge der Strategien konvex und die Algorithmen konvergieren gegen ein eindeutiges, normalisiertes Nash-Gleichgewicht, das dem globalem Maximum entspricht (vgl. [11],[16]).

5.2 Verhandlung der Agenten zwischen den Wohnungen

Damit ein (optimierter) Verbrauchsplan erstellt werden kann, müssen die einzelnen Agenten auf Wohnungsebene miteinander kommunizieren bzw. verhandeln. Dies stellt ein sehr komplexes Optimierungsproblem dar, für das es verschiedene Lösungsansätze gibt. Erst nach empirischen Untersuchungen kann gesagt werden, welche Variante die besten Erfolge erzielt. Deshalb sollen hier zwei Lösungsansätze exemplarisch erläutert werden. Ausgehend von diesen, können weitere Ansätze erarbeitet und modular eingesetzt werden. Da der benötigte Input gleich ist und als Output immer ein Verbrauchsplan für alle betrachteten Wohnungen entstehen muss, ist die Modularität gesichert.

Variante eins sieht vor, dass alle Agenten einen Ring bilden. Danach wird entweder per Zufall oder in einer vorher festgelegten Reihenfolge, die sicherstellt, dass jeder Agent einmal als Erster an der Reihe ist, ein Startpunkt in Form eines Agenten festgelegt. Dieser wird dann seinen Verbrauchsplan in den Gesamtverbrauchsplan integrieren und diesen an die Steuereinheit aus der administrativen Ebene übergeben. Hier ergibt sich nun eine veränderte Auslastung des Grids und die Kostenfunktion wird angepasst. Die angepasste Kostenfunktion und der neue Gesamtbedarf bzw. Verbrauchsplan wird an den nächsten Agenten übergeben. Dieser integriert seinen Verbrauchsplan ebenfalls in den Gesamtverbrauchsplan und übermittelt ihn an die Steuereinheit. Dies geschieht so lange, bis der Bedarf aller Agenten im Gesamtbedarf enthalten ist. Idealerweise können die nachfolgenden Agenten ihren dynamischen Bedarf anpassen, um so den Unterdeckungsvektor zu glätten.

Variante zwei besteht aus einer virtuellen Auktion. Jeder Agent verfügt über ein Guthabenkonto, mit dem er bieten kann. Agenten, die einen sehr starren Verbrauchsplan haben, bieten entsprechend hoch, Agenten mit einem dynamischen Verbrauchsplan entsprechend weniger. Am Ende kann der Agent mit dem höchsten Gebot seinen Verbrauchsplan als Erster dem Gesamtverbrauchsplan hinzufügen. Danach beginnt eine neue Auktionsrunde, bis alle Verbrauchspläne hinzugefügt wurden. Der Vorteil hier ist, dass diejenigen Agenten, die über einen dynamischen Verbrauchsplan verfügen und somit am meisten Einfluss auf die Kostenfunktion bzw. die Kosten nehmen können, als letztes ihren Bedarf dem Gesamtbedarf hinzufügen. Dies ermöglicht es ihnen, besser auf den fixen Bedarf der starren Agenten zu reagieren. In Bild 3 wird der Ablauf noch einmal verdeutlicht.

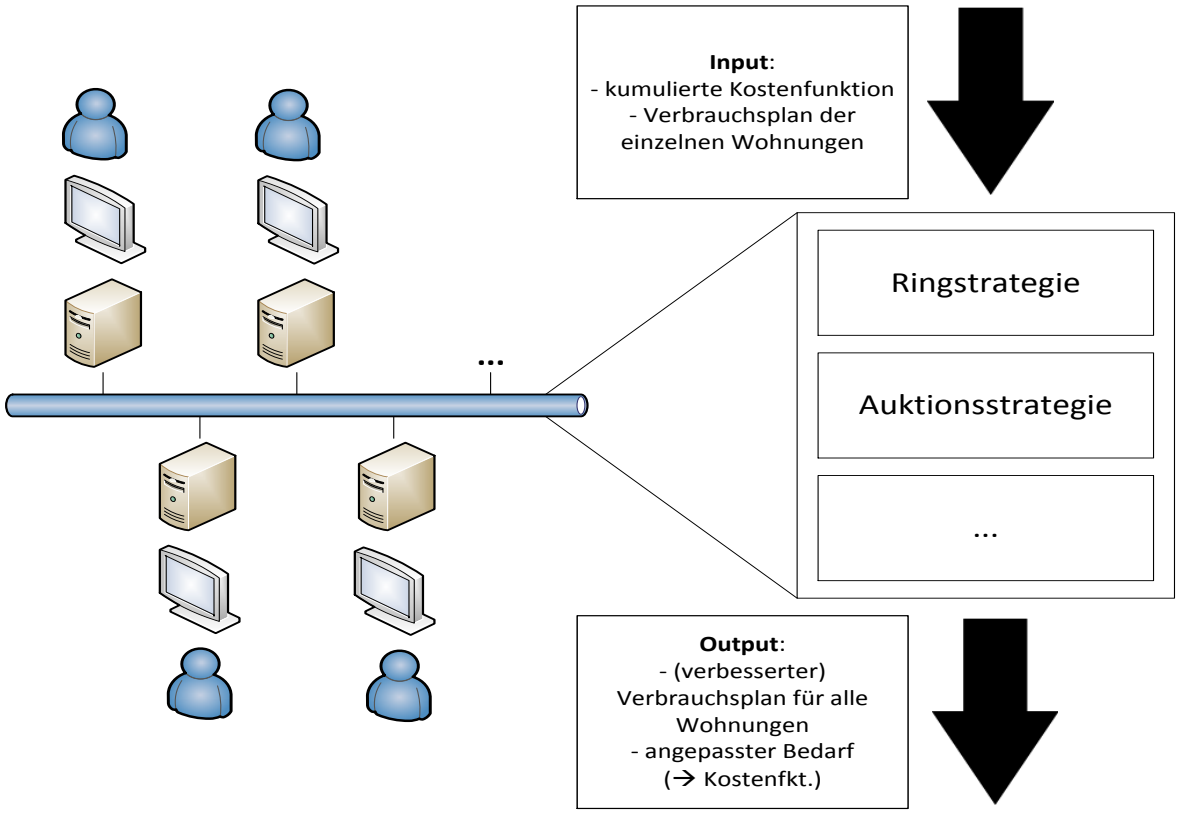


Bild 3: Verhandlung zwischen den Agenten der einzelnen Wohnungen

5.3 Erweiterung des Modells

Das hier vorgestellte Framework ist für ein Micro Grid konzipiert, in dem der Kommunikationsaufwand überschaubar ist. Es lässt sich jedoch leicht erweitern, um auch größere Wohngruppen zu steuern. Je nach Größe der Erweiterung wird entweder der Kreis der Agenten auf der zweiten Ebene vergrößert oder bei größeren Erweiterungen wird eine zusätzliche Ebene zwischen Ebene eins und zwei eingeführt. In dieser Ebene befinden sich dann Agenten, die eine Wohngruppe repräsentieren und ähnlich wie die Agenten der einzelnen Wohnungen miteinander einen optimierten Verbrauchsplan iterativ ermitteln.

Durch den modularen Aufbau des Frameworks ist es zudem möglich, auch andere Konfigurationen vorzunehmen. So können weitere Strategien implementiert werden, um die Verhandlungen (sowohl intern als auch extern) effektiver zu gestalten. Auch die Ermittlung des wohnungsinternen optimalen Verbrauchsplans kann geändert werden, ohne das Framework verändern zu müssen.

6 Ausblick

6.1 Lastprognose als Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Für die Erstellung des Optimierungsproblems bzw. der Kostenfunktionen sind Prognosen für den zukünftigen Bedarf und Verbrauch notwendig. Das Spektrum der diskutierten Algorithmen hierfür reicht von künstlichen neuronalen Netzwerken [12] über Fuzzylogik [1] und Support Vector Machines [8] bis hin zu stochastischen Zeitreihen [5]. Eine bislang offene Frage ist, wie die Varianz der Prognosen in DSM integriert werden kann. Hierfür ließe sich eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für

den Bedarf prognostizieren, auf deren Basis dann Bayessche Spiele zur Erreichung von Gleichgewichten betrachtet werden können.

6.2 Erzeugung

Im Rahmen des Papers wurde die Stromerzeugung bzw. die Erzeugerseite als „BlackBox“ betrachtet, d. h. es war nur von Interesse, wie viel der Strom zu welcher Zeit kostet bzw. wie viel Strom zu welchem Zeitpunkt zur Verfügung steht. Es erfolgte also lediglich eine indirekte Berücksichtigung. Zukünftig sollte die „BlackBox“ näher betrachtet werden. Zum einen könnte auch die Stromerzeugung mit einem ähnlichen Ansatz gesteuert werden, zum anderen wäre es möglich, den Bedarf noch besser auf die Erzeugung und umgekehrt abstimmen zu können.

6.3 Simulation

Um das Framework zu evaluieren ist in einem ersten Schritt eine Simulation am Computer geplant. Dabei würden sämtliche Bedarfs- und Erzeugungspläne vorgegeben bzw. aus Realdaten gewonnen werden. Die Agenten würden über ein simuliertes Grid miteinander kommunizieren und den Verbrauchsplan, wie im Framework beschrieben, ermitteln. Hier sollte bereits eine Verbesserung bzw. Kostenminimierung gegenüber der Simulation ohne Verbrauchsplananpassung zu erkennen sein. Ein zweiter Schritt wäre dann, nach erfolgreicher Simulation und Anpassung ggf. anfallender Schwächen, das Framework in einem Realexperiment zu testen.

7 Zusammenfassung

Das vorgestellte Framework hat eine Möglichkeit aufgezeigt, Verbraucher zu koordinieren, so dass der Strombedarf angepasst wird, um somit die Erzeugungskosten zu minimieren bzw. erneuerbare, unstete Energien besser in das Smart Grid zu integrieren. Hierzu wurde das Problem eingehend definiert und formalisiert, was in der bisherigen Literatur nicht oder nur unzureichend erfolgt ist. Darüber hinaus wurden Schwächen der bisherigen Verfahren aufgezeigt und versucht, diesen mit einem Multi-Agenten-System zu begegnen. Am wichtigsten ist hier, dass ein globales Optimum angestrebt wird und nicht nur ein lokales.

In diesem Paper wurde zur Optimierung des Verbrauchs ein Multi-Agenten-System implementiert, das das komplexe Problem durch Kommunikation und Verhandlungen zwischen den Agenten zu lösen versucht. Grundlage sowohl der Verhandlungen als auch des generellen Optimierungsproblems ist dabei die Kostenfunktion. Diese berücksichtigt indirekt auch die Erzeugerseite, die allerdings noch nicht optimiert wurde. Dies ist jedoch eine interessante Forschungsfrage und sollte in Zukunft näher betrachtet werden. Durch den modularen, hierarchischen Aufbau des entwickelten Frameworks ist es leicht möglich, sowohl die Erzeugerseite detaillierter zu integrieren als auch auf größere Grids anzuwenden, da es leicht skalierbar ist.

Neben der Evaluierung des entwickelten Frameworks in Simulationsmodellen und in der Praxis müsste ebenfalls untersucht werden, wie die beschriebenen, offenen Fragestellungen zu einer weiteren Verbesserung beitragen.

8 Literatur

[1] Al-Hamadi, H. M.; Soliman, S. A., "Fuzzy short-term electric load forecasting using Kalman filter," Generation, *Transmission and Distribution, IEE Proceedings-* , vol.153, no.2, pp.217,227, 16 March 2006

[2] BMWi: „E-Energy – Auf dem Weg zum Internet der Dinge“ Druckschrift zu Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation (2010)

[3] Boyd S., Vandenberghe L.; “Convex Optimization”, Cambridge University Press, March 2004

[4] Bu, Shengrong; Yu, F.R.; Liu, P.X., "A game-theoretical decision-making scheme for electricity retailers in the smart grid with demand-side management," *Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2011 IEEE International Conference on* , vol., no., pp.387,391, 17-20 Oct. 2011

[5] Cho, M.Y.; Hwang, J. -C; Chen, C-S, "Customer short term load forecasting by using ARIMA transfer function model," *Energy Management and Power Delivery, 1995. Proceedings of EMPD '95., 1995 International Conference on* , vol.1, no., pp.317,322 vol.1, 21-23 Nov 1995

[6] Dütschke, Elisabeth; Unterländer, Michael; Wietschel, Martin (2012) :Variable Stromtarife aus Kundensicht: Akzeptanzstudie auf Basis einer Conjoint-Analyse, Working paper sustainability and innovation, No. S1/2012

[7] EWE AG: „Abschlussbericht eTelligence – Neue Energien brauchen neues Denken“, 2012

[8] Hong Xu; Jian-Hua Wang; Shi-Quan Zheng, "Online daily load forecasting based on support vector machines," *Machine Learning and Cybernetics, 2005. Proceedings of 2005 International Conference on* , vol.7, no., pp.3985,3990 Vol. 7, 18-21 Aug. 2005

[9] Lukas Klejnowski, Yvonne Bernard, Jörg Hähner, Christian Müller-Schloer, “An architecture for trust-adaptive agents“, Proceedings of the Trustworthy Self-Organizing System Workshop 2010 at the Fourth IEEE Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems

[10] Kießling, Andreas (MVV Energie AG) „Modellstadt Mannheim (moma) Abschlussbericht“, Version V1.01, 01.07.2013

[11] Mohsenian-Rad, A.-H.; Wong, V.W.S.; Jatskevich, J.; Schober, R., "Optimal and autonomous incentive-based energy consumption scheduling algorithm for smart grid," *Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2010* , vol., no., pp.1,6, 19-21 Jan. 2010

[12] Osman, Z.H.; Awad, M.L.; Mahmoud, T.K., "Neural network based approach for short-term load forecasting," *Power Systems Conference and Exposition, 2009. PSCE '09. IEEE/PES* , vol., no., pp.1,8, 15-18 March 2009

[13] Paschotte, R., “Das RP-Energie-Lexikon - Residuallast”, http://www.energie-lexikon.info/residuallast.html (Stand: 14. Dezember 2013)

[14] Rahwan, I., “Interest-based Negotiation in Multi-Agent Systems“, Department of Information System, University of Melbourne, http://homepages.inf.ed.ac.uk/irahwan/docs/thesis.pdf

[15] Ramchurn S. D.; Vytelingum P.; Rogers A.; Jennings N.R: “Agent-Based Control for Decentralised Demand Side Management in the Smart Grid" Proc. of 10th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems - Taipei, Taiwan (2011)

[16] Rosen J. B.; “Existence and uniqueness of equilibrium points for concave n-person games,” Econometrica, vol. 33, pp. 347–351, 1965.

[17] Saad, W.; Zhu Han; Poor, H.V.; Basar, T., "Game-Theoretic Methods for the Smart Grid: An Overview of Microgrid Systems, Demand-Side Management, and Smart Grid Communications," *Signal Processing Magazine, IEEE* , vol.29, no.5, pp.86,105, Sept. 2012

[18] Samadi, P.; Schober, R.; Wong, V.W.S., "Optimal energy consumption scheduling using mechanism design for the future smart grid," *Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2011 IEEE International Conference on* , vol., no., pp.369,374, 17-20 Oct. 2011

[19] Schott B.; Püttner A.; Nieder T; Maas F. Bermpohl; Rohn M; Mey J. „Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland im internationalen Vergleich und Analysen zum Stromverbrauch“, 01.08.2013

[20] Tammar Shrot, Yonatan Aumann, and Sarit Kraus: “Easy and hard coalition resource game formation problems: a parameterized complexity analysis” Proc. AMAS 2009 Proceedings of the 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - Volume 1

[21] Tiansong Cui; Goudarzi, H.; Hatami, S.; Nazarian, S.; Pedram, M., "Concurrent optimization of consumer's electrical energy bill and producer's power generation cost under a dynamic pricing model," *Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2012 IEEE PES* , vol., no., pp.1,6, 16-20 Jan. 2012

[22] Wooldridge, M., “An introduction to multiAgent Systems”, Liverpool, Wiley 2009

Replacing the Full Load Hours Key Figure for the Risk Assessment of Wind Energy Projects

André Koukal

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30169 Hannover,
E-Mail: koukal@iwi.uni-hannover.de

Stefan Lange

Leibniz Universität Hannover, 30169 Hannover,
E-Mail: stefan.lange89@gmail.com

Michael H. Breitner

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30169 Hannover,
E-Mail: breitner@iwi.uni-hannover.de

Abstract

In scientific literature, profitability analyses of on- and offshore wind energy projects and assessments of general conditions for such projects usually make use of the full load hours (FLH) key figure to determine the annually generated electricity. This procedure leads to adequate results, if only the expected value of each parameter is taken into account. However, it is difficult to choose an adequate type of distribution and to define suitable distribution parameters for the FLH when project risks are considered. In this paper, a multi factor model using the more basic parameter of the average wind speed and a Weibull distribution is provided. This approach is integrated into a discounted cash flow (DCF) model on which a Monte Carlo simulation is applied. Finally, a case study for an offshore wind park in the German North Sea is conducted. It is shown that the application of the presented approach leads to more precise distributions of the outcomes than the standard analysis with FLH.

1 Introduction

The worldwide demand for energy has been increasing in the last few decades and will continue to do so in the future. Simultaneously, the global climate change process is influenced by greenhouse gas emissions and consequently by the generation of electricity. To limit negative ecological effects, an intensive expansion of renewable energies seems not only necessary, but mandatory. For this reason, the development of renewable energy technologies and in particular the wind energy as a major part of it has been increasingly furthered by governments in various countries in order to expand electricity generation capacities and also reduce greenhouse gas emissions. It is expected that the wind energy sector makes the largest contribution to the expansion of renewable energies by increasing its share on the worldwide electricity generation from 2 percent in 2009 to 8 percent in 2035 [2].

In existing literature, little methodological support for the project value calculation and a simultaneous risk assessment of individual wind parks exists. Besides this, we identified a weak point in the established approaches if not only the expected values but also project risks are considered. The assignment of probability distributions for the FLH key figure might be an oversimplification and may lead to inaccurate results. Based on existing research, a modified DCF model is formulated to avoid problems when considering certain project risks and setting up probability distributions to the respective parameters.

Sustainability and Green IS are also becoming a major topic within the IS research domain [3]. Heavy use of information technology (IT) is one factor of the increasing energy consumption and emission of greenhouse gases. However, the use of IS can also contribute to higher sustainability. Green IS enables the evaluation and optimization of processes and products to raise resource efficiency. Improving established approaches that support the assessment of wind energy projects and thus deal with renewable energies can contribute to an expansion of respective sources.

We address the following research question:

(RQ) Is the use of probability distributions in combination with the aggregated key figure of full load hours a suitable approach for the risk assessment of wind energy projects?

The remainder of this paper is structured as follows: first, the research background is addressed, including foundations, related work, and research design. In the third section, an approach to improve the assessment of project risks for wind energy projects is provided by splitting up the FLH key figure in two parts: The theoretical maximum amount of electricity that a wind park can generate from the wind, which depends mainly on the distribution of the wind speeds, and the limitation of this amount by several factors such as technical availability. A formal and verbal description of the introduced multi factor model and all related parameters is provided. Also, the underlying model for the project value calculation and the simulation method applied to the model is given and explained. Section four includes a case study about an offshore wind project in Germany. In section five, the results are discussed, and the theoretical and practical recommendations, as well as limitations are provided. The paper ends with a short conclusion and an outlook.

2 Research Background

The increasing interest in environmental and economic sustainability of societies also reached the IS research domain when Watson et al. [23] called for more attention to energy informatics and eco-friendliness in 2010. However, the achievements that shaped Green IS as a subfield in the IS discipline were not followed by a sufficient uptake in research [1]. The improvement of models and systems for

the assessment of wind energy projects and respective general financial conditions by using IT and IS helps (indirectly) to increase ecological and economic sustainability by increasing the chances of successful wind energy projects. It aims at the ecologic and economic dimension of sustainability concerning electricity generation and is therefore an example of Green IS [11].

2.1 Related Work

The wind energy sector developed rapidly over the last 30 years. At the beginning, the focus has been on the improvement of technical aspects of onshore wind energy plants. The more reliable the energy plants have been, the more important the economic operation of the wind parks has become. A similar development can be observed in the offshore wind sector. The recent change in focus deals with the economic feasibility of offshore wind energy projects and the risk assessment of such projects in particular, but only a few corresponding publications exist.

The research from Madlener et al. [13] refers to German offshore wind projects. They provide a DCF model to calculate the project value with the use of the FLH key figure in the context of corporate finance. An analysis of various risk factors and their influences on the project is performed. The subsequent assignment of probability distributions for each parameter fraught with risk, including the FLH key figure, and the application of a MCS results in a distribution of the discounted project value.

Koukal and Breitner [12] adapted and modified the approach of [13] to assess projects that are constructed and operated in the context of project finance. While they changed several parts of the previous DCF model, they still use the FLH key figure for the calculation of project revenues. They also apply probability distributions to this key figure and perform a MCS to consider project risks.

An approach to implement the wind and the distribution of wind speeds as the basic factor for any further calculation, e.g. the generated electricity of a wind park, is provided by Segure and Lambert [20]. They use a Weibull distribution to describe the probabilities of wind speeds and describe the related connections between individual aspects of the probability distribution function. Their approach can serve as a basis for an implementation that provides a more detailed consideration of wind data.

Troen and Lundtang Petersen [22] provide a method to determine suitable values for the parameters of the Weibull distribution. They introduced a method that makes use of the wind power density. This measure indicates how energetic the winds are. The wind power density is derived from an observed wind data set and matched to the respective value resulting from the Weibull distribution.

The literature research indicates that there is no publication which addresses the shortcomings of an assignment of probability distributions for the assessment of projects risks to the FLH key figure. Although several mathematical models are implemented to assess different kinds of projects with different financing strategies, in every case the FLH key figure is used to calculate the amount of the generated electricity and the respective earnings from selling the electricity. The approach presented in this paper uses the DCF models of [12] and [13] as a foundation to formulate an enhanced model that enables us to analyze project risks without the problem of a distortion of results when using probability distributions to consider project risks. The combination of the methods of [20] and [22] provides the basis for the enhanced model.

2.2 Research Design

Our research was conducted using DSR principles in order to address relevance and enhance rigor of the research process and results. The design-orientated research process was advised by Offermann et al. [17] and, in particular, Peffers et al. [19]. Additionally, we used key recommendations provided by

Hevner et al.[1],[9] and March and Smith[14]. The actual research design is classified as objective-centered approach according to [19], see Figure 1.

Some studies about the economic potential of wind energy projects use the FLH key figure to determine the generated electricity of a specific project. When probability distributions for this key figure are set up to consider project risks, this may lead to inadequate results. We initiated our research process by identifying the above-mentioned problem (I). To ensure methodological rigor, foundational information must be assembled from the academic body of literature [1].

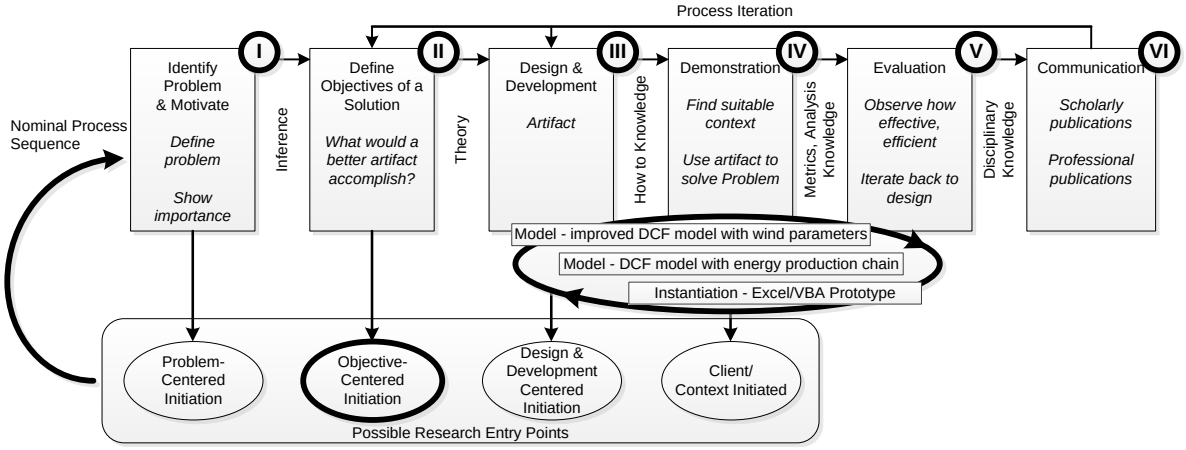


Figure 1: Research design according to the DSR methodology process [19]

We conducted a comprehensive literature review within the fields of energy informatics and the general finance and IS research domain. Additionally, we conducted a targeted review within the DSR domain. According to the research question, the main objective focused on the improvement or re-design, demonstration, and evaluation of artifacts that can provide a basis to assess a wind energy project and its risks (II). With regard to this objective, the practical and scientific input was used to design, improve and evaluate artifacts in a loop of iterations in the design cycle according to [9]. After refining the problem domain and defining specific requirements, the first research artifact was designed (III). This improved DCF model used raw wind data instead of FLH to determine the annual electricity output of a wind park but it lacked considering discounts or losses of this theoretical output. For a further development and a more detailed elaboration we used an iterative approach to generate and refine artifacts cyclically according to guideline six, “design as a search process”, by [9] (see Figure 1). Thus, our first model was enhanced with extra parameters and the full energy production chain that contains discounts and losses of the theoretical energy output. A classification into constructs, models, methods, and instantiations as the result of design-oriented research is provided by [8] and [14]. In addition to the constructed formal models, a prototype was implemented as an instantiation. The DSR process cycles were then completed by more extensive tests of the artifacts to enable the documentation of research results. According to the classification of research methodologies by Palvia et al. [18], a case study in the form of a project value calculation in combination with an assessment of critical project risks was performed to demonstrate (IV) and evaluate (V) the capabilities of the improved model. Finally, we worked toward publishing our research results (VI).

3 Estimating the Electricity Generated by a Wind Park

As indicated by the literature research, previous research uses the FLH key figure to determine the annual electricity generation and the corresponding revenues. Negative influences like shadowing effects, time lags or the technical availability of the wind park are considered by discounts directly applied to this key figure. In order to consider project risks, probability distributions are applied to various parameters in the former models. However, the assignment of a specific probability distribution for the FLH key figure is especially critical for multiple reasons:

1. The FLH key figure is a highly aggregated measure that combines various aspects with different levels of influence on the measure.
2. Any of the aggregated aspects has a different probability distribution that describes the specific risk.
3. Due to the inhomogeneous influences and the diverse probability distributions of the individual aspects it is even harder to set up a suitable probability distribution for the aggregated FLH key figure.

3.1 Multi factor model

To avoid the difficulties of setting up probability distributions for the FLH key figure, we discard this measure and consider all previously aggregated aspects separately. We implement a multi factor model with a sequence of aspects that influence the electricity generation of a wind energy plant or an entire wind park (Figure 2). In the following, all aspects of the multi factor model are discussed in detail.

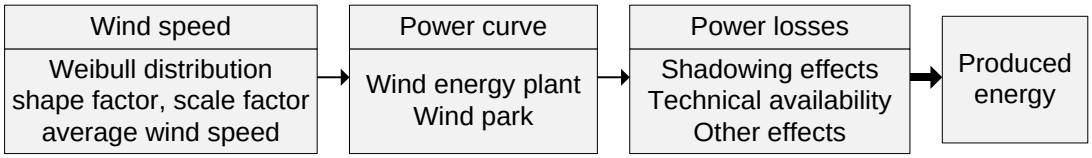


Figure 2: Multi factor model after discarding the FLH key figure

3.1.1 Wind Speed, Wind Energy and the Weibull Distribution

In current literature, the Weibull distribution is used to describe the distribution of the wind speed which is the most basic parameter of our multi factor model. The Weibull distribution function is presented by

$$P\left(v < v_i < v + d_v\right) = P(v > 0)\left(\frac{k}{c}\right)\left(\frac{v_i}{c}\right)^{k-1} exp\left[-\left(\frac{v_i}{c}\right)^{k}\right]dv \qquad (1)$$

in which c is the scale factor (in m/s), k is the unitless Weibull shape factor that varies between 1 and 4, v is the wind speed, v_i is a particular wind speed and d_v is an incremental wind speed [20]. The relationship between the average wind speed and the two Weibull parameters is given by

$$\bar{v}(c,k) = c * \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \qquad (2)$$

with $\bar{v}$ as the average wind speed and $\Gamma(\,)$ as the gamma function [20]. The scale factor c can be determined by a transformation of equation 2 by

$$c(\bar{v},k)=\frac{\bar{v}}{\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right)} \tag{3}$$

The shape factor k can vary between 1 and 4 [15]. Small variations of the average wind speed result in a bigger value of k than big variations. As approximations, the following values for k can be used, depending on the region [6]:

- K ≈ 1, arctic regions
- K ≈ 2, Central Europe
- K ≈ 3 to 4 in regions with trade wind

In the special case of k = 2, the Weibull function is equal to the Rayleigh function:

$$h_R(v)=\left(\frac{\pi}{2}\right)\frac{v}{(\bar{v})^2}exp\left[-\frac{\pi}{4}\left(\frac{v}{\bar{v}}\right)^2\right] \tag{4}$$

This has the main advantage that it uses only one variable: the average wind speed ($\bar{v}$), which is known for most regions. However, arbitrarily setting the shape factor to some value greatly affects the result of the analysis. Figure 3 depicts 6 Weibull distributions that all have the same average wind speed (8 m/s) but different values for the shape factor. It is shown that a value of the shape factor of 1,25 results a modus of 2 m/s, whereas a shape factor of 2,5 results in a modus of 7 m/s.

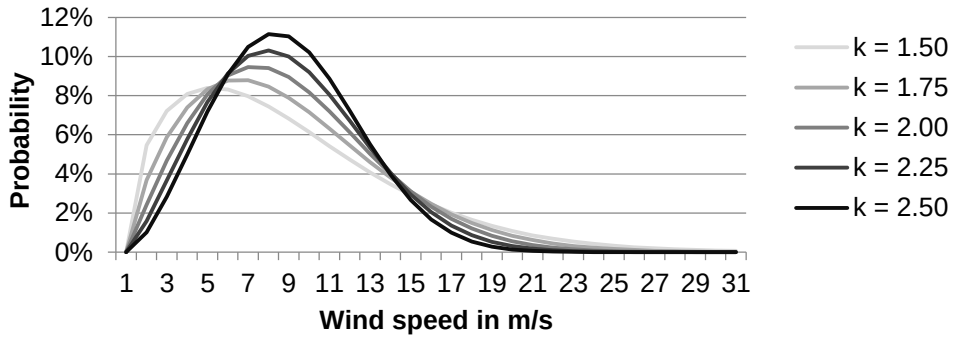


Figure 3: Weibull distribution with different shape factors

This analysis is relevant because the energy that can be gained from the wind depends on the cube of the speed of the wind. If the wind speed is doubled, the energy output is (theoretically) octuplicated. Hence, when analyzing the economic potential of a given wind energy site, careful analysis of the appropriate shape factor must be conducted. To determine the Weibull parameters in order to measure the amount of electricity generated by a wind park one approach uses the wind power density (WPD) [21]. This measure indicates how energetic the winds are. As long time series of wind data exist for many regions this approach suits best to approximate the values of the Weibull parameters. First, the average wind power density is derived from the observed data set. Second, the average wind power density from the Weibull distribution is matched to this value by varying the Weibull scale factor. Furthermore, it must be ensured that the occurrences of above-average wind speed are approximately the same in both distributions [16]. The WPD is defined by

$$WPD(p,v) = \frac{1}{2}\rho\bar{v}^3 \quad (5)$$

with the WPD measured in W/m^2, $\bar{v}$ as the average wind speed and ρ as the air density [15]. The latter can be approximated by

$$\rho(z) = 1.225 - (1.194 * 10^{-4}) * z \quad (6)$$

using z as the location's elevation above sea level in m. To determine the Weibull parameters, the average WPD is derived from an observed data set, e.g. for one year. Next, this value is matched to the average WPD from the Weibull distribution by varying the scale factor. Based on the Weibull distribution, the time at each wind speed within a specified period is described by

$$h_i = \frac{t_i}{T} \quad (7)$$

where T is the total time of an observed period, e.g. 8760 hours for one year, and t_i is the number of occurrences of wind speed i within the observed period.

3.1.2 Power Curve of Wind Energy Plants and Wind Parks

Every type of wind energy plant has its individual power curve that describes the power output for any wind speed [7]. It can be formally described by

$$P_i = \begin{cases} C(i) & \text{if } i_{start} < i < i_{\text{nominal}} \\ C_{\max} & \text{if } i_{nominal} < i < i_{shutdown} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (8)$$

with C(i) as function of energy output, C_{max} as maximum output, i_{start} as minimum wind speed, $i_{nominal}$ as nominal wind speed and $i_{shutdown}$ as maximum wind speed for operation of the respective wind energy plant. The same applies to an entire wind park. Multiplying the number of occurrences of one wind speed with the respective power output results in the electricity generation at any wind speed i, which is determined by

$$E_i = h_i * P_i * T \quad (9)$$

with P_i as power output of the wind energy plant or wind park. In order to get the theoretical maximum electricity generation for an observed period, the sum of the electricity generation of every wind speed i has to be calculated by

$$E_{total} = \sum E_i = T * \sum h_i * P_i \quad (10)$$

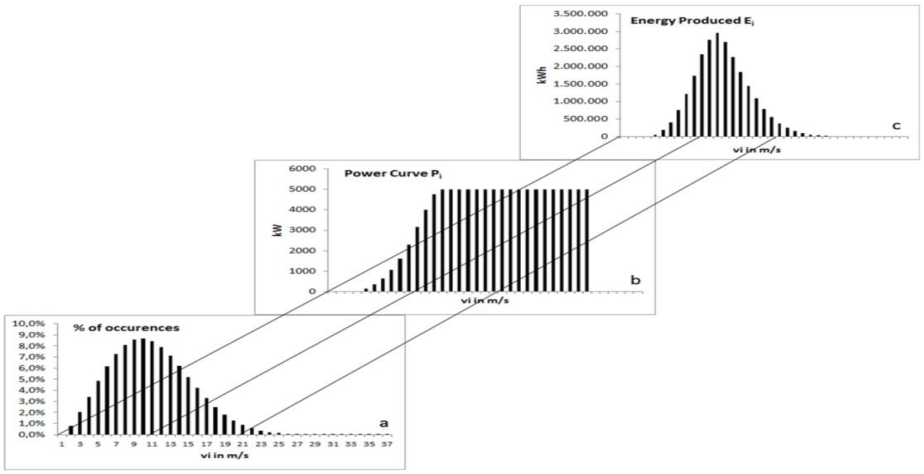


Figure 4: Calculation of generated electricity in kWh

The connection between the occurrences of any wind speed described by the Weibull distribution, the power curve and the generated electricity is illustrated in Figure 4.

3.1.3 Energy Losses

Once the theoretical maximum electricity generation has been determined, additional factors have to be considered. Jarass et al [10] identified shadowing effects as one of three of these negative effects. Because wind turbines usually stand next to each other, shadowing effects limits the amount of wind a turbine receives. A reduction of average power output of 12 percent at 5 rotor diameters distance or 6 percent at 9 rotor diameters distance of the individual wind energy plants is suggested by them.

Secondly, time lags of the production need to be taken into account because wind parks and in particular offshore wind parks tend to be spread on a huge area. When the wind speed changes, the electricity generation of turbines - especially at wind speeds slightly above the nominal speed - might be lagging by a few minutes up to several hours. First research indicated that a discount of 5 percent of the respective wind speed provides an adequate consideration of this effect [10].

The third discount is the technical availability. Faulstich et al. [4] outline a bathtub curve for the failure rates of wind turbines that results in different availability levels over time (Figure 5). They outline high failure rates in the “early life period”, lower and constant failure rates in the “useful life period” and increasing failure rates at the end of the life-cycle in the „waerout period”. The technical availability is the complementary probability of the failure rate.

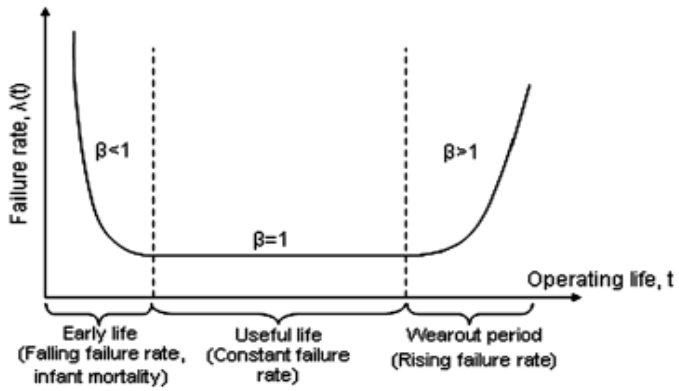


Figure 5: Typical bathtub curve

3.1.4 Probability distributions for risk measurement

We set up the same probability distributions for every risky key figure as presented by [12]. However, due to the implementation of the multi factor model the FLH key figure has been removed and another parameter has to consider uncertainties regarding the wind speed. Consequently, the average wind speed parameter of the Weibull distribution is defined as new risky parameter. As indicated by [21], a normal distribution is a good approximation for this parameter. The mean value and the standard deviation can be derived from historical wind data. For the newly introduced parameters of shadowing effects and time lags we do not set up any probability distribution and only use their expected values due to a lack of adequate, related data. However, for the parameter of the technical availability we apply a normal distribution.

4 Case Study: Offshore Wind Park in Germany

Our case study is based on previous research of Koukal and Breitner [12]. We use their DCF model and apply a MCS to consider project risks and we use almost the same assumptions for every parameter and probability distribution. The only major change of the model is the replacement of the FLH key figure by all parts of the introduced multi factor model.

To derive Weibull parameters we use 9 years of wind data from the FINO1 research platform, which is located in the North Sea, approximately 45 kilometers away from the next island, Borkum, and next to the wind park "Alpha Ventus" [5]. The data set contains 473.470 measures of wind speed in a height of 100 meters in 10 minute intervals. Approximately 3.9 percent of the measurements were not available due to technical issues. We estimate an average wind power density of 955w/m², an average wind speed of 9.85m/s, a Weibull shape factor k = 2.36 and a scale factor c = 11.12m/s.

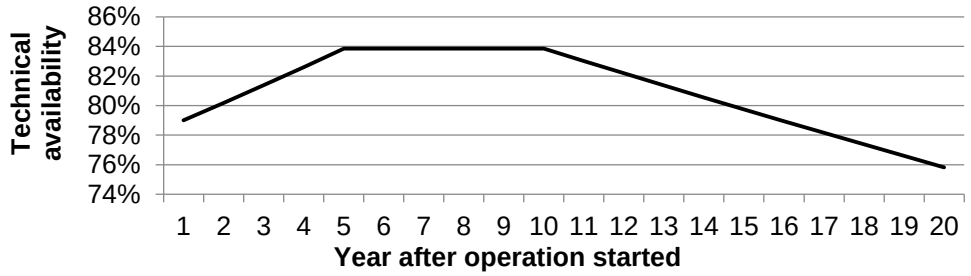


Figure 6: Development of the technical availability over time

The technical availability follows an inverted bathtub curve (Figure 6). The constant rate of the useful life period is set to 84 percent for 10 years. This value represents the median of respective values of a study of [4]. In the five years of the early life period, the technical availability increases about 1.2 percent every year. In the ten years of the wear-out period, the technical availability decreases about 1 percent per year. Shadowing effects and time lags are considered with discounts of 5 percent and 6 percent [10].

As mentioned before, a normal distribution is used to consider risks regarding the average wind speed. Besides the mean value of 9.85 m/s, a standard deviation of 0.25 is calculated from the observed wind data. For the technical availability, a normal distribution is applied for every year. While the expected values of Figure 6 are used as mean values, a standard deviation of 0.5 is assumed.

4.1 Results

All assumptions about the multi factor model are integrated in the modified DCF model. The key results are presented in Table 1 while the distributions of the project values of the multi factor model and the model with FLH key figure are presented in Figure 7 and Figure 8. The results allow several statements about the project and the applied model:

1. The new approach results in a lower mean value than the old model with FLH. However, both approaches result in positive expected project values.
2. The standard deviation is lower although more input factors are considered and thus possible values are more concentrated around the mean value.
3. The kurtosis of the project value distribution with the new approach is higher. More results are in the tails of the distribution and more extreme, but rare events are projected.
4. The project value at a 95% confidence level is negative in both cases but significantly lower with the new approach.

	Mean	**Standard deviation**	**95% percentile**	**Prob. project value ≥ 0**	**Kurtosis**
Multi factor model	23.9 M€	43.1 M€	-47.5 M€	71.2 %	3.00
Model with FLH key figure [12]	96.7 M€	67.0 M€	-34.9 M€	87.8 %	2.57

Table 1: Comparison of key results

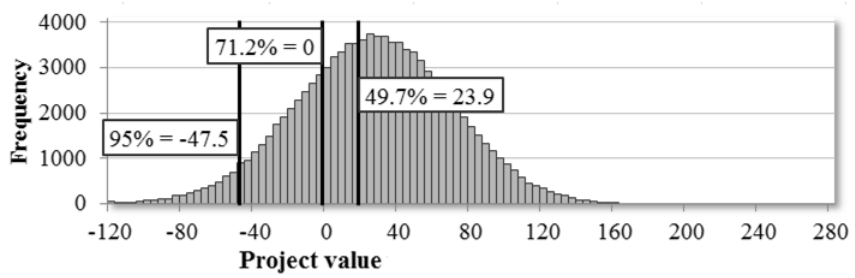


Figure 7: Distribution of the project value with multi factor model (in M€, 100000 simulations)

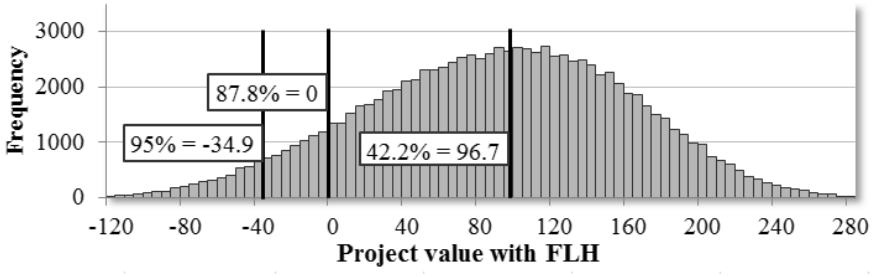


Figure 8: Distribution of the project value with FLH (in M€, 100000 simulations)

5 Discussion and Limitations

The presented results raise the question whether our new approach is more appropriate than the previous approach. One way of determining this is to compare the projected results and distribution

with the "real" distribution. Unfortunately, the "real" distribution of the project value is not observable, so a formal proof cannot be conducted. Yet, this argument can also be applied to the FLH analysis. And because more precise input parameters are used, it can be assumed that the distribution is closer to the "real" distribution.

While previous research of [12] and [13] draws a quite favorable conclusion with regard to corporate and project finance of offshore wind parks, our findings illustrate that the respective projects are more risky than previously anticipated. The lower mean value of e23.9m in combination with the project value at a 95% confidence level of only -47.5m indicates that the use of FLH results in an overestimation of returns an investor can achieve. The aggregation of several factors with different inherent risks and probability distributions to the FLH key figure leads to a distortion of results. There is no linear connection between the average wind speed and the FLH. Thus, using the Weibull distribution function and technical availability in order to derive the probability distribution of the project value generally provides a more realistic approach.

However, there are some limitations. Firstly, the average wind speed and the Weibull shape factor are used as input variables. While it is possible to derive these values from historical wind data for many regions, it might be difficult to get adequate data for any possible location. Nevertheless, it is still possible to use approximate values and estimations. Secondly, there are a few approximations about the technical availability and other limiting factors, e.g. the bathtub curve and the applied standard deviation for the technical availability. In general, the usage of more input variables increases the chance of errors. Thirdly, the model lacks a correlation analysis between the wind speed and technical availability. Higher wind speeds affect technical availability and could have a negative impact on the project value and distribution.

6 Conclusion and Outlook

An improved way of deriving key figures for the risk management and project value calculation of offshore wind parks is suggested in this paper. Instead of using the aggregate key figure of FLH, the underlying factors are analyzed, which is mainly the distribution of wind speeds in combination with a Weibull distribution. The importance of conducting analyses of the site-specific conditions of key figures is underlined. Differences in the Weibull shape factor have a huge impact on the project value and also might impact the construction time and O&M expenses. The replacement of the aggregated FLH key figure by the wind speed, its distribution, and other factors offers a more detailed analysis and lead to more specific results. It can be concluded that the approach presented in this paper helps to improve the consideration and measurement of risks when assessing wind energy projects.

Even though multiple limitations and weaknesses have been identified, they generally do not change the conclusion that the usage of this approach is superior to simply using FLH. However, further research needs to be conducted in order to verify whether the results of the introduced method with the energy production chain are still more realistic compared to simply using the FLH key figure. On the one hand, the input parameters are much less artificial than the input parameters from the previous FLH analysis. On the other hand, as there is no probability distribution of the project value that can be observed in reality, the better input parameters alone must serve as a justification for using the proposed approach. Additionally, the question whether OWP still offer a favorable risk-reward-ratio has to be subject of further research and a correlation analysis of the weather conditions and technical availability is yet to be conducted.

7 Literature

[1] Brocke, JV; Watson, RT; Dwyer, C; Elliot, S; Melville, N (2012): Green Information Systems: Directives for the IS Discipline. In: ICIS 2012 Proceedings.

[2] Chu, S; Majumdar, A (2012): Opportunities and challenges for a sustainable energy future, Nature 488:294-303.

[3] Dedrick, J (2010): Green IS: concepts and issues for information systems research, Communications of the Association for Information Systems 27(1).

[4] Faulstich, S; Hahn, B; Tavner, PJ (2011): Wind turbine downtime and its importance for offshore deployment. Wind Energy 14(3):327-337.

[5] Forschungs- und Entwicklungszentrum Fachhochschule Kiel (2013): FINO1 - Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee Nr. 1. http://www.fino1.de/en/location-sea-floor-waves-wind. Abgerufen am 20.05.2013.

[6] Gasch, R; Twele, J (2011): Windkraftanlagen: Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb. Springer, Heidelberg.

[7] Hau, E (2013): Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics. Springer, Heidelberg.

[8] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. Management Information Systems Quarterly 28(1):75-105.

[9] Hevner, AR (2007): A Three Cycle View of Design Science Research. Scandinavian Journal of Information Systems 19(2).

[10] Jarass, L; Obermair, GM; Voigt, W (2009): Windenergie: Zuverlässige Integration in die Energieversorgung. Springer, Berlin Heidelberg.

[11] Kossahl, J; Busse, S; Kolbe LM (2012): The Evolvement of Energy Informatics in the Information Systems Community – A Literature Analysis and Research Agenda. In: Proceedings of the 20th European Conference on Information Systems (ECIS 2012).

[12] Koukal, A; Breitner, MH (2013): A Decision Support Tool for the Risk Management of Offshore Wind Energy Projects. In: Proceedings of the 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI2013), Leipzig.

[13] Madlener, R; Siegers, L; Bendig, S (2009): Risikomanagement und -controlling bei Offshore-Windenergieanlagen. Zeitschrift für Energiewirtschaft 33(2): 135-146.

[14] March, ST; Smith, GS (1995): Design and Natural Science Research on Information Technology. Decision Support Systems 15(4):251-266.

[15] Munteanu, I; Bratcu, A; Cutululis, NA; Ceanga, E (2008): Optimal Control of Wind Energy Systems: Towards a Global Approach. Advances in Industrial Control.

[16] Nawri, N; Petersen, GN; Björnsson, H; Jónasson, K (2013): The wind energy potential of Iceland. Report of Icelandic Meteorological Office Reykjavik, Iceland.

[17] Offermann, P; Levina, O; Schönherr, M; Bub, U (2009): Outline of a Design Science Research Process. In: Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technologies. Philadelphia.

[18] Palvia, P; Midha, V; Pinjani, P (2006): Research Models in Information Systems. Communications of the Association for Information Systems 17(1):1042-1066.

[19] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2008): A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems 24(3):45-77.

[20] Seguro, JV; Lambert, TW (2000): Modern estimation of the parameters of the Weibull wind speed distribution for wind energy analysis. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 85(1):75-84.

[21] Tar, K (2008): Some statistical characteristics of monthly average wind speed at various heights. Renewable and Sustainable Energy Reviews 12(6):1712-1724.

[22] Troen, I; Lundtang Petersen, E (1989): European Wind Atlas. Roskilde, Denmark.

[23] Watson, RT; Boudreau, MC; Chen, AJ (2010): Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. MIS Quarterly 34(1):23-38.

Carsharing: A Literature Review and a Perspective for Information Systems Research

Kenan Degirmenci

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,
E-Mail: degirmenci@iwi.uni-hannover.de

Michael H. Breitner

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,
E-Mail: breitner@iwi.uni-hannover.de

Abstract

Private car ownership in the context of the ongoing urbanization is creating challenges concerning environmental pollution, high energy costs, and limited and expensive parking. As a reaction to these negative impacts, companies are developing new mobility alternatives to private car ownership. One alternative is carsharing that provides individuals with cars from a fleet on an as-needed basis. To create a conceptual structuring of the topic of carsharing, we conduct a literature review identifying 93 articles and six concepts, i.e., market analysis, location, travel behavior, information systems, electric carsharing, and sustainability. Findings are discussed and implications for information systems research are given.

1 Introduction

Private car ownership in the context of the ongoing urbanization is creating challenges concerning environmental pollution, high energy costs, and limited and expensive parking [36], [73], [74]. As a reaction to these negative impacts, companies are developing new mobility alternatives to private car ownership. One alternative is carsharing that provides individuals with cars from a fleet on an as-needed basis [29], [80]. Carsharing is considered as a short-term car rental [50], [59], [87] allowing members to gain the benefits of private car use without the costs and responsibilities of ownership [25], [81]. According to Navigant Research[1], the worldwide number of carsharing members will continue to grow from 2.3 million in 2013 to more than 12 million by 2020. Carsharing services revenue is estimated to grow from approximately $1 billion in 2013 to $6.2 billion by 2020.[2] Referring to Barth et al. [5], the growth of carsharing is substantially affected by the implementation of intelligent transportation system technologies. In order to improve overall efficiency, user-friendliness, and operational manageability of carsharing services, these technologies are used for various information systems (IS) driven domains such as internet- and smartphone-based reservations, smart card access to cars, onboard navigation, and global positioning system (GPS) technologies [4], [6], [62], [78].

In research, the topic of carsharing is becoming more and more important as well. This paper makes a theoretical contribution by creating a conceptual structuring of the topic and uncovering key concepts, i.e., market analysis, location, travel behavior, information systems, electric carsharing, and sustainability. An increasing number of studies investigate the topic of carsharing. With regard to IS research, carsharing is becoming more important as well due to the growing relevance of Green IS themes addressing issues of environmental sustainability (see, e.g., [46], [67]). This paper aims to give an overview of the current research in the carsharing area by conducting a literature review. While our literature review is in a holistic scope, our implications focus on IS research due to the fact that this paper is addressed to the IS research community in the first place. We explore the following research questions:

RQ1: What is the current state of research within the carsharing area?

RQ2: What is the perspective for information systems research in the context of carsharing?

This paper is structured as follows: first, we give a holistic literature review on the field of carsharing and outline identified concepts. Following the discussion of our findings, we present implications for IS research. Finally, limitations and conclusions are provided.

[1] Navigant Research (2013a): Carsharing Services Will Surpass 12 Million Members Worldwide by 2020. http://www.navigantresearch.com/newsroom/carsharing-services-will-surpass-12-million-members-worldwide-by-2020

[2] Navigant Research (2013b): Carsharing Programs: Carsharing Membership and Vehicle Fleets, Personal Vehicle Reduction, and Revenue from Carsharing Services: Global Market Analysis and Forecasts. http://www.navigantresearch.com/research/carsharing-programs

2 Literature Review

2.1 Identifying the Relevant Literature and Structuring the Review

To give a holistic overview of the current research in the carsharing area, a literature review was conducted. Following Webster and Watson[3], an effective review "creates a firm foundation for advancing knowledge" and "facilitates theory development, closes areas where a plethora of research exists, and uncovers areas where research is needed." Our underlying methodology is based on the structured approach by Webster and Watson. First, we searched the following research databases for relevant literature: ACM Digital Library, AISeL, Emerald, IEEE Xplore, INFORMS PubsOnLine, JSTOR, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis Online, Transportation Research Board's TRID, Web of Science, and Wiley Online Library. We used "carsharing" and "car sharing" as search keywords, and intensively analyzed the literature for relevance. Only literature in the English language and with a strong focus on commercial carsharing was considered; literature referring to peer-to-peer carsharing, carpooling, ridesharing, bikesharing, etc. was excluded. Second, we conducted a backward and a forward search. The backward search was carried out by reviewing the references of the identified articles, and the forward search was performed using Web of Science to identify further literature citing the identified articles. We identified 93 articles from 16 different journals and 8 conferences of the last ten years. Note that there is a dominant stream of carsharing literature from the Transportation Research Board, which is well regarded in the transportation research community. Third, as we read each article, we compiled a concept matrix identifying six concepts in the field of carsharing research, i.e., market analysis, location, travel behavior, information systems, electric carsharing, and sustainability (see Table 1). Thus, we structured our review by synthesizing the literature and discussing each identified concept.

Articles	**Concepts**					
	Market Analysis	Location	Travel Behavior	Information Systems	Electric Carsharing	Sustaina-bility
[1] Andrew and Douma 2006	X					
[2] Awasthi et al. 2007		X				
[3] Bardhi and Eckhardt 2012	X					
[4] Barth et al. 2003				X		
[5] Barth et al. 2004a				X		
[6] Barth et al. 2004b		X			X	
[7] Barth et al. 2006	X					
[8] Bieszczat and Schwieterman 2012	X					

[3] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):xiii–xxiii.

[9] Briest and Raupach 2011		X				
[10] Burkhardt and Millard-Ball 2006	X					
[11] Catherine et al. 2008	X					
[12] Celsor and Millard-Ball 2007	X	X		X		
[13] Cervero 2003	X					
[14] Cervero and Tsai 2004	X					
[15] Cervero et al. 2007	X					
[16] Chatterjee et al. 2013			X			
[17] Chen and Regan 2009				X		
[18] Cheu et al. 2006		X				
[19] Ciari et al. 2009	X					
[20] Ciari et al. 2013	X	X				
[21] Clavel et al. 2009	X					
[22] Clemente et al. 2013		X			X	
[23] Concas et al. 2013		X	X	X		
[24] Correia and Antunes 2012		X				
[25] Costain et al. 2012			X			
[26] Douma and Gaug 2009			X			
[27] Duncan 2011	X		X			
[28] Engel-Yan and Passmore 2013		X				
[29] Fan and Xu 2013		X				
[30] Fan et al. 2008		X				
[31] Febbraro et al. 2012		X				
[32] Firnkorn 2012		X				

[33] Firnkorn and Müller 2011		X				X
[34] Firnkorn and Müller 2012	X					X
[35] Grasset and Morency 2010	X					
[36] Habib et al. 2012			X			
[37] Heling et al. 2009					X	X
[38] Hinkeldein et al. 2012					X	
[39] Huwer 2004			X			
[40] Jorge et al. 2013		X				
[41] Karbassi and Barth 2003				X		
[42] Kato et al. 2012a	X					
[43] Kato et al. 2012b	X					
[44] Kek et al. 2006		X				
[45] Kek et al. 2009		X				
[46] Khanna and Venters 2013				X	X	X
[47] Kim and Yoon 2012	X					
[48] Lane 2005	X					
[49] Le Vine et al. 2013a			X			
[50] Le Vine et al. 2013b	X					
[51] Leclerc et al. 2013			X	X		
[52] Lee et al. 2011				X	X	
[53] Loose et al. 2006	X					
[54] Lorimier and El-Geneidy 2013	X					
[55] Martens et al. 2011	X					
[56] Martin and Shaheen 2011						X
[57] Martin et al. 2010	X					

[58] Millard-Ball et al. 2006		X				
[59] Morency et al. 2008			X			
[60] Morency et al. 2011			X			
[61] Morency et al. 2012			X			
[62] Mukai and Watanabe 2005		X				
[63] Musso et al. 2012	X					
[64] Nobis 2006	X		X			
[65] Ohta et al. 2013			X		X	
[66] Rabbitt and Ghosh 2013	X				X	X
[67] Rickenberg et al. 2013		X		X		X
[68] Rivasplata et al. 2013		X				
[69] Rodier and Shaheen 2004	X					
[70] Schaefers 2013			X			
[71] Schure et al. 2012		X				
[72] Schuster et al. 2005	X					
[73] Shaheen and Cohen 2007	X					
[74] Shaheen and Cohen 2013	X				X	
[75] Shaheen and Martin 2010	X					
[76] Shaheen and Novick 2005	X					
[77] Shaheen and Rodier 2005	X					
[78] Shaheen et al. 2003	X					
[79] Shaheen et al. 2004	X					
[80] Shaheen et al. 2006	X					

[81] Shaheen et al. 2009	X					
[82] Shaheen et al. 2010		X				
[83] Shaheen et al. 2013	X				X	
[84] Sioui et al. 2012			X			
[85] Stasko et al. 2012	X					
[86] Stillwater et al. 2009		X		X		
[87] Tal 2009			X			
[88] Uesugi et al. 2007		X				
[89] Wang et al. 2012	X					
[90] Xu and Lim 2007		X				
[91] Zheng et al. 2009	X					
[92] Zhou 2012	X					
[93] Zhou and Kockelman 2011	X		X			
Articles per Concept	**45**	**27**	**18**	**11**	**10**	**7**

Table 1: Concept Matrix

2.2 Concepts in the Field of Carsharing Research

The findings of the literature review show that most of the articles address the market situation for carsharing services (45 articles). Further areas of interest include location considerations (27 articles), travel behavior (18 articles), information systems (11 articles), electric carsharing (10 articles), and sustainability (7 articles).

Market Analysis

The first identified concept is the concept of market analysis. It describes various aspects of the carsharing market such as the market potential of carsharing in an international scope, the impacts of carsharing, and market trends and future development of carsharing. For example, Kato et al. [42] analyze the market potential of carsharing in four Japanese cities by conducting a survey focused on respondents' awareness and preferences of carsharing services. Rabbitt and Ghosh [66] evaluate the market potential of carsharing in Ireland using multiple alternative scenarios which examine the geographic, financial, and environmental factors influencing carsharing adoption. Further studies assess the market potential of carsharing, for example, in China [75], [89], the United States [1], [11], [27], [93], the United Kingdom [50], France [21], and Germany [34], [53], as well as in a global context [73], [74]. As of October 2012, most of the carsharing members are from North America

(51%) and Europe (39%), followed by Asia (9%), Australia (1%), and South America (>1%).[4] Some articles examine the market potential of carsharing by introducing and evaluating different pilot carsharing programs like PhillyCarShare [48], CarLink [76], [77], and City CarShare [13], [14], [15].

Location

The concept of location addresses one of the main challenges in carsharing systems: the relocation of cars. There are three types of carsharing systems: round-trip, one-way, and free-floating. In round-trip systems, members have to return a car at the station where they picked it up [88]. One-way systems allow members to pick up a car at one station and return it to a different station [40], while free-floating systems are operating without any fixed stations [32]. One-way and free-floating carsharing systems are causing car imbalances across the stations and locations of the cars [6], [24]. The imbalance of cars attributes to scholars' efforts in trying to optimize the relocation of cars [22], [31], [44], [45]. Further studies investigate the optimization of carsharing locations [67] and the role of parking requirements [28], [58].

Travel Behavior

This concept examines the impact of carsharing on several dimensions of travel behavior including attitudes of carsharing members, motivations of carsharing usage, and frequency of usage. For example, Costain et al. [25] present an analysis of a case study with a carsharing company in Toronto, Canada, to enhance the understanding of members' behaviors like attitude towards environment, attitude towards safety, frequency of usage, etc. Ohta et al. [65] conducted a survey in Japan targeting driver's-license holders to investigate the acceptance of carsharing. To explore the motivations of carsharing usage, Schaefers [70] performed 14 personal in-depth interviews with members of a carsharing provider in the United States and presented the results on the basis of a qualitative means-end chain analysis. Several other studies examine the motivations of carsharing usage [16], [26] and the frequency of usage [36], [60], [61], [84].

Information Systems

The concept of information systems in the context of carsharing examines various technologies such as intelligent transportation systems, geographic information systems, and information infrastructures. With regard to intelligent transportation systems, for example, Barth et al. [4] investigate different car access methods, i.e., lockbox, common key, and smart card access, by presenting a trade-off of costs on one side and security and user convenience on the other side. Further studies investigate wireless and mobile information systems, suggesting that Wi-Fi is a suitable communication technology for carsharing in urban areas [17] and providing insights into the usage of mobile devices such as smartphones for carsharing [23], [52]. In view of geographic information systems, Celsor et al. [12] undertake a geographic information system-based analysis of a carsharing program in Austin, Texas, presenting a tool that analyzes the neighborhood characteristics of existing carsharing locations. Regarding information infrastructures, Khanna and Venters [46] carry out a case study of the development of an information infrastructure in Berlin. The purpose of this particular information infrastructure is to develop a sustainable mobility service, which integrates electric carsharing into the public transport system.

[4] Shaheen, SA; Cohen, AP (2012): Innovative Mobility Carsharing Outlook: Carsharing Market Overview, Analysis, and Trends - Fall 2012. http://tsrc.berkeley.edu/node/701

Electric Carsharing

Electric car usage is considered to be capable of reducing carbon dioxide (CO_2) emissions [38], which is why electric carsharing is predicted to increase in the near future [74]. For example, Shaheen and Cohen [74] conducted 25 interviews with carsharing experts worldwide to examine future trends of carsharing considering electric cars as one aspect. According to McKinsey's electric vehicle index that assesses a nation's readiness to support an electric vehicle industry based on supply and demand, as of January 2012, the leading countries in the field of electric mobility are Japan, the United States, France, Germany, and China.[5] Further studies in this concept compare cost and CO_2 savings between electric and conventional cars [66] and investigate the attitude towards electric carsharing [37], [38].

Sustainability

Carsharing is considered to have potential in helping to create a sustainable transportation system [27]. The concept of sustainability is regarded by many carsharing research articles, of which some put a stronger focus on environmental issues. For example, Firnkorn and Müller [34] conducted a survey with carsharing members to examine environmental effects caused by the reduction of private car ownership. Further studies investigate the reduction of greenhouse gas and CO_2 emissions through the implementation of carsharing services [37], [56], [66]. In particular, Martin and Shaheen [56] examine the greenhouse gas emission impacts of carsharing in North America. They conclude that carsharing services are used by carless households with some increase in emissions and as an alternative with emission reductions, resulting in a net effect with an overall reduction in annual emissions.

3 Discussion and Implications for Information Systems Research

With regard to the defined parameters of our literature review, the concept of market analysis reveals the strongest interest in carsharing research counting approximately half of the reviewed literature. Since carsharing is a growing trend, it can be assumed that the analysis of the carsharing market all over the world will continue to attract research interest. In terms of the other identified concepts, it can be concluded that carsharing research demands an interdisciplinary approach. For example, the concept of location examines relocation algorithms for carsharing systems derived from operations research. The investigation of the electric car technology, on the other hand, addresses the engineering research community, e.g., the analysis of power electronics, batteries, and charging stations for electric cars, against the background of the integration of electric cars into carsharing fleets. This can be ascribed to the interdisciplinary nature of transportation research that additionally covers the further concepts of travel behavior, information systems, and sustainability.

This paper is addressed to the IS research community in the first place. Thus, the implications of the literature review focus on the field of IS research. Based on the findings of the literature review regarding the concept of information systems, three IS domains for carsharing research are identified, i.e., intelligent transportation systems, geographic information systems, and information infrastructures.

[5] Krieger, A; Radtke, P; Wang, L (2012): Recharging China's electric-vehicle aspirations. http://www.mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/recharging_chinas_electric-vehicle_aspirations

Intelligent Transportation Systems (ITS)

The reviewed literature suggests that intelligent transportation systems (ITS) are an important domain for IS research. Considering that carsharing providers deploy wireless and mobile information systems for ITS, several implications can be derived. Mobile applications are used more and more by carsharing providers to support various fields such as car search, reservation, and booking. In addition, there are applications that compute the driving behavior and the related consumption of fuel (conventional cars) and electricity (electric cars) or that are used as a digital key. Further research could examine the integration of mobile devices into in-car telematics. Hence, we call for an investigation of technical capabilities of the interface between mobile devices of carsharing members and the CAN bus of carsharing vehicles, e.g., using Bluetooth technology. For example, information about desired energy- and cost-efficient driving behaviors could be communicated to carsharing members using mobile applications as incentive systems. Thus, we recommend that further research examines wireless technologies as well as mobile application development and evaluation for carsharing systems.

Geographic Information Systems (GIS)

Geographic information systems (GIS) are another important domain to consider for IS research. For example, in order to enhance the understanding of carsharing members' travel behavior, further research could focus on the analysis of travel routes, e.g., using GPS technology (see [51]), or using artificial neural networks (see [18]). The investigation of GPS traces can contribute to a better understanding of carsharing usage motives. For example, in a study with 8,141 carsharing members in Montreal, Canada, using 362 cars equipped with GPS, Leclerc et al. [51] found that carsharing trips are mainly made for non work purposes (shopping, leisure, medical). Referring to artificial neural networks, the development of trip-forecasting models can help to estimate vehicle flows in a carsharing system. For example, Cheu et al. [18] developed trip-forecasting models to estimate the number of vehicles available from a station at a particular time of a day. GPS technology and artificial neural networks are relevant in GIS, which is why these two fields should be taken into consideration for further examinations. With regard to GIS for location optimization and decision analyses, developing decision support systems for round-trip carsharing (see [67]) and programming relocation algorithms for one-way and free-floating carsharing systems (see [44], [62]) are further promising research areas as well.

Information Infrastructures (II)

Information infrastructures (II) for carsharing services are another domain that should be addressed. For example, Khanna and Venters [46] examined II in the context of the development of a sustainable mobility service by conducting 53 interviews with relevant stakeholders. They conclude that the importance of II for mobility services will increase. Therefore, it is important to examine the understanding of II to improve the communication between carsharing members and carsharing providers. This includes consideration of the approach of business process management, for example, information, booking, and billing processes as well as data management for carsharing vehicles. In this context, the back end processes data regarding, e.g., the booking, the billing, and the deployment planning of carsharing vehicles. On the other hand, the front end as a provider-customer interface involves, e.g., portal solutions for desktop computers and mobile devices. Thus, we recommend to analyze and compare carsharing and electric carsharing II by investigating business processes and data management in terms of, e.g., economic efficiency, usability, and the software quality of the systems.

4 Limitations and Conclusion

Our literature review is subject to the following limitations, which present useful opportunities for further research. First, we limited our search for relevant literature to research databases in the field of IS and transportation research. Although several interdisciplinary research databases were also observed, no further discipline-specific databases were considered. We encourage researchers from other disciplines to extend a literature review on carsharing to further disciplines. Second, we only considered literature in the English language dealing with commercial carsharing. For example, regarding peer-to-peer carsharing, worldwide growth is predicted [74]. Hence, literature from other carsharing-related fields such as peer-to-peer carsharing, carpooling, ridesharing, bikesharing, etc. could be taken into account. Literature in other languages might be of interest as well. Third, although we outline all six identified concepts, our implications focus on IS research. This is due to the fact that we address the IS research community in the first place. Thus, we call for an extension of our implications to further carsharing-relevant disciplines such as transportation research, engineering research, operations research, and others.

In this paper, we presented a literature review on the topic of carsharing, which is considered as a new mobility alternative to private car ownership. In order to address Research Question 1, a conceptual structuring of the topic was created and six concepts were identified: market analysis, location, travel behavior, information systems, electric carsharing, and sustainability. With respect to Research Question 2, implications for information systems research were presented. A holistic view on the current research in the carsharing area suggests diversified and interdisciplinary possibilities for future research.

5 References

[1] Andrew, J; Douma, F (2006): Developing a Model for Car Sharing Potential in Twin Cities Neighborhoods. In: *Transportation Research Board 85th Annual Meeting*, January 22–26, Washington, D.C., Paper No. 06-2449.

[2] Awasthi, A; Breuil, D; Chauhan, SS; Parent, M; Reveillere, T (2007): A Multicriteria Decision Making Approach for Carsharing Stations Selection. Journal of Decision Systems 16(1):57–78.

[3] Bardhi, F; Eckhardt, GM (2012): Access-Based Consumption: The Case of Car Sharing. Journal of Consumer Research 39(4):881–898.

[4] Barth, M; Todd, M; Shaheen, SA (2003): Intelligent Transportation Technology Elements and Operational Methodologies for Shared-Use Vehicle Systems. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1841, pp. 99–108.

[5] Barth, M; Li, WR; Todd, M (2004a): Interoperability Options for Shared-Use Vehicle Systems. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1887, pp. 137–144.

[6] Barth, M; Todd, M; Xue, L (2004b): User-Based Vehicle Relocation Techniques for Multiple-Station Shared-Use Vehicle Systems. In: *Transportation Research Board 83rd Annual Meeting*, January 11–15, Washington, D.C.

[7] Barth, M; Shaheen, SA; Fukuda, T.; Fukuda, A (2006): Carsharing and Station Cars in Asia: Overview of Japan and Singapore. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1986, pp. 106–115.

[8] Bieszczat, A; Schwieterman, J (2012): Carsharing: Review of Its Public Benefits and Level of Taxation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2319, pp. 105–112.

[9] Briest, P; Raupach, C (2011): The Car Sharing Problem. In: Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures, June 4–6, San Jose, CA, USA, pp. 167–176.

[10] Burkhardt, JE; Millard-Ball, A (2006): Who Is Attracted to Carsharing? Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1986, pp. 98–105.

[11] Catherine, AL; Faghri, A; Trick, J; Fortunato III, BR; Suarez, RE (2008): In: *Transportation Research Board 87th Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 08-1806.

[12] Celsor, C; Millard-Ball, A (2007): Where Does Carsharing Work? Using Geographic Information Systems to Assess Market Potential. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1992, pp. 61–69.

[13] Cervero, R (2003): City CarSare: First-Year Travel Demand Impacts. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1839, pp. 159–166.

[14] Cervero, R; Tsai, Y (2004): City CarShare in San Francisco, California: Second-Year Travel Demand and Car Ownership Impacts. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1887, pp. 117–127.

[15] Cervero, R; Golub, A; Nee, B (2007): City CarShare: Longer-Term Travel Demand and Car Ownership Impacts. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1992, pp. 70–80.

[16] Chatterjee, K; Andrews, G; Ricci, M; Parkhurst, G (2013): Qualitative Insights on the Travel Behaviour Effects of Joining a Carshare. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 13-4590.

[17] Chen, R; Regan, AC (2009): Wireless Networks for Car and Ride Sharing Systems: An Assessment of 802.11 Wi-Fi. In: *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, January 11–15, Washington, D.C., Paper No. 09-0750.

[18] Cheu, RL; Xu, J; Kek, AGH; Lim, WP; Chen, WL (2006): Forecasting Shared-Use Vehicle Trips with Neural Networks and Support Vector Machines. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1968, pp. 40–46.

[19] Ciari, F; Balmer, M; Axhausen, KW (2009): Concepts for a large scale car-sharing system: Modeling and evaluation with an agent-based approach. In: *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, January 11–15, Washington, D.C., Paper No. 09-1888.

[20] Ciari, F; Schuessler, N; Axhausen, KW (2013): Estimation of Carsharing Demand Using an Activity-Based Microsimulation Approach: Model Discussion and Some Results. International Journal of Sustainable Transportation 7(1):70–84.

[21] Clavel, R; Mariotto, M; Enoch, M (2009): Carsharing in France: Past, Present and Future. In: *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, January 11–15, Washington, D.C., Paper No. 09-2007.

[22] Clemente, M; Fanti, MP; Mangini, AM; Ukovich, W (2013): The Vehicle Relocation Problem in Car Sharing Systems: Modeling and Simulation in a Petri Net Framework. In: Colom, JM; Desel,

J (Eds), *Proceedings of the 34th International Conference on Application and Theory of Petri Nets and Concurrency*, June 24–28, Milan, Italy, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7927, Springer, Berlin, pp. 250–269.

[23] Concas, S; Barbeau, SJ; Winters, PL; Georggi, NL; Bond, J (2013): Using Mobile Apps to Measure Spatial Travel-Behavior Changes of Carsharing Users. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 13-1107.

[24] Correia, GHdA; Antunes, AP (2012): Optimization approach to depot location and trip selection in one-way carsharing systems. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 48(1):233–247.

[25] Costain, C; Ardron, C; Habib, KN (2012): Synopsis of users' behaviour of a carsharing program: A case study in Toronto. Transportation Research Part A: Policy and Practice 46(3):421–434.

[26] Douma, F; Gaug, R (2009): Carsharing in the Twin Cities: Measuring Impacts on Travel Behavior and Automobile Ownership. In: *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, January 11–15, Washington, D.C., Paper No. 09-0446.

[27] Duncan, M (2011): The cost saving potential of carsharing in a US context. Transportation 38(2):363–382.

[28] Engel-Yan, J; Passmore, D (2013): Carsharing and Car Ownership at the Building Scale: Examining the Potential for Flexible Parking Requirements. Journal of the American Planning Association 79(1):82–91.

[29] Fan, WD; Xu, Y (2013): Managing Dynamic Vehicle Allocation for Car Sharing Systems: A Stochastic Programming Approach. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 13-0324.

[30] Fan, WD; Machemehl, RB; Lownes, NE (2008): Carsharing: Dynamic Decision-Making Problem for Vehicle Allocation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2063, pp. 97–104.

[31] Febbraro, AD; Sacco, N; Saeednia, M (2012): One-Way Carsharing: Solving the Relocation Problem. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2319, pp. 113–120.

[32] Firnkorn, J (2012): Triangulation of two methods measuring the impacts of a free-floating carsharing system in Germany. Transportation Research Part A: Policy and Practice 46(10):1654–1672.

[33] Firnkorn, J; Müller, M (2011): What will be the environmental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm. Ecological Economics 70(8):1519–1528.

[34] Firnkorn, J; Müller, M (2012): Selling Mobility instead of Cars: New Business Strategies of Automakers and the Impact on Private Vehicle Holding. Business Strategy and the Environment 21(4)264–280.

[35] Grasset, V; Morency, C (2010): Carsharing: Analyzing the interaction between neighborhood features and market share. In: *Transportation Research Board 89th Annual Meeting*, January 10–14, Washington, D.C., Paper No. 10-1304.

[36] Habib, KMN; Morency, C; Islam, MT; Grasset, V (2012): Modelling users' behaviour of a carsharing program: Application of a joint hazard and zero inflated dynamic ordered probability model. Transportation Research Part A: Policy and Practice 46(2):241–254.

[37] Heling, MG; Saphores, JDM; Samuelsen, GS (2009): User Characteristics and Responses to a Shared-Use Station Car Program: An Analysis of ZEV-NET in Orange County, California. In: *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, January 11–15, Washington, D.C., Paper No. 09-3260.

[38] Hinkeldein, D; Hoffmann, C; Schönduwe, R (2012): Using Attitude-Based Focus Groups to Analyze the Potential of Electric Vehicles as Part of Integrated Mobility Services. In: *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*, January 22–26, Washington, D.C., Paper No. 12-1188.

[39] Huwer, U (2004): Public transport and car-sharing – benefits and effects of combined services. Transport Policy 11(1):77–87.

[40] Jorge, D; Correia, G; Barnhart, C (2013): Comparing optimal relocation operations with simulated relocation policies in one-way carsharing systems. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 13-4559.

[41] Karbassi, A; Barth, M (2003): Vehicle route prediction and time of arrival estimation techniques for improved transportation system management. In: *Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, June 9–11, Columbus, OH, USA, pp. 511–516.

[42] Kato, H; Inagi, A; Igo, T (2012a): Awareness and Potential Choices of Carsharing: Comparative Analysis of Data from Four Japanese Cities. In: *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*, January 22–26, Washington, D.C., Paper No. 12-0351.

[43] Kato, H; Suzuki, S; Kayama, S; Kawanobe, T; Kusumoto, J (2012b): Stakeholder Analysis of the Urban Carsharing Market in Tokyo, Japan. In: *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*, January 22–26, Washington, D.C., Paper No. 12-0352.

[44] Kek, AGH; Cheu, RL; Chor, ML (2006): Relocation Simulation Model for Multiple-Station Shared-Use Vehicle Systems. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1986, pp. 81–88.

[45] Kek, AGH; Cheu, RL; Meng, Q; Fung, CH (2009): A decision support system for vehicle relocation operations in carsharing systems. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 45(1):149–158.

[46] Khanna, A; Venters, W (2013): The Role of Intermediaries in Designing Information Infrastructures in Strategic Niches: The Case of a Sustainable Mobility Infrastructure Experiment in Berlin. In: *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems*, June 6–8, Utrecht, Netherlands.

[47] Kim, S; Yoon, B (2012): Developing a process of concept generation for new product-service systems: a QFD and TRIZ-based approach. Service Business 6(3):323–348.

[48] Lane, C (2005): PhillyCarShare: First-Year Social and Mobility Impacts of Carsharing in Philadelphia, Pennsylvania. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1927, pp. 158–166.

[49] Le Vine, S; Adamou, O; Polak, J (2013a): A needs-based stated-response method to predict the impacts of new forms of travel. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 13-4461.

[50] Le Vine, S; Sivakumar, A; Polak, J; Lee-Gosselin, M (2013b): The Market and Impacts of New Types of Carsharing Systems: Case Study of Greater London. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 13-4389.

[51] Leclerc, B; Trépanier, M; Morency, C (2013): Unraveling the Travel Behaviors of Carsharing Members from GPS Traces. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D. C., Paper No. 13-1705.

[52] Lee, J; Nah, J; Park, Y; Sugumaran, V (2011): Electric Car Sharing Service Using Mobile Technology. In: *Proceedings of the International Conference on Information Resources Management (CONF-IRM)*, June 12–14, Seoul, Korea.

[53] Loose, W; Mohr, M; Nobis, C (2006): Assessment of the Future Development of Car Sharing in Germany and Related Opportunities. Transport Reviews 26(3):365–382.

[54] Lorimier, AD; El-Geneidy, AM (2013): Understanding the Factors Affecting Vehicle Usage and Availability in Carsharing Networks: A Case Study of Communauto Carsharing System from Montréal, Canada. International Journal of Sustainable Transportation 7(1):35–51.

[55] Martens, K; Sierzchula, W; Pasman, S (2011): Broadening the Market for Carshare? Results of a Pilot Project in the Netherlands. In: *Transportation Research Board 90th Annual Meeting*, January 23–27, Washington, D.C., Paper No. 11-0615.

[56] Martin, E; Shaheen, SA (2011): Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 12(4):1074–1086.

[57] Martin, E; Shaheen, SA; Lidicker, J (2010): Impact of Carsharing on Household Vehicle Holdings: Results from North American Shared-Use Vehicle Survey. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2143, pp. 150–158.

[58] Millard-Ball, A; Murray, G; Schure JT (2006): Car-Sharing as a Parking Management Strategy. In: *Transportation Research Board 85th Annual Meeting*, January 22–26, Washington, D.C., Paper No. 06-0652.

[59] Morency, C; Trépanier, M; Martin, B (2008): Object-Oriented Analysis of Carsharing System. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2063, pp. 105–112.

[60] Morency, C; Trépanier, M; Agard, B (2011): Typology of carsharing members. In: *Transportation Research Board 90th Annual Meeting*, January 23–27, Washington, D.C., Paper No. 11-1236.

[61] Morency, C; Habib, KMN; Grasset, V; Islam, MT (2012): Understanding members' carsharing (activity) persistency by using econometric model. Journal of Advanced Transportation 46(1):26–38.

[62] Mukai, N; Watanabe, T (2005): Dynamic Location Management for On-Demand Car Sharing System. In: Khosla, R; Howlett, RJ; Jain, LC (Eds), *Proceedings of the 9th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*,

September 14–16, Melbourne, Australia, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 3681, Springer, Berlin, pp. 768–774.

[63] Musso, A; Corazza, MV; Tozzi, M (2012): Car Sharing Management Between Research and Innovation: The Rome Case. In: *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*, January 22–26, Washington, D.C., Paper No. 12-1591.

[64] Nobis, C (2006): Carsharing as Key Contribution to Multimodal and Sustainable Mobility Behavior: Carsharing in Germany. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1986, pp. 89–97.

[65] Ohta, H; Fujii, S; Nishimura, Y; Kozuka, M (2013): Analysis of the Acceptance of Carsharing and Eco-Cars in Japan. International Journal of Sustainable Transportation 7(6):449–467.

[66] Rabbitt, N; Ghosh, B (2013): A study of feasibility and potential benefits of organised car sharing in Ireland. Transportation Research Part D: Transport and Environment 25:49–58.

[67] Rickenberg, TA; Gebhardt, A; Breitner, MH (2013): A Decision Support System for the Optimization of Car Sharing Stations. In: *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems*, June 6–8, Utrecht, Netherlands.

[68] Rivasplata, C; Guo, Z; Lee, RW; Keyon, D (2013): Residential On-Site Carsharing and Off-Street Parking: The Case of the San Francisco Bay Area. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 13-4296.

[69] Rodier, C; Shaheen, SA (2004): Carsharing and Carfree Housing: Predicted Travel, Emission, and Economic Benefits. In: *Transportation Research Board 83rd Annual Meeting*, January 11–15, Washington, D.C.

[70] Schaefers, T (2013): Exploring carsharing usage motives: A hierarchical means-end chain analysis. Transportation Research Part A: Policy and Practice 47:69–77.

[71] Schure, JT; Napolitan, F; Hutchinson, R (2012): Cumulative Impacts of Carsharing and Unbundled Parking on Vehicle Ownership and Mode Choice. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2319, pp. 96–104.

[72] Schuster, TD; Byrne, J; Corbett, J; Schreuder, Y (2005): Assessing the Potential Extent of Carsharing: A New Method and Its Implications. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1927, pp. 174–181.

[73] Shaheen, SA; Cohen, AP (2007): Growth in Worldwide Carsharing: An International Comparison. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1992, pp. 81–89.

[74] Shaheen, SA; Cohen, AP (2013): Carsharing and Personal Vehicle Services: Worldwide Market Developments and Emerging Trends. International Journal of Sustainable Transportation 7(1):5–34.

[75] Shaheen, SA; Martin, E (2010): Demand for Carsharing Systems in Beijing, China: An Exploratory Study. International Journal of Sustainable Transportation 4(1):41–55.

[76] Shaheen, SA; Novick, L (2005): Framework for Testing Innovative Transportation Solutions: Case Study of CarLink, a Commuter Carsharing Program. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1927, pp. 149–157.

[77] Shaheen, SA; Rodier, CJ (2005): Travel Effects of a Suburban Commuter Carsharing Service: CarLink Case Study. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1927, pp. 182–188.

[78] Shaheen, SA; Meyn, M; Wipyewski, K (2003): U.S. Shared-Use Vehicle Survey Findings on Carsharing and Station Car Growth: Obstacles and Opportunities. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1841, pp. 90–98.

[79] Shaheen, SA; Schwartz, A; Wipyewski, K (2004): Policy Considerations for Carsharing and Station Cars: Monitoring Growth, Trends, and Overall Impacts. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1887, pp. 128–136.

[80] Shaheen, SA; Cohen, AP; Roberts, D (2006): Carsharing in North America: Market Growth, Current Developments, and Future Potential. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1986, pp. 116–124.

[81] Shaheen, SA; Cohen, AP; Chung, MS (2009): North American Carsharing: 10-Year Retrospective. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2110, pp. 35–44.

[82] Shaheen, SA; Cohen, AP; Martin, E (2010): Carsharing Parking Policy: Review of North American Practices and San Francisco, California, Bay Area Case Study. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2187, pp. 146–156.

[83] Shaheen, SA; Cano, LA; Camel, ML (2013): Electric Vehicle Carsharing in a Senior Adult Community in the San Francisco Bay Area. In: *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, January 13–17, Washington, D.C., Paper No. 13-4491.

[84] Sioui, L; Morency, C; Trépanier, M (2012): How Carsharing Affects the Travel Behavior of Households: A Case Study of Montréal, Canada. International Journal of Sustainable Transportation 7(1):52–69.

[85] Stasko, TH; Buck, AB; Gao, HO (2012): Impacts of Carsharing in a University Setting: Changes in Vehicle Ownership, Parking Demand, and Mobility in Ithaca, NY. In: *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*, January 22–26, Washington, D.C., Paper No. 12-4053.

[86] Stillwater, T; Mokhtarian, PL; Shaheen, SA (2009): Carsharing and the Built Environment: Geographic Information System-Based Study of One U.S. Operator. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2110, pp. 27–34.

[87] Tal, G (2009): Evaluating the Effect of Car-Sharing: Exploring the Gap Between What We Know vs. What We Need to Know and Its Effect on Optimism Bias. In: *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, January 11–15, Washington, D.C., Paper No. 09-0742.

[88] Uesugi, K; Mukai, N; Watanabe, T (2007): Optimization of Vehicle Assignment for Car Sharing System. In: Apolloni, B; Howlett, RJ; Jain, L (Eds), *Proceedings of the 11th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, September 12–14, Vietri sul Mare, Italy, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 4693, Springer, Berlin, pp. 1105–1111.

[89] Wang, M; Martin, EW; Shaheen, SA (2012): Carsharing in Shanghai, China: Analysis of Behavioral Response to Local Survey and Potential Competition. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2319, pp. 86–95.

[90] Xu, JX; Lim, JS (2007): A New Evolutionary Neural Network For Forecasting Net Flow of A Car Sharing System. In: *Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation*, September 25–28, Singapore, pp. 1670–1676.

[91] Zheng, J; Scott, M; Rodriguez, M; Sierzchula, W; Platz, D; Guo, JY; Adams, TM (2009): Carsharing in a University Community: Assessing Potential Demand and Distinct Market Characteristics. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2110, pp. 18–26.

[92] Zhou, J (2012): An analysis of university employee car-sharers in Los Angeles. Transportation Research Part D: Transport and Environment 17(8):588–591.

[93] Zhou, BB; Kockelman, KM (2011): Opportunities for and Impacts of Carsharing: A Survey of the Austin, Texas Market. International Journal of Sustainable Transportation 5(3):135–152.

Teilkonferenz: Enterprise Modeling and Enterprise IS

The track “Enterprise Modeling and Enterprise IS” encompasses two of the core topics in business and information systems engineering research. While enterprise information systems take into account people, information and communications technology, organizational concepts, and the interrelationships between them from a holistic perspective, enterprise modeling is concerned with the development of languages and methods for the conceptual representation, design, implementation, and analysis of these systems.

In addition to the advancement of existing theories, also new methods as well as practical and empirical contributions are covered by the papers in three prominent groups:

(1) Papers in the first group contribute to the advancement of enterprise modeling in general. Specifically papers contribute to process modeling, process model analysis, the development of reference models, and to factors improving the comprehensibility of models.

(2) Papers in the second group discuss the use of enterprise models in specific application scenarios like enterprise transformation, enterprise architecture management, and crowdsourcing.

(3) Papers in the third group contribute to the understanding of selected design goals for enterprise IS like standardization, individualization, and agility.

We greatly appreciate the contributions of the authors that submitted to this track and we would like to thank the program committee for delivering high-quality reviews.

December 2013

Dimitris Karagiannis, Stephan Aier, Hans-Georg Fill, Robert Winter

(Teilkonferenzleitung)

Gestaltungsdimensionen der Individualisierung von Unternehmenssoftware

Georg Herzwurm

Universität Stuttgart, Betriebswirtschaftliches Institut, Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik II, 70174 Stuttgart, herzwurm@wius.bwi.uni-stuttgart.de

Lars Oliver Mautsch

Universität Stuttgart, Betriebswirtschaftliches Institut, Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik II, 70174 Stuttgart, mautsch@wius.bwi.uni-stuttgart.de

Benedikt Krams

Universität Stuttgart, Betriebswirtschaftliches Institut, Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik II, 70174 Stuttgart, krams@wius.bwi.uni-stuttgart.de

Abstract

Vor dem Hintergrund Unternehmenskontext-beeinflussender Megatrends motiviert dieser Beitrag die Notwendigkeit der Individualisierung von Unternehmenssoftware (UNSW). Darauf aufbauend wird der Stand der Forschung der Individualisierung von Produkten, Services und Prozessen aufgezeigt, um anhand softwarespezifischer Charakteristika die Übertragung des Stands der Forschung auf UNSW zu überprüfen. Der Beitrag identifiziert Dimensionen und Ausprägungen der Individualisierung von UNSW und spannt einen morphologischen Kasten der Individualisierung von UNSW auf. Die Ausführungen schließen mit Implikationen für die Individualisierung von UNSW dem Kontingenzansatz folgend: Dazu gehen Dimensionen und Ausprägungen des morphologischen Kastens als Gestaltungsparameter in einen konzeptionellen Bezugsrahmen der Individualisierung ein. Der Beitrag zeigt weiteren Forschungsbedarf zur Durchdringung des konzeptionellen Bezugsrahmens auf.

1 Notwendigkeit der Individualisierung von Unternehmenssoftware und Vorgehensweise

Unternehmen am Anfang des 21. Jahrhunderts sind einer Vielzahl von Rahmenbedingungen ausgesetzt, die Einfluss auf die unternehmerische Tätigkeit und strategische Ausrichtung der Unternehmen haben. Studien identifizieren Rahmenbedingungen, so genannte *Megatrends*, bei denen es sich um Globalisierung und Glolokalisierung, eine immer älter werdende Gesellschaft, Notwendigkeit der Nachhaltigkeit, Individualisierung, Bedeutung des Wissens um globale Informations- und Kommunikationssysteme, zunehmende Urbanisierung, wachsende Bedeutung der Finanzmärkte sowie steigende Verschuldungen der öffentlichen Haushalte handelt [3],[37].

Für Unternehmen der Softwareindustrie gelten neben den oben erwähnten Rahmenbedingungen weitere, die den Charakteristika von IT und Software im Speziellen geschuldet sind (vgl. Kapitel 2.2). So identifiziert eine Studie der Lünendonk GmbH ebenfalls Globalisierung als einen Megatrend, darüber hinaus aber auch Themen wie Innovation, Prozessoptimierung, Kostenoptimierung sowie steigender Wettbewerbsdruck als zentrale Herausforderungen für IT-Unternehmen; vor dem Hintergrund einer prognostizierten zunehmenden Bedeutung von Kosteneffizienz und Innovation nimmt die prognostizierte Bedeutung von Standardisierung laut dieser Studie ab [24].

Darüber hinaus ist die *Relevanz von IT* in Unternehmen ungebrochen: Studien zeigen auf, dass Budgets für IT-Ausgaben weiterhin steigen [17] sowie die weltweite Nachfrage nach IT trotz der Finanzkrise in 2010 um vier Prozent gestiegen ist [6] und die Bedeutung von Software im Alltag weiterhin zu nimmt [14]. UNSW macht in diesem Kontext etwa 85% des Anteils am Markt für Software aus [6]. Vor dem Hintergrund der ungebrochenen Relevanz von UNSW sowie als Reaktion auf Wettbewerbs- und Kostendruck sowie Marktmacht und Heterogenität der Kunden, Fragmentierung der Märkte und sinkenden Produktlebenszyklen [15], [38] stellt Individualisierung als Ausrichtung eines Produkts auf direkt geäußerte Kundenwünsche die Möglichkeit dar, diesen Herausforderungen als Konsequenz der oben erwähnten Rahmenbedingungen zu begegnen [15],[27].

Trotz dieser exemplarisch aufgezeigten Notwendigkeit der Individualisierung von UNSW stellen die Individualisierung von Software und die von UNSW im Speziellen in der Forschung einen noch wenig betrachteten Gegenstandsbereich dar [20]. Insbesondere existieren keine systematischen Ansätze, die das Spektrum der Individualisierung von UNSW aufzeigen, dokumentieren und überprüfen. Dieser Beitrag zeigt vor diesem Hintergrund folgende *Zusammenhänge* auf:

- Ansätze der Individualisierung von Produkten aus den Bereichen der Produktion oder des Marketing lassen sich nicht vorbehaltlos auf UNSW adaptieren. Grund dafür sind spezifische Charakteristika von Software.
- Existierende, meist technikzentrierte, Ansätze zur Individualisierung von UNSW wie bspw. [7] zeichnen noch kein umfassendes Bild, insbesondere fehlt eine Einordnung in den Kontext der Softwareindustrie.
- Eine eingehende Betrachtung der Individualisierung ist daher aus einer ganzheitlichen Perspektive notwendig. Ergebnis dieser Betrachtung sind Dimensionen und Ausprägungen der Individualisierung von UNSW, die in einem morphologischen Kasten zusammengefasst werden.
- Dem Kontingenzansatz folgend, werden die Dimensionen und Ausprägungen des morphologischen Kastens in einen konzeptionellen Bezugsrahmen der Individualisierung von UNSW als Gestaltungsparameter eingeordnet. Unternehmen der Softwareindustrie haben so ein Instrument zur

Hand, um situative Gestaltungsempfehlungen für die individuelle Geschäftsmodell- und Netzwerkkonfiguration in Software Ökosystemen abzuleiten.

Um obig dargestellte Zusammenhänge erklären zu können, wird sich neben einer *Literaturanalyse*[1] der *theoretisch-intellektualistischen Herangehensweise* bedient, bei der es sich um eine übergeordneter Herleitungsform zur Theoriefindung handelt, die im Gegensatz zu einer empirischen Herleitungsform eine direkte Kontaktnahme mit dem Untersuchungsfeld vermeidet [39]. Diese Forschungsmethodik wurde gewählt, um der geringen Durchdringung der Individualisierung von UNSW in der wissenschaftlichen Literatur Rechnung zu tragen.

Der Beitrag nähert sich der Individualisierung von UNSW grundsätzlich aus zwei Perspektiven: einer etablierten, produktionsbezogenen Perspektive, die dazu *Konzepte der kundenindividuellen Massenfertigung* (Mass Customization) sowie *Individualisierung absatzpolitischer Instrumente* (Mass Customized Marketing) für Produkte, Services und Prozesse vorstellt [18],[28],[31], sowie einer neueren, softwareentwicklungsbezogenen Perspektive, die dazu u.a. Konzepte des *Software Mass Customization*) vorstellt [15]. Daraus werden Erkenntnisse für die Gestaltung der Individualisierung von UNSW abgeleitet (vgl. Kapitel 3).

2 Stand der Forschung: Individualisierung von Produkten, Services, Prozessen versus Individualisierung von Software

2.1 Mass Customization und verwandte Disziplinen

Mass Customization[2] ist „nicht einfach (..) ein Produktionskonzept (…), sondern (…) ein wettbewerbsstrategisches Konzept“ [15] weshalb Unternehmen geeignete Prozesse insbesondere in den Bereichen Produktion und Marketing entwickeln müssen [15]. Piller unterscheidet in seinen Ausführungen elf Konzeptionen zur Systematisierung von Mass Customization, kritisiert die Vielfältigkeit der Abgrenzungskriterien, die diesen elf Konzeptionen zugrunde liegen und schlägt daher eine zweigeteilte Systematisierung vor, in der *Soft und Hard Customization* je einen Pfeiler der Systematik darstellen [27]. In seiner Systematisierung unterscheidet er verschiedene Ausprägungen, die sich im Umfang der kundenindividuellen Wertschöpfung unterscheiden [27]. Wird das wissenschaftliche Schriftum hinsichtlich Typologien der *Individualisierung absatzpolitischer Instrumente* studiert, so zeigt sich ein ähnlich uneinheitliches Bild. Mayer identifiziert bspw. dreizehn Autoren/Autorengruppen, deren Systematisierungsvorschläge Gestaltungsgrößen für materielle Produkte darlegen; ein ähnliches Bild zeichnet sich bei den Gestaltungsgrößen für Dienstleistungen ab [25]. Exemplarisch kann das Integrationskonzept genereller Leistungsindividualisierung im *Mass Customized Marketing*, also marktorientierter und individueller Befriedigung von Bedürfnissen einer großen Zahl von Nachfragern, aufgeführt werden; dieses widmet sich auch explizit der Betrachtung von Prozessen [33].

[1] Als Quellen dienten u.a. EBSCOhost, IEEE Xplore, Elektronische Zeitschriftenbibliothek (EZB), Karlsruher Virtueller Katalog (KVT) sowie entsprechende Dokumentenliefer-, Fernleih- und E-Book Bereitstellungsdienste; diese Ausarbeitung erhebt nicht den Anspruch einer rigorosen Literaturanalyse wie etwa von vom Brocke et al. gefordert [36].

[2] „Mass Customization (…) ist die Produktion von Gütern und Leistungen für einen (relativ) großen Absatzmarkt, welche die unterschiedlichen Bedürfnisse jedes einzelnen Nachfragers dieser Produkte treffen, zu Kosten, die ungefähr denen einer massenhaften Fertigung eines zugrunde liegenden Standardprodukts entsprechen“ [28].

Erkenntnisse dieser exemplarischen Betrachtung können nicht ohne tiefere Betrachtung des Untersuchungsgegenstands auf UNSW übertragen werden. Der in Kapitel 3 dargestellte morphologische Kasten der Individualisierung von UNSW berücksichtigt diesen Umstand und zeigt die Ergebnisse der Untersuchung zur Übertragung der Konzepte aus Produktion und Marketing auf die Softwareentwicklung auf.

2.2 Übertragbarkeit der Individualisierung von Produkten, Services und Prozessen auf Unternehmenssoftware

Unternehmenssoftware (Business Software) wird als zentrale betriebswirtschaftliche Anwendungssoftware eines Unternehmens verstanden, die die Gestaltung und Abbildung von Geschäftsprozessen als Kernaufgabe innehat [1],[4].

Es existiert eine Abgrenzung gegenüber Software für den Privatgebrauch [32], die auf dem Hinzuziehen des zugrunde liegenden Markttyps gestützt werden kann: Im Gegensatz zu Software für den Privatgebrauch, die im Sinne eines Konsumguts für einen anonymen Massenmarkt entwickelt wird, handelt es sich bei UNSW um Software im Sinne von Investitionsgütern für einen bekannten Investitionsgütermarkt. Bei Investitionsgütern sind die Nachfrager Organisationen und keine Konsumenten [16]. Die Abgrenzung hinsichtlich der Nutzer ist jedoch nicht überschneidungsfrei, da bspw. Büroanwendungen im Geschäfts- wie auch im Privatbereich verwendet und sowohl als Konsum- als auch als Investitionsgüter vertrieben werden [5],[16].

Neben dem Bereich des Softwareeinsatzes (Geschäfts- versus Privatbereich) wird UNSW auch bezüglich der Unterteilung in Standard- oder Individualsoftware abgegrenzt. Schmidt argumentiert, dass aufgrund der Geschäftsprozessorientierung es sich bei UNSW häufig um Standardsoftware handelt, die für den Gebrauch in verschiedenen Organisationen entwickelt wird [32]. Daneben existieren auch Individualsoftwarelösungen, die ebenfalls ausschließlich für den betrieblichen Gebrauch entwickelt werden, aber auf die individuellen Bedürfnisse einer Organisation zugeschnitten sind [9],[32]. Unter der Individualisierung von UNSW kann generisch die Anpassung von betrieblicher Anwendungssoftware in Form von Standard- und Individualsoftware an individuelle betriebliche Anforderungen verstanden werden.[3] Dazu werden die Formen *Parametrisierung*, *Konfiguration*, *Ergänzungsprogrammierung* und *Individualsoftwareentwicklung* in der wissenschaftlichen Literatur unterschieden [26].

Software unterliegt eigenständigen Merkmalen oder Charakteristika, die eine konzentrierte Abhandlung dieser nahe legt, um darauf aufbauend Überlegungen hinsichtlich der Übertragbarkeit der im Kontext von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen zu identifizierenden Dimensionen der Individualisierung Validität zu verleihen. Grundsätzlich besitzt Software einen immateriellen Charakter, ohne aber alle Charakteristika von Dienstleistungen aufzuweisen [15]. Insbesondere ist Software in Anlehnung an den substanziellen Produktbegriff kein Produkt, da physisch-technische Eigenschaften fehlen [16]. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden auszugsweise Merkmale von Software aufgezeigt, kurz erläutert und exemplarische Hinweise auf die Konsequenz eines Merkmals auf die Individualisierung von UNSW vor dem Hintergrund obigen Verständnisses gegeben (für diese und ergänzende Charakteristika siehe bspw. [15],[16]).

- *Exemplarisches Merkmal 1*: Entwicklung und Fertigung fallen bei der Softwareerstellung zusammen. *Erläuterung*: Es existiert keine Trennung dieser beiden Bereiche; nach erstmaliger

[3] Individualisierung bedeutet „Anpassung einer Marktleistung an eine möglichst kleine Gruppe von Konsumenten bis hin zu einzelnen Kunden“[30].

Fertigstellung ist die Entwicklung abgeschlossen. *Auswirkung*: Es werden Softwareentwicklungs- und nicht Fertigungsprozesse betrachtet.

- *Exemplarisches Merkmal 2*: Software ist leicht änderbar. *Erläuterung*: Software kann während des, spät im und nach dem Entwicklungsprozess verändert werden. *Auswirkung*: UNSW kann durch Parametrisierung nach dem Entwicklungsprozess durch Endanwender individualisiert werden.

Diese exemplarischen Merkmale von Software werden in Kapitel 3 aufgegriffen, um der theoretisch-intellektualistischen Vorgehensweise zur Identifikation von Gestaltungsdimensionen der Individualisierung von UNSW im dort vorgestellten morphologischen Kasten der Individualisierung von UNSW in Anlehnung an Tabelle 1 Aussagekraft zu verleihen.

2.3 Software Mass Customization und angrenzende Disziplinen

Die Frage, welchen Beitrag die Wirtschaftsinformatik im Kontext von betrieblichen Individualisierungsstrategien leisten kann, ist noch weitestgehend ungeklärt [22]. Gemäß Kaspar repräsentieren Individualisierungsformen im Bereich der Wirtschaftsinformatik einen vergleichsweise jungen Forschungsgegenstand, der teilweise durch „begriffliche Unschärfe gekennzeichnet ist“ [20]. Es existieren Ansätze im Kontext der Individualisierung von Software; deren Ausführungen liefern aber nur partiell Hinweise für diese Ausarbeitung:

In einigen Ansätzen zur Individualisierung von UNSW stellt die Individualisierung nicht einen Hauptzweck dar, sondern wird neben anderen zur Individualisierung von UNSW herangezogen. Helferich hat sich bspw. in seiner Dissertation mit dem Titel *Software Mass Customization* der Thematik genähert und die Übertragbarkeit von Ansätzen des Mass Customization auf die Entwicklung von Software untersucht und bejaht, widmet sich aber im Schwerpunkt der Planung von *Softwareproduktplattformen* [15].[4] Treiber der Softwareproduktlinien- und Softwareproduktplattformforschung sind Ansätze aus der Produktion wie Modularisierung, Wiederverwendung, Standardisierung von Teilen der Fertigungslinie etc. zur Erreichung klassischer betriebswirtschaftlicher Motive zur Senkung von Kosten und Steigerung von Effizienz u.ä. Vor diesem Hintergrund bedarf es einer eingehenden Betrachtung existierender Ansätze zur Individualisierung von UNSW, weshalb im folgenden Kapitel Gestaltungsdimensionen der Individualisierung von UNSW und ein Lösungsraum und morphologischer Kasten zur Einordnung der Dimensionen vorgestellt werden.

3 Gestaltungsdimensionen der Individualisierung von Unternehmenssoftware

Im Folgenden wird ein Lösungsraum und Ordnungsrahmen als ein Ansatz zur Präzisierung der Forschung im Kontext der Individualisierung von UNSW aufgespannt. Anhand der spezifischen Merkmale von Software aus Kapitel 2.2 wird im weiteren Verlauf überprüft, ob die bisher exemplarisch vorgestellten Dimensionen der Individualisierung auf UNSW übertragen werden können. Die Dimensionen und Parameter des morphologischen Kastens gehen als Gestaltungsparameter dem Kontingenzansatz [21] folgend in einen konzeptionellen Bezugsrahmen der Individualisierung von UNSW ein (vgl. Kapitel 3.3).

[4] S. dazu bspw. auch die Norm DIN EN ISO 9241-129:2010 [12]: dieser Teil 129 der Normenreihe ISO 9241 behandelt überwiegend Leitlinien für die Individualisierung der Bedienung und Ergonomie für Softwarenutzer, aus denen nur begrenzt Aussagen über die Individualisierung von UNSW übernommen werden können.

3.1 Lösungsraum und Ordnungsrahmen der Individualisierung von Unternehmenssoftware

Den Begriff des *Lösungsraums* hat unter anderem Piller im Zusammenhang des Mass Customization geprägt und dokumentiert als „die Gesamtheit aller Problemlösungen, die ein Unternehmen auf Basis stabiler Produktarchitekturen und darauf abgestimmter Fertigungstechnologien und -prozesse gegenwärtig herstellen und anbieten kann“ [31]. Übernommen wird der Begriff des Lösungsraums aufgrund vielfältiger Einordnungsmöglichkeiten der Dimensionen der Individualisierung von UNSW.

Für die Einordnung verschiedener Dimensionen und Ausprägungen der Individualisierung von UNSW wird folgender Ordnungsrahmen vorgestellt:[5]

- *Warum wird individualisiert?* Was sind Gründe für die Individualisierung?
- *Wo wird individualisiert?* Auf welcher Stufe eines Wertschöpfungssystems und welcher Verrichtung einer Wertschöpfungskette wird individualisiert?
- *Was wird individualisiert?* Welche Leistungen werden individualisiert?
- *Wann wird individualisiert?* Zu welchem Zeitpunkt findet Individualisierung statt?
- *Wer individualisiert?* Wer sind die Akteure der Individualisierung?
- *Wie wird individualisiert?* Welche Methoden existieren für die Individualisierung?
- *Wie viel wird individualisiert?* In welchem Umfang werden Individualisierungen durchgeführt?

Es ist zu erkennen, dass ein divergenter Lösungsraum für UNSW aufgespannt werden muss, als dies für Produkte, Services und Prozesse der Fall ist. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass UNSW aufgrund spezifischer Charakteristika nicht vorbehaltlos als Produkt im Sinne der bisher vorgestellten Produktdefinition verglichen werden kann. Dieser Umstand wird im folgenden Kapitel behandelt.

3.2 Synopsis: Morphologischer Kasten der Individualisierung von Unternehmenssoftware

Ein *morphologischer Kasten* als logisch-diskursives Verfahren und wurde hier gewählt, da dieser im Gegensatz zu ein- oder zweidimensionalen Klassifikationen die Möglichkeit bietet, im Sinne eines deskriptiven Ansatzes, vorhandene Realisierungsformen der Individualisierung zu beschreiben, statt im Sinne eines normativen Ansatzes neue Realisierungsformen der Individualisierung abzuleiten [11]. Die folgende Tabelle zeigt den morphologischen Kasten der Individualisierung von UNSW. Die erste Spalte gibt die Struktur des Ordnungsrahmens vor, die zweite Spalte zeigt Dimensionen der jeweiligen vorgelagerten Ordnungsstruktur während die Zellen der verbleibenden Spalten mögliche Ausprägungen einer betrachteten Dimension liefern.

[5] Dabei orientieren sich die Fragestellungen an der 6W-Tabelle [10] und wurden um die Fragestellung „wie viel“ ergänzt.

Ordnungsrahmen, Dimensionen und Ausprägungen zur Individualisierung von Unternehmenssoftware							
Warum wird individualisiert?	Rahmenbedingungen für die Softwareindustrie	Megatrend Individualisierung	Wettbewerbs- und Kostendruck	Marktmacht der Kunden	Anpassungsnotwendigkeit an Kundenbedürfnisse	…	
Wo wird individualisiert?	Innerhalb Software Ecosystem	Lieferant des Lieferanten	Lieferant	Unternehmen	Händler	Kunde	
	Innerhalb primärer Aktivitäten (Wertkette)	Qualitätssicherung	Presales und Vertrieb	Wartung/ Support	Fachkonzept	Detailentwurf	…
	Innerhalb sekundärer Aktivitäten (Wertkette)	Marketing	Änderungsmanagement	Dokumentation	Risikomanagement	Projektmanagement	…
	Kundenintegration	Außerhalb des Unternehmens durch Soft Customization			Innerhalb des Unternehmens durch Hard Customization		
Was wird individualisiert?	Primär- oder Sekundärleistung	Unternehmenssoftware		Zu Unternehmenssoftware ergänzende Dienstleistung		Prozess	
Wann wird individualisiert?	Entwicklungsprozess	Vor Entwicklungsprozess		Während Entwicklungsprozess	Spät im Entwicklungsprozess		Nach Entwicklungsprozess
	Phase im Softwarelebenszyklus	Anforderungen und Spezifikation	Planung	Entwurf und Design	Implementierung/Integration	Betrieb und Wartung	Stilllegung
	Entwicklungsphase Software-Produktlinien	Domain Engineering		Application Engineering		Scoping	
Wer individualisiert?	Akteure des Software Ecosystems	Lieferant		Unternehmen	Händler		Kunde
		Hub			Nischenanbieter		
		Inventor		Intellectual Property Distributor	Intellectual Property Lessor		Intellectual Property Broker
	Sonstige	Spezifizierungsintermediär: Partner			Endbenutzer		
Wie wird individualisiert?	Unternehmenssoftware	Softwareanpassung		Sonderentwicklung		Individualentwicklung	
		Individuelle End- bzw. Vorentwicklung		Modularisierung		Massenhafte Entwicklung von Individualsoftware	
		Selbstindividualisierung		Individualisierung gemäß Kundenwunsch		Service als Ergänzung zum originären Produkt	
		Match-to-order	Bundle-to-order	Assemble-to-order	Made-to-order	Develop-to-order	
		Parametrisierung		Konfiguration	Ergänzungsprogrammierung		Individualentwicklung
	Zu Unternehmenssoftware ergänzende Dienstleistung	Ergänzung um Primärdienstleistung		Ergänzung um Sekundärdienstleistung		Personalisierung der Kommunikation	
	Prozess	Erhebung von Individualisierungsanforderungen		Gestaltung im Rahmen der Softwareentwicklung	Entscheidung über den Ablauf der Individualisierung		IT-Servicemanagement: Service Support
Wie viel wird individualisiert?	Kundenintegrationsgrad	Hoch			Niedrig		
	Kundeninteraktionsgrad	Hoch			Niedrig		
	Individualisierungsgrad Marktbearbeitung	Hoch			Niedrig		
	Wiederverwendungsgrad von Softwaremodulen	Hoch			Niedrig		

Tab. 1. Morphologischer Kasten der Individualisierung von Unternehmenssoftware (eigene Darstellung in Anlehnung an [2],[4],[8],[9],[11],[15],[16],[19],[20],[22],[23],[27],[29],[30],[31],[34],[38])

Kapitel 2 hat einige Formen der Gestaltung der Individualisierung von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen hervorgebracht. Deren Übertragbarkeit auf die Individualisierung von UNSW werden im Folgenden exemplarisch zur Beantwortung der Fragestellung der Ebene der Ordnungsstruktur, wie UNSW individualisiert werden kann (darin für die Dimension UNSW), im Sinne der Deduktion geprüft. Dazu erfolgt eine kurze Diskussion der Übertragbarkeit hinsichtlich einer bedeutungsinhaltlich und begrifflich gleichen Übertragung, der Notwendigkeit der begrifflichen Anpassung einer Ausprägung (falls das zugrunde liegende theoretische Fundament bedeutungsinhaltlich auf UNSW übertragbar ist). Darüber hinaus werden weitere Dimensionen und Ausprägungen eingeführt, sofern deren Relevanz im Kontext begründet als besonders hoch interpretiert werden kann. *Im Kontext von Software kann nicht von Produktion oder Fertigung gesprochen werden*, weshalb der Fokus auf den Begriff Entwicklung gelegt wird.[6] Das hat zur Folge, dass die in Kapitel 2.1 vorgestellten Maßnahmen der Individualisierung begrifflich an den Kontext der UNSW angepasst werden müssen: so kristallisieren sich bspw. die Ausprägungen *Softwareanpassungen* (vormals Produktanpassungen), *Sonderentwicklungen* (vormals Sonderfertigungen) sowie *Individualentwicklung* (vormals Einzelfertigung) heraus. Bei den Ausprägungen des *Hard Customization* liegt ein ähnlicher Sachverhalt vor: es existiert in der Softwareentwicklung keine End- bzw. Vorproduktion; eine Unterscheidung in *End-* bzw. *Vor-entwicklung* ist in der Softwareentwicklung nicht üblich. Konzentriert man sich aber auf die Grundidee hinter dieser Konzeption, so kann festgehalten werden, dass individuelle End- bzw. Vorproduktion auf der Splittung des Produktionsentwicklungsprozesses in einen auftragsneutralen und einen kundenindividuellen Teil beruht [15]. Eine solche Splittung ist in der Softwareentwicklung denkbar: so lassen sich bspw. Softwarekomponenten auftragsneutral als auch kundenindividuell entwickeln und im Rahmen der zweiten Ausprägung des Hard Customization, der *Modularisierung*, zusammenstellen. Im Sinne der dritten Ausprägung des Hard Customization, der massenhaften Fertigung von Unikaten, ist ebenfalls eine Übertragung auf UNSW denkbar, wenn das zugrunde liegende Konzept betrachtet wird. Im Unterschied zu einer reinen Individualentwicklung stehen standardisierte Prozesse über die gesamte Wertkette hinweg im Vordergrund [15]; eine Vorgehensweise, die auch auf die Softwareentwicklung übertragbar ist. So lassen sich bspw. kundenindividuelle Softwarekomponenten durch Entwicklungspartner im Rahmen standardisierter Prozesse bereitstellen, die im Anschluss in einem standardisierten Umfang kundenindividuell weiterentwickelt und als passgenaue Lösung über standardisierte Prozesse (z. B. durch Partner) an Kunden vertrieben werden (z. B. im Rahmen des Outsourcing). Diese Sichtweise als auch die Ausführungen zu der Übertragung der Ansätze des Hard Customization lassen sich anhand von Charakteristika von Software begründen: durch die leichte Änder- und Kombinierbarkeit von Software [15] bieten sich vielfältige Möglichkeiten, Software im Rahmen der Aktivitäten in der Entwicklung zu individualisieren. Daher wird auch die dritte Ausprägung des Hard Customization in der Formulierung „*massenhafte Entwicklung von Individualsoftware*“ übernommen. Die Ausprägungen des *Soft Customization* (Selbstindividualisierung, Individualisierung gemäß Kundenwunsch, Dienstleistungen als Ergänzung zum originären Produkt) können auf die Individualisierung von UNSW übertragen werden: die Autoren konnten kein Merkmal von Software identifizieren, welches einer Übertragbarkeit widerspricht. Insbesondere lassen sich Services als Ergänzung zu Software in der wissenschaftlichen Literatur identifizieren [15]. Ferner gilt es zu prüfen, ob und wie sich die fünf *Formen der Produktspezifikation in Abhängigkeit der Kundenintegration* auf die Individualisierung von UNSW übertragen lassen: Bei den Formen *Match-to-order*, *Bundle-to-order* sowie *Develop-to-order* sehen

[6] vgl. Kapitel 2.2 mit Bezug auf das Softwaremerkmal, dass Entwicklung und Fertigung bei der Softwareerstellung zusammenfallen

die Autoren vor dem Hintergrund der Charakteristika von Software keine Hürden in der Übertragbarkeit der Konzepte auf die Individualisierung von UNSW.[7] Bei den Formen *Assemble-to-order* sowie *Made-to-order*[8] bedarf es in Anlehnung an den Produktions- bzw. Fertigungsbegriff erneut eines genaueren Blicks auf die Formulierung: Zum einen kann im Zuge der Softwareentwicklung nicht von Endmontage und Fertigung gesprochen werden. Zum anderen sind die aus dem Bereich der Produktion stammenden Begriffe „Standardteile" sowie „Komponenten" nicht direkt bzw. im gleichen Sinne übertragbar. Vor diesem Hintergrund der Existenz von *Modularisierung* und Software-Produktlinien und der Grundidee dieser Methoden im Kontext der Individualisierung,[9] kann für die Begriffe *Assemble-to-order* sowie *Made-to-order* festgehalten werden, dass diese auf die Individualisierung von UNSW übertragbar sind, jedoch die Individualisierung durch die Kombination standardisierter Softwarekomponenten während der Entwicklung erfolgt. Darüber hinaus werden die in Kapitel 2.2 vorgestellten Möglichkeiten der Individualisierung von Software – *Parametrisierung, Konfiguration, Ergänzungsprogrammierung* und *Individualsoftwareentwicklung* – hier übernommen.

3.3 Implikationen für die Individualisierung von Unternehmenssoftware

Wie eingangs erwähnt, können die Dimensionen und Ausprägungen der Individualisierung von UNSW in einen konzeptioneller Bezugsrahmen eingehen, um *situative Handlungsempfehlungen* für ein Unternehmen der Softwareindustrie abzuleiten. Ein *konzeptioneller Bezugsrahmen* besteht im Wesentlichen aus drei Elementen: *Kontextvariablen*, die einen wesentlichen Einfluss auf den Gegenstandsbereich der Untersuchung haben aber nicht durch Entscheidungsträger gestaltbar sind, *Gestaltungsvariablen* des Gegenstandsbereichs sowie *Erfolgsvariablen* als von den Gestaltungsvariablen und dem Zusammenspiel von Kontext- und Gestaltungsvariablen abhängigen Erfolgsgrößen [21],[39].

[7] Match-to-order bedeutet Individualisierung durch Zuordnung von Standardprodukten zu einem Kundenprofil; Bundle-to-order beschreibt Individualisierung durch Bündelung von Standardprodukten entsprechend eines Kundenprofils; bei Develop-to-order setzt die Individualisierung am Kundenprofil an (bereits bei der Produktentwicklung) [11],[27]; wird der Begriff Produkt durch Software ersetzt, ist eine Übertragbarkeit gegeben.

[8] Bei Assemble-to-order erfolgt die Individualisierung (in der Endmontage) auftragsbezogen aus Standardteilen; bei Made-to-order erfolgt die Individualisierung (in der Fertigung) im Sinne einer auftragsbezogenen Komponentenfertigung [11],[27].

[9] Die Grundidee beider Methoden ist, dass verschiedene Softwarekomponenten in unterschiedlicher UNSW mehrfach verwendet und untereinander kombiniert werden können, sodass eine individuelle UNSW entsteht [15].

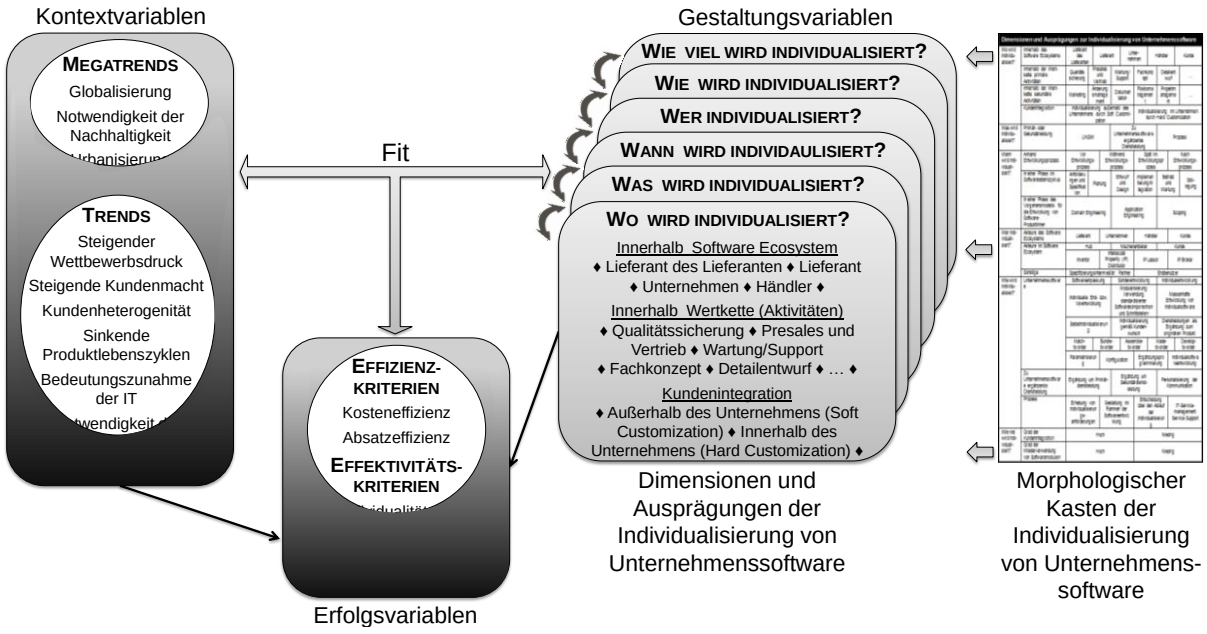


Abb. 1. Konzeptioneller Bezugsrahmen der Individualisierung von Unternehmenssoftware

Die Abbildung 1 zeigt schematisch einen konzeptionellen Bezugsrahmen der Individualisierung von UNSW. Der in der Abbildung links befindliche Kasten der *Kontextvariablen* enthält zwei Ovale, die sowohl Megatrends als auch Trends enthalten (vgl. Kapitel 1). Die Ovale als auch die Schattierung des Kastens sollen verdeutlichen, dass es sich bei den Kontextvariablen nicht um den Kern dieser Ausarbeitung handelt: sinnbildlich einer Black-Box, deren Inhalte nur vereinzelt erhellt werden, sollen so die Unvollständigkeit und notwendiger Forschungsbedarf dieses Untersuchungsgegenstands symbolisieren werden. Diese Symbolik wurde auch für die Darstellung der *Erfolgsvariablen* im untersten Kasten des konzeptionellen Bezugsrahmens gewählt.

Kern der Abbildung stellen die *Gestaltungsvariablen* dar. Deren Darstellungsform wurde gewählt, um der Ordnungsstruktur des morphologischen Kastens der Individualisierung von UNSW Rechnung zu tragen. Dieser morphologische Kasten aus Kapitel 3.2 ist rechts in der Abbildung angedeutet. Zur Erläuterung der Pfeile zwischen den Kästen, die die Gestaltungsvariablen symbolisieren, der Pfeile, die Kontext- als auch Gestaltungsvariablen mit den Erfolgsvariablen verbinden als auch des Fit sei auf die Literatur verweisen [21],[39].

Ferner sind zwischen den Kästen, die Gestaltungsvariablen symbolisieren, Pfeile dargestellt, die Dimensionen der Individualisierung von UNSW miteinander in Beziehung bringen. Diese Form der Darstellung soll verdeutlichen, dass die einzelnen Gestaltungsparameter sich untereinander beeinflussen und auch voneinander abhängig sein können, sodass Unternehmen der Softwareindustrie diese Wechselbeziehungen bei der Gestaltung individualisierter UNSW berücksichtigen müssen. Hinsichtlich der Gestaltung bzw. direkten Beeinflussung – soweit möglich – einzelner Variablen im konzeptionellen Bezugsrahmen der Individualisierung von UNSW spielt der in obiger Abbildung zwischen den drei Variablen dargestellte Fit eine Rolle. Der Begriff Fit drückt die Kompatibilität von mindestens zwei Variablen hinsichtlich konkreter Ziele aus [39]. So kann im Kontext der Individualisierung von UNSW begründet davon ausgegangen werden, dass es Konstellationen des Zusammenspiels einzelner Variablen gibt, die eine Stimmigkeit in besonderem Maße fördern. Diese Konstellationen gilt es für UNSW anbietende Unternehmen zu identifizieren und auszubauen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der Beitrag hat vor dem Hintergrund der Notwendigkeit der Individualisierung von UNSW Dimensionen und Ausprägungen der Individualisierung von UNSW anhand wissenschaftlicher Literatur und des Stands der Forschung identifiziert und in einem morphologischen Kasten zur Ableitung von Gestaltungsdimensionen aufgespannt: Durch Rahmenbedingungen und Megatrends wie Globalisierung, steigendem Wettbewerbsdruck und zunehmender Marktmacht der Kunden steigt die Relevanz der Individualisierung für UNSW-anbietende Unternehmen weiter an. Aufgrund der hohen Bedeutung von UNSW auf dem Softwaremarkt stellt die Individualisierung von UNSW unter wettbewerbsstrategischen Überlegungen die Möglichkeit für Unternehmen dar, sich konsequent auf Kundenwünsche auszurichten und den Rahmenbedingungen zu begegnen.

Es konnte aufgezeigt werden, dass Individualisierung für Software und UNSW im Speziellen ein noch nicht hinreichend untersuchter Betrachtungsgegenstand ist – im Kontext der Wirtschaftsinformatik stellt die Untersuchung der Individualisierung von Software einen recht jungen Forschungsbereich dar. Aus diesem Grund wurde die Individualisierung von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen betrachtet, um daraus Erkenntnisse für die Individualisierung von UNSW abzuleiten und übertragen zu können.

Dokumentiert wurden 17 Dimensionen mit je zwei bis sechs Ausprägungen anhand des morphologischen Kastens der Individualisierung von UNSW als Eingangsgrößen für die Erstellung der Gestaltungsvariablen des entworfenen konzeptionellen Bezugsrahmens.[10]

Zukünftig wird empirisch geprüft, ob die in diesem Beitrag dargestellten Gestaltungsdimensionen der Individualisierung von UNSW in der Softwareindustrie auftreten. Anhand eines Pretests mit zwei global agierenden ERP-Software anbietenden Unternehmen und derer öffentlich zugängiger Informationen (Webpages, Whitepapers, Success Stories u.ä.) zu deren ERP-Lösung konnte eine Übereinstimmung mit über 55% der Ausprägungen des morphologischen Kastens identifiziert werden. Dass es nicht mehrere Übereinstimmungen sind ist dem Umstand geschuldet, dass viele Informationen für die zweifelsfreie Bestimmung einer Ausprägung nicht öffentlich zugänglich sind und daher firmeninternes Know-how zur Identifikation notwendig ist. Ziel einer solchen empirischen Untersuchung ist ein Abgleich der abgeleiteten Gestaltungsdimensionen mit in der Realität auftretenden Phänomen sowie die Bestimmung eines Grads der Umsetzung in der Softwareindustrie. Hinsichtlich des Fits einzelner Variablen des konzeptionellen Bezugsrahmens und deren Auswirkungen auf konkrete Ziele sollen zukünftig Gestaltungsempfehlungen auf Basis der empirischen Untersuchung unter Berücksichtigung eines situativen Ansatzes abgeleitet werden. Diese Leistung kann erst nach einer Betrachtung für den jeweiligen Untersuchungsgegenstand relevanter Kontext- und Erfolgsvariablen (s. dazu [35]) mit Bezug auf das jeweils zu erreichende Unternehmensziel eines Fallstudienpartners erfolgen.

[10] Nicht im Fokus dieser Ausarbeitung lagen aus forschungsökonomischen Gründen Kontext- und Erfolgsvariablen eines konzeptionellen Bezugsrahmens.

5 Literatur

[1] Albert, C., Fuchs, C.: Durchblick im Begriffsdschungel der Business-Software. Würzburg (2007)

[2] Amberg, M., Bodendorf, F., Möslein, K. M.: Wertschöpfungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Springer, Heidelberg (2011)

[3] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, V.u.T. (ed.): Bayern 2020 - Megatrends und Chancen (2001)

[4] Becker, J., Mathas, C., Winkelmann, A.: Geschäftsprozessmanagement. Heidelberg (2009)

[5] Bertschek, I., Engelstätter, B., Müller, B., Ohnemus, J., Vogelmann, T.: Unternehmenssoftware und eingebettete Systeme. MFG-Stiftung Baden-Württemberg, Stuttgart (2008)

[6] BITKOM: Software Markt in Deutschland wächst 2011 um 4 Prozent, http://www.pressemitteilungen-online.de/index.php/software-markt-in-deutschland-waechst-2011-um-4-prozent/

[7] Brehm, L., Heinzl, A., Markus, M.: Tailoring ERP Systems: A Spectrum of Choices and their Implications. In:·Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-34) - Volume 8, IEEE Computer Society Washington, DC, USA (2001)

[8] Burkhard, C., Widjaja, T., Buxmann, P.: Software Ecosystems. In: WIRTSCHAFTS-INFORMATIK (01/2012), 43–47

[9] Buxmann, P., Diefenbach, H., Hess, T.: Die Softwareindustrie. Springer, Berlin (2011)

[10] Cohen, L.: Quality Function Deployment. Addison-Wesley, Reading, Mass (1995)

[11] Dietrich, A.J.: Informationssysteme für Mass Customization. Institutionenökonomische Analyse und Architekturentwicklung. Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden (2007)

[12] DIN EN ISO 9241-129: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 129: Leitlinien für die Individualisierung von Software. Beuth, Berlin (2011)

[13] Duray, R., Ward, P.T., Milligan, G.W., Berry, W.L.: Approaches to mass customization. Journal of Operations Management 18, 605–625 (2000)

[14] Gnesotto, N., Grevi, G.: The new global puzzle. What world for the EU in 2025? European Union Institute for Security Studies, Paris (2006)

[15] Helferich, A.: Software Mass Customization. Eul, Lohmar und Köln (2010)

[16] Herzwurm, G., Pietsch, W.: Management von IT-Produkten. dpunkt, Heidelberg (2009)

[17] IBM: GMA Information Technology Investment and Effectiveness Study (2008)

[18] Jäger, S.: Absatzsysteme für Mass Customization. Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden (2004)

[19] Jansen, S., Brinkkemper, S., Finkelstein, A.: Business Network Management as a Survival Strategy: A Tale of Two Software Ecosystems. In: Proceedings of the First International Workshop on Software Ecosystems, 34–48, (2009)

[20] Kaspar, C.: Individualisierung und mobile Dienste am Beispiel der Medienbranche. Ansätze zum Schaffen von Kundenmehrwert. Universitätsverlag Göttingen, Göttingen (2006)

[21] Kieser, A., Kubicek, H.: Organisation. De Gruyter, Stuttgart (1992)

[22] Kirn, S. (Hrsg.). Individualization Engineering - Gestaltung adaptiver Wertschöpfungssysteme für individualisierte Sachgüter und Dienstleistungen. Cuvillier, Göttingen (2008)

[23] Kratochvíl, M., Carson, C.: Growing Modular. Mass Customization of Complex Products, Services and Software. Springer, New York (2005)

[24] Lünendonk GmbH: Entwicklung des IT-Marktes unter dem Aspekt Effizienz vs. Differenzierung. Experten-Delphi-Studie. Lünendonk GmbH, Kaufbeuren (2011)

[25] Mayer, R.: Strategien erfolgreicher Produktgestaltung. Individualisierung und Standardisierung. Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden (1993)

[26] Mertens, P., Bodendorf, F., König, W., Schumann, M., Hess, T.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. Springer, Berlin (2010)

[27] Piller, F.T.: Mass Customization - Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden (2006)

[28] Piller, F.T., Stotko, C. M.: Wie ein Mass-Customization-System entwickelt wird. Mass Customization und Kundenintegration - Neue Wege zum innovativen Produkt. Düsseldorf (2003)

[29] Popp, K.M.: Software Industry Business Models. IEEE Software 28, 26–30 (2011)

[30] Rauscher, B.: Nutzen der Individualisierung digitaler Medienprodukte - Entwicklung und Anwendung eines Erklärungsmodells. Dr. Kovač, Hamburg (2008)

[31] Reichwald, R., Piller, F.T.: Interaktive Wertschöpfung - Open innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. Gabler, Wiesbaden (2009)

[32] Schmidt, L.H.: Technologie als Prozess. Eine empirische Untersuchung organisatorischer Technologiegestaltung am Beispiel von Unternehmenssoftware. Berlin (2006)

[33] Schnäbele, P.: Mass customized Marketing. Effiziente Individualisierung von Vermarktungsobjekten und -prozessen. Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden (1997)

[34] Schubert, P., Leimstoll, U.: Business Software Integration: An Empirical Study in Swiss SMEs. In: Proceedings of the 18th Bled eConference. eIntegration in Action. Bled (2005)

[35] Tauterat, T.; Mautsch, L. O.; Herzwurm, G.: Strategic Success Factors in Customization of Business Software. In: Cusumano, M A.; Iyer, B.; Venkatramann N. (Hg.): Software business. Third international conference; proceedings. Springer, Berlin. 267–272 (2012)

[36] vom Brocke, J., Simons, A., Niehaves, B., Riemer, K., Plattfaut, R., Cleven, A.: Reconstructing the Giant. On the Importance of Rigour in Documenting Literature Search Process. In: Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems, 1–13 (2009)

[37] Westkämper, E.: Next Generation Manufacturing. In: Manufacture 2011 Conference (2011)

[38] Wildemann, H.: Software-Produktordnungssysteme. Leitfaden zum Management effizienter Softwareentwicklung durch intelligente Wiederverwendung. TCW, München (2010)

[39] Wolf, J.: Organisation, Management, Unternehmensführung. Gabler, Wiesbaden (2008)

Using Gap Analysis to Support Feedback Loops for Enterprise Architecture Management

Philipp Diefenthaler

Softplant GmbH, 80992 Munich,
E-Mail: Philipp.Diefenthaler@softplant.de

Bernhard Bauer

Universität Augsburg, Software Methodologies for Distributed Systems, 86135 Augsburg,
E-Mail: Bernhard.Bauer@informatik.uni-augsburg.de

Abstract

Enterprise architecture models are created to support analysis and documentation in different phases of the architecture process. Gap analysis is used in many enterprise architecture processes as a means for planning architectural changes. Here we are using the gap analysis in the check phase to detect and quantify gaps between an actually achieved new as-is, the old as-is and the previously planned to-be. We introduce seven disjoint subsets, which are intersections and unions of the three original sets. These subsets provide necessary information to an enterprise architect to support the creation of feedback loops for enterprise architecture management.

1 Introduction

In this paper, we suggest a mechanism to check for the realization of planned changes as part of Enterprise Architecture Management (EAM). EAM as a management discipline integrates with the Deming cycle [6], which consists of four phases: plan, do, check and act.

In the plan phase, the enterprise architect creates architecture models for the current (as-is) and the desired (to-be) state and develops a plan how to realize the to-be state. This phase is supported by a number of techniques that use different approaches to determine necessary changes. Among others, gap analysis is used to compare the as-is and the to-be model ([8], [16]).

The do phase is concerned with implementing the change through programs and projects. Afterwards, it must be checked whether the plan has been executed sufficiently and whether the new enterprise architecture meets the expected deliverables. Within the act phase the adaption of targets and objectives based on the results from the check phase takes place. They influence the next plan phase by constraining direction and prioritization of future changes.

From an enterprise architect`s perspective, within the check phase it is important to understand which parts of the to-be were realized and which were not. Often, a KPI-based approach is suggested for the check phase. However, this presumes the existence of meaningful aggregations of observable properties into higher order EAM KPIs. The meaningful aggregation requires profound experience and a high level of EAM maturity, preconditions that we cannot always take for granted.

Therefore, we re-use gap analysis in the check phase as mechanism to derive closed, remaining and unconsidered gaps from existing enterprise architecture models. Gap analysis focusses on the EA models themselves, without aggregating observable properties into higher order properties.

In the plan phase, gap analysis compares two models. Here, we use it to compare three models during the check phase. The compared models are an old as-is, a new as-is and to-be as it was planned.

In our solution, the EA models are sets. Resulting subsets from the comparison are created through the set operators intersection, union and complement. The seven subsets form a disjoint decomposition of the EA models, partitioning the EA models into those subsets that were realized as planned, not realized as planned, realized but not planned and so on. They give the enterprise architect the necessary overview to conduct further analyses into the success of the plan execution.

2 Models as Sets

In our solution the core of an EA model is a set which consists of three different types of elements. The EA model contains the architecture building blocks of the EA, relations between architecture building blocks and attributes of architecture building blocks.

In this sense an EA model can be defined as $M := B \cup R \cup A$, where $B := \{x \mid x \text{ is an architecture building block}\}$, $R := \{x \mid x \in B \times B\}$ and $A := \{x \mid x \; B \times L\}$ and L is a set of possible attribute values. Additionally, the EA model comprises functions to structure the building blocks of the set, for example a naming function or partitioning functions, which allow for constructing hierarchies of types within the EA model. However, for the purpose of this paper we only need the core EA model, but not the additional functions.

Architecture building blocks stand for the elements of the enterprise architecture, for instance a CRM system in the application architecture. Relations hold between these architecture building blocks, for

example when a system depends on another system the respective building blocks are connected by a dependency relation. Attributes are values associated with architecture building blocks that characterize measureable and observable characteristics of the architecture building block, e.g. the release number of an application component or the uptime of a service.

A distinction between observable and controllable variables is possible [1]. In this paper we focus on the observable variables derivable from the models already created. Whether, they are controllable is out of the scope of this paper.

2.1 Common Terminology for the different sets

In this subsection we provide a definition of the terms as used within this paper to avoid misinterpretations and create a common terminology [14].

- An *as-is model* is the set of the architectural building blocks, relations between them and their attributes as modeled and maintained at present. It serves as the planning basis within an enterprise architecture planning processes. At a later point in time it becomes the *Old-as-is* and is archived.
- A *to-be model* is the set of architectural building blocks, relations between them and their attributes as modeled for a future point in time. It can be used to express a desired target architecture which may have intermediate to-be`s as plateaus between itself and the as-is. A to-be model may become the *New-as-is* if it is realized or may be adapted to a will-be as unplanned changes may occur and trigger an update of the to-be [3]. Furthermore, it is possible that a to-be is dismissed and another more preferable to-be is realized. As a consequence to-be models can be related to a certain point in time.
- *Gap analysis* (Delta Analysis) compares two EA models regarding differences. Comparisons considered in literature are: as-is and to-be, as-is and intermediate to-be, intermediate to-be and intermediate to-be, intermediate to-be and intermediate to-be [5].
- A *Gap* is a difference between two EA models. This is in accordance with TOGAF`s definition of a gap as “a statement of difference between two states” ([16], p. 357) and ArchiMate`s definition of a gap “as an outcome of a gap analysis between two plateaus” ([15], p. 148). After a gap has been identified it is possible to decide upon gaps to be removed (as-is and to-be, to-be (t_x) and to-be (t_{x+1})) or compare them (to-be alternative 1 (t_y) and to-be alternative 2 (t_y)). In contrast to ([16], chapter 27) we consider gaps not only as deleted or created building blocks, but also as changes in terms of removed and created relationships and attributes, as suggested in [7].

2.2 Defining the EA models as Sets

In this subsection we introduce the *Old-as-is*, the *As-was-planned* and *New-as-is* model that are analyzed using the gap analysis.

The EA metamodel restricts the modeling capabilities in models to certain types of architectural building blocks, relationships and attributes. Labusch and Winter [10] provide an overview of such a restriction to represent information relevant for enterprise architectures. The TOGAF content metamodel ([16], chapter 34) is a similar set of building blocks. Examples for building block types are Capability, Process, Business Object, (Logical and Physical) Application Component, Data Entity and (Logical and Physical) Technology Component.

We define the model *Old-as-is* as the as-is EA model that was used as the planning basis at a former point in time. The *Old-as-is* was analyzed and a desired future model was proposed and agreed upon

from the stakeholders involved in the planning process. We call the desired future model the *As-was-planned* EA model. When a new planning cycle is initiated the *Old-as-is* model is updated and results in a model that we call the *New-as-is* EA model.

2.3 Defining the Different Sets created by the Gap Analysis

In the following we give mathematical definitions of the derivable subsets using three set operators to define each subset. These operators are *Union*, *Intersection* and *Complement* (Negation of set membership). With the *Old-as-is*, *As-was-planned* and *New-as-is* EA models at hand we define the following sets:

$$O1 = Old\text{-}As\text{-}Is \setminus (As\text{-}Was\text{-}Planned \cup New\text{-}As\text{-}Is) \quad (1)$$

O1 are building blocks, relationships and attributes which belong to the *Old-as-is* but are not in the *As-was-planned* and *New-as-is*. An example could be an application component which was retired as planned until the *New-as-is* was created.

$$S1 = (Old\text{-}As\text{-}Is \cap As\text{-}Was\text{-}Planned) \setminus New\text{-}As\text{-}Is \quad (2)$$

S1 are building blocks, relationships and attributes which the *Old-as-is* and the *As-was-planned* have in common, but not belong to the *New-as-is*. These were planned to be present in the furture, however they are not.

$$S2 = Old\text{-}As\text{-}Is \cap As\text{-}Was\text{-}Planned \cap New\text{-}As\text{-}Is \quad (3)$$

S2 are building blocks, relationships and attributes which were not planned to change and remained stable.

$$S3 = (Old\text{-}As\text{-}Is \cap New\text{-}As\text{-}Is) \setminus As\text{-}Was\text{-}Planned \quad (4)$$

S3 are building blocks, relationships and attributes which were planned to be changed, but were kept as they belong to the *Old-as-is* and the *New-as-is*.

$$N1 = As\text{-}Was\text{-}Planned \setminus (Old\text{-}As\text{-}Is \cup New\text{-}As\text{-}Is) \quad (5)$$

N1 are building blocks, relationships and attributes which were planned to be changed, but were not.

$$N2 = (As\text{-}Was\text{-}Planned \cap New\text{-}As\text{-}Is) \setminus Old\text{-}As\text{-}Is \quad (6)$$

N2 are building blocks, relationships and attributes which were changed as planned.

$$N3 = New\text{-}As\text{-}Is \setminus (Old\text{-}As\text{-}Is \cup As\text{-}Was\text{-}Planned) \quad (7)$$

N3 are building blocks, relationships and attributes which were realized but this was not foreseen in the plan.

Figure 1 shows an overview of the different sets.

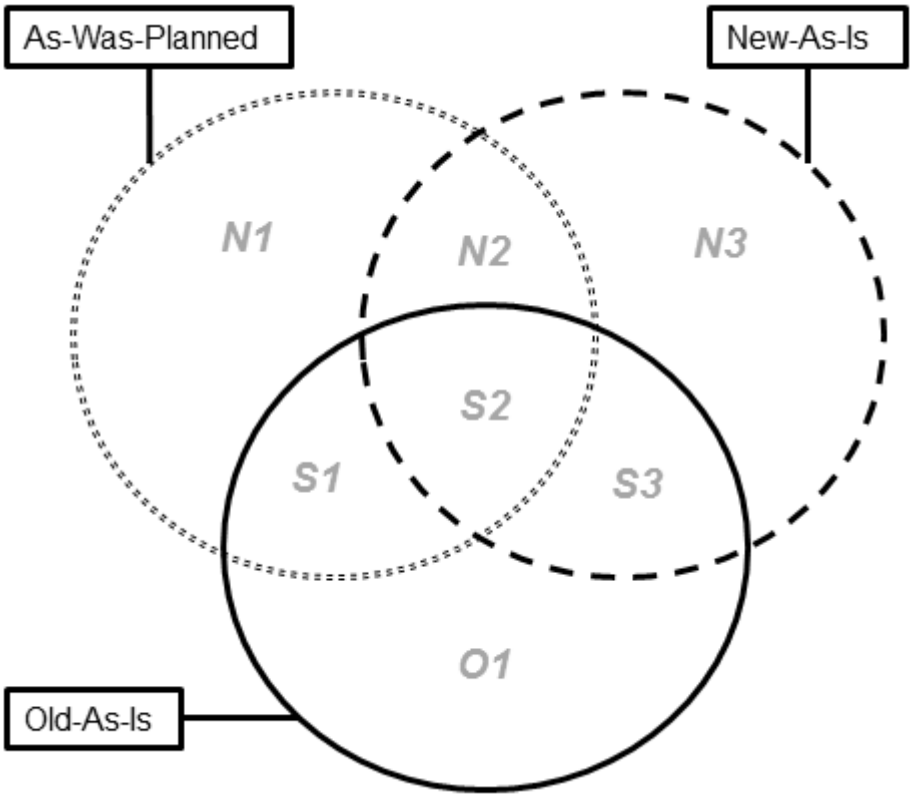


Figure 1: Different sets derivable from the sets Old-as-is, As-was-planned and New-as-is

3 Gap Analysis Applied to a Master Data Management Example

The sets presented in subsection 2.3 are now concretized with an example. The example is based on an excerpt of a research and development division`s application components, information system services, business services and business building blocks. The example provided in this paper uses development master data management (DMDM), which is a specialization of the master data challenge [11] for a research and development division. Its relevance from an EAM perspective is consolidating the development master data within one strategically defined application component and decreasing the functional redundancies present in the current architecture. Furthermore, the enterprise wants to integrate the development processes and reduce development costs, because manual double input of data and resulting inconsistencies are challenges that influence the strategic development of the application architecture. Technical constraints from a technology architecture are not considered within the example.

3.1 Architectural Building Blocks

In our example we have four types of architectural building blocks: (1) business building blocks, (2) business services, (3) application components and (4) information system services.

A *Business Building Block* (BBB) is an object which is created and changed by business activities of an enterprise regardless of process flows or domains [9]. Furthermore, a BBB has to be relevant for the value chain of the enterprise. It is implementation independent and there exists some authority which is responsible for it. Such an authority may be a project, an organizational unit or an application component.

A *Business Service*[1] supports the execution of business processes and uses BBBs. Furthermore, it can be implemented by information system services, partially or fully automated.

An *Application Component* is used by stakeholder groups within the enterprise to support their work in various ways. Furthermore, it is implemented on a technology stacks and need to be deployed on hardware to be ready for use.

An *Information System Service* is provided by an application component and can be consumed by other application components. Information system services are symbolized by the 'Lollipop'-Symbol in Figure 2. Application components that use information system services are attached with them through the grappler symbol, indicating the coupling between them.

We consider for each model only building blocks that are actually present for that point in time. This is in accordance with Aier and Gleichauf [2]. If for example an *Application Component "Product planning tool"* changes its lifecycle from *live* to *retired*, we only include it in the architecture models where it has the attribute live. Our solution supports both ways of considering retired architectural building blocks in the models.

3.2 Introducing the Old-as-is and As-was-planned

Figure 2 shows the application components, their implemented and used information systems services for the DMDM example. Furthermore, the BBB *Bill of Material* is shown whose responsible authority is the *Product class A assistance tool* in the Old-as-is. Further BBBs are not depicted in Figure 2.

The BBB *Bill of Material* is also associated with the *Product class B assistance tool* for another product configuration. This redundancy has historically grown and it was decided to unite both application components within a new *Product modification assistance tool*. As a consequence this new application component was planned and modeled within the as-was-planned model.

The information system services *MasterData_v1* and *MasterData_v2* were also planned to be consolidated within a single service *MasterData_v3*.

For the *Product planning tool* and the *Quality test planning tool* also a consolidation by introducing a new *Product and Quality test planning tool* was planned. This change included the development of an information system service *PlanningData_v1* which should be used by the *Quality test assistance and result management tool*.

Furthermore, the replacement of the *Virtual quality test result tool* by *Quality test assistance and result management tool* was planned including the dependency to the information system service *PlanningData_v1*.

[1] Business Services are not part of the example as we consider only changes to the application components and their coupling via information system services. Nevertheless, we introduce them to avoid misunderstandings regarding the information system services.

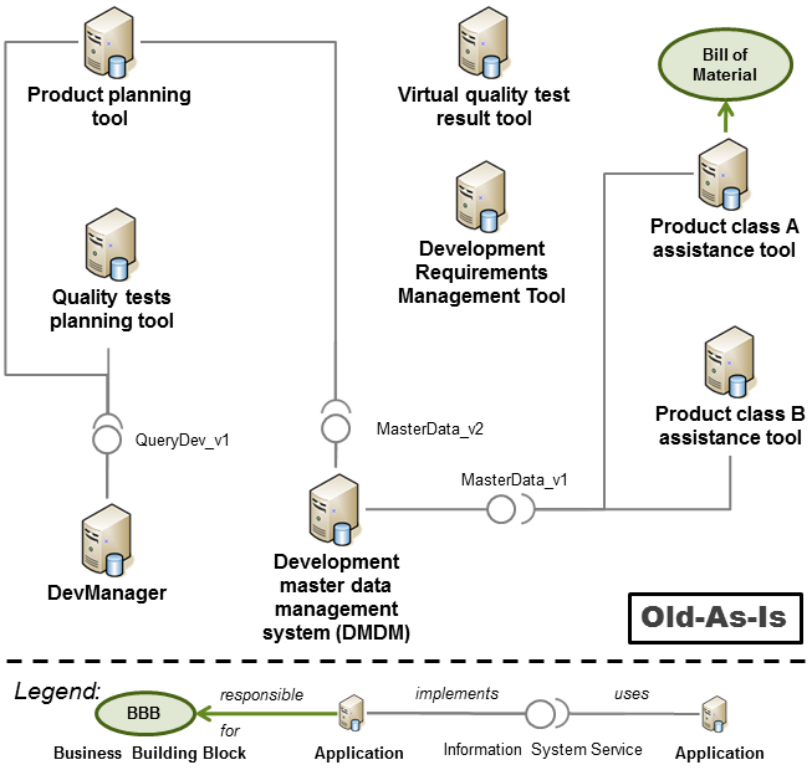


Figure 2: Visualization of the Old-as-is

No phasing out was planned for the *Development master data management system*, the *DevManager* its implemented information system service *QueryDev_v1* and the *Development Requirements Management Tool*.

3.3 Updating the as-is – Creating the New-as-is

Within the next planning phase the as-is is updated and the *New-as-is* is modeled. The BBBs have remained stable.

Product and Quality test planning tool, *PlanningData_v1*, *Quality test assistance and result management tool*, *MasterData_v3* were realized as planned and thus were modeled within the new-as-is. The *Development master data management system* is still present, as planned, in the new-as-is. However, the information system service *MasterData_v1* is still present even though it was planned to be retired. This extends to the application components *Product class A assistance tool* and *Product class B assistance tool*, which still use the information system service *MasterData_v1*.

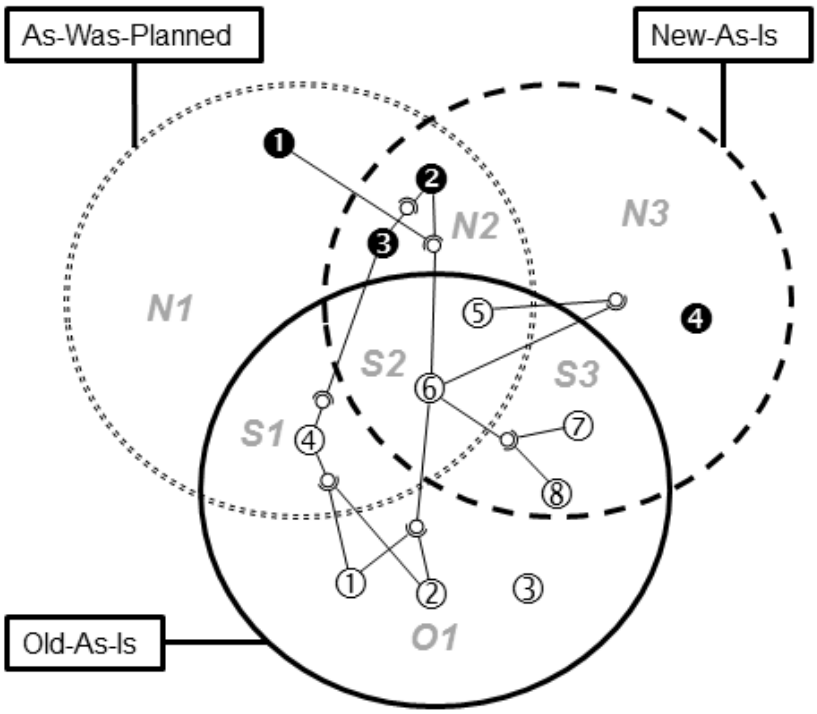


Figure 3: Resulting Sets for the DMDM Example

There are two new architectural building blocks in the new-as-is model: an information system service *SpecificationData_v1* implemented by the *Development Requirements Management Tool* and a new application component *Software Requirement Specification Tool*.

Furthermore, the application component *DevManager* including the implemented information system service *QueryDev_v1* were retired without being planned to be retired.

Figure 3 shows an overview of the resulting sets for the DMDM example.

This information can be provided to the enterprise architect. The stable building blocks are at the core of this illustration. The more volatile building blocks (those retired, those new, and those that should have been retired but were not) are in the peripheral areas (O1, N1, and N3) in the illustration. As a further orientation, architectural building blocks that were in the *Old-as-is* are white, the others are black in Figure 3.

3.4 Further Analysis by the Enterprise Architect

The enterprise architect can now easily identify the crucial components, for example those that were realized but not planned in the set N3. In the DMDM example there are two building blocks in N3: the information system service *SpecificationData_v1* and the *Software Requirement Specification Tool*. The enterprise architect decides which gaps are crucial and which are not. As a consequence the meaning of each gap does vary between different EAM approaches. However, it is possible to assist in finding such crucial gaps, if information regarding the types of elements and relations between those is available, by providing filter options for the gaps.

The implementation of a new information system service was, from an enterprise architects perspective, deemed not problematic. There is no (application) architecture principle present restricting the development of information system services, as long as they do not collide with existing responsibilities for business building blocks and consider technical constraints imposed by the EAM. The development of the new *Software Requirement Specification Tool* was seen as problematic and was subsequently investigated in more detail by the enterprise architect.

4 Discussion

In this section we discuss the results and limitations of using the gap analysis to support the check phase of enterprise architecture management.

4.1 Results

All Gaps which were closed are within the subset N2. Furthermore, we were able to identify a relation between subsets of N1 and subsets of S3 namely the unrealized changes. In our example there is only one subset for N1 and S3 each. However, it is possible that several subsets exist within N1 and S3 which may interrelate with each other.

Architectural building blocks, relationships and attributes from N3 do not necessarily have a relationship to those in S1. The reason for that is that N3 can contain unplanned and problematic changes from an EAM perspective. However, it can also contain unplanned but unproblematic changes.

A benefit from the proposed use of the gap analysis is that it works for different timeframes in the same way, as long as the metamodel remains stable. As a consequence, the use of the gap analysis needs to be extended for situations with architectural revolutions (architecture paradigm changes).

Even though we presented an example case with predefined architectural building blocks, relationships and attributes the solution is EA metamodel independent. Any stakeholder who needs information on closed, not closed and unintentionally closed gaps can gather it through the proposed solution.

4.2 Limitations

The documentation of enterprise architecture models, regardless if (semi-)automatically or manually generated by different stakeholders, is one of the core processes of enterprise architecture management [13]. However, not every EAM approach creates to-be models (c. f. [17]) and as a consequence the proposed usage of the gap analysis is only possible if a to-be model is available.

Furthermore, we assume the same level of detail for as-is and to-be models regarding the architectural building blocks, relationships and attributes. This shortcoming could be leveraged by using advanced analysis strategies like suggested by Binz et al. [4] for enterprise topologies to create abstracted EA models. However, this assumption seems to be a minor shortcoming as the comparability of to-be models is a prerequisite for supporting planning decisions ([2], [3] and [5]) and a to-be model can become the new as is.

Finally, the set theoretic implementation of gap analysis relies on sets as inputs. Consequently, the EA models have to be either sets, or the relevant aspects of the EA model have to be projected into sets. The latter is the case if the EA model is, for instance, a logical theory. Then, individuals and relations between them become the elements of the set used for gap analysis. Type assertions and further logical constraints that are relevant for modeling an EA can be excluded if they are deemed unnecessary for the gap analysis.

5 Related Work

Murer et al. [12] present an EAM approach which tries to strike a balance between business and information technology developments which they call managed evolution. They make a distinction between properties which are important for ever and properties "related to gaps between reality and target architecture" ([12], p.211). Latter are the ones which allow an enterprise architect to figure out which changes filled gaps and which gaps were not closed.

Hanschke [8] uses the gap analysis to detect differences between a current and target architecture to derive planned information system architecture (intermediate to-be). The gaps are detected by comparing the business support maps of the current and target architecture. Business support maps localize information systems by relating them to business processes and organization units. The detected gaps and their interdependencies are analyzed, ranked and clustered together in bundles of gaps. The decision to resolve one or more bundles results in an intermediate to-be model, which will be realized by projects. Gaps of other domains than the information system architecture are not considered.

TOGAF ([16], chapter 27) provides an introduction to the gap analysis as key ingredient at the end of the phases B, C and D of its *Architecture Development Method* (ADM). As a consequence gaps can relate to the business, data, application and technology domain. As a procedure to identify gaps TOGAF suggests drawing up a matrix with all building blocks of the to-be model on the horizontal axis and all building blocks of the as-is on the vertical axis. This approach has the shortcoming that it only considers added and removed building blocks but not how to cope with changed building blocks, even though impacted building blocks are considered as important. Furthermore, *data relationship gaps* are considered as an important outcome of the gap analysis, but a description how to derive these gaps is missing.

ArchiMate ([15], chapter 11) introduces an *Implementation and Migration Extension* including a *Gap* element. A gap can be *associated with* any core element of the ArchiMate metamodels, except for the *Value* and *Meaning* element. In general, a gap links several elements of two EA models and contains elements to be removed (retired) and to be added (developed). The linkage of the differences between the EA models and the resulting gap is not described.

6 Future Work

We are not considering new gaps within this paper which arise due to changes of to-be models which are still to realize. These could be derived by performing the gap analysis between the new-as-is model and one or more new-to-be models. Future work should address this comparison as well as the resulting subsets.

Furthermore, from an enterprise modeling perspective the identification of dependencies between closed gaps and open gaps should be supported. With the subsets at hand it is possible to start searching for subsubsets where the different as-is and to-be models diverge and how these different subsubsets relate to each other. The presented subsets serve as the starting point for further investigations through an enterprise architect.

We plan to realize the gap analysis as proposed in this paper in a prototypical tool which will provide the described subsets and further query mechanisms to an enterprise architect. This technical realization will include the steps

- Create *Old-as-is* (Enterprise architect; for t0 at t0)
- Copy *Old-as-is* (Tool)
- Model *to-be* based on Copy *Old-as-is* (Enterprise architect; for t1 at t0)
- Copy *Old-as-is* (Tool)
- Create *New-as-is* based on Copy of *Old-as-is*(Enterprise architect; for t1 at t1)
- Perform Gap Analysis and show subsets (Tool)
- Examine subsets (Enterprise architect)
- Draw conclusions for modeling New-to-be (Enterprise architect)

Furthermore, we want to check the applicability of the solution to support an enterprise architect in the creation of a *will-be model* [3].

If information about the successor relationships between architectural building blocks is available it could be used for root cause analyses for gap deviations. However, capturing these relationships between architectural building blocks for different points requires a transformation model [2].

7 Conclusion

The paper presents a solution that uses gap analysis within the check phase of EAM by comparing three different EA models. Based on this comparison it is possible to identify gaps which were closed and which remain open with respect to a plan.

The sets which make up the different models were defined and their resulting subsets were presented. Afterwards, the subsets were applied on an example of the master data management challenge for a research and development division.

8 Literature

[1] Abraham, R; Tribolet, J; Winter, R (2013): Transformation of Multi-level Systems – Theoretical Grounding and Consequences for Enterprise Architecture Management. In: Proper, Henderik A.; Aveiro, David; Gaaloul, Khaled (Eds.) - *Advances in Enterprise Engineering VII*. Springer, Berlin.

[2] Aier, S; Gleichauf, B (2010): Application of Enterprise Models for Engineering Enterprise Transformation. In: Enterprise Modelling and Information Systems Architectures 5(1): 56–72.

[3] Aier, S; Gleichauf, B; Saat, J; Winter, R (2009): Complexity Levels of Representing Dynamics in EA Planning. In: Albani, Antonia; Barjis, Joseph; Dietz, Jan L. G. (Eds.) – *Advances in Enterprise Engineering III*. Springer, Berlin.

[4] Binz, T; Leymann, F; Nowak, A; Schumm, D (2012): Improving the Manageability of Enterprise Topologies Through Segmentation, Graph Transformation, and Analysis Strategies. In: Proceedings of 16th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC 2012): p. 61–70.

[5] Buckl, S; Schweda, CM (2011): On the State-of-the-Art in Enterprise Architecture Management Literature. Technical Report, Technische Universität München.

[6] Deming, WE (1994): Out of the crisis – quality, productivity and competitive position. 19th Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

[7] Diefenthaler, P; Bauer, B (2013): Gap Analysis in Enterprise Architecture Using Semantic Web Technologies. In: Proceedings of the 15th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2013). Angers, France.

[8] Hanschke, I (2013): Strategisches Management der IT-Landschaft – Ein Praktischer Leitfaden für das Enterprise Architecture Management. 3. Edition. Carl Hanser Verlag, München.

[9] Hess, C; Lautenbacher, F; Fehlner, K (2013): Business Building Blocks as Coordination Mechanism for Enterprise Transformations. 17th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW), Vancouver, Canada, in print.

[10] Labusch, N; Winter, R (2013): Towards a Conceptualization of Architectural Support for Enterprise Transformation. In: Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS) 2013. - ECIS 2013. - Utrecht, Netherlands, Paper 137.

[11] Loshin, D (2009): Master Data Management. Morgan Kaufmann, Amsterdam.

[12] Murer, S; Bonati, B; Furrer, F (2011): Managed Evolution – A Strategy for Very Large Information Systems. Springer, Berlin.

[13] Op't Land, M; Proper, HA; Waage, M; Cloo, J; Steghuis, C (2009): Enterprise Architecture - Creating Value by Informed Governance. Springer, Berlin.

[14] Schönherr, Marten (2009): Towards a Common Terminology in the Discipline of Enterprise Architecture. In: Feuerlicht, George; Lamersdorf, Winfried (Eds.) - Service-oriented computing, ICSOC 2008 workshops. Springer, Berlin.

[15] The Open Group (2012): ArchiMate 2.0 Specification. The Open Group Series, Van Haren Publishing.

[16] The Open Group (2011): TOGAF Version 9.1. The TOGAF Series, Van Haren Publishing.

[17] Winter, K; Buckl, S; Matthes, F; Schweda, CM (2010): Investigating the state-of-the-art in enterprise architecture management method in literature and practice. In: 5th Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS2010), Tel Aviv, paper 90.

Detailgrad und Verständlichkeit von Unternehmensmodellen – verständlichere Modelle dank höherer Komplexität?

Birger Lantow

Universität Rostock, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 18051 Rostock,
E-Mail: birger.lantow@uni-rostock.de

Abstract

Unternehmensmodelle stellen ein wichtiges Hilfsmittel im Rahmen der IT-Governance dar. Dabei arbeiten unterschiedlichste Interessengruppen mit solchen Modellen. Die vorliegende Arbeit stellt einen Beitrag zur Untersuchung der Modellverständlichkeit dar. Im Experiment wurde das Modellverständnis von Probanden mit Grundkenntnissen in Betriebswirtschaftslehre und Informatik für Sichten mit unterschiedlichem Detailgrad (hoch/niedrig) gemessen. Als Grundlage dient ein auf der ArchiSurance Fallstudie der OpenGroup basierendes Modell. Dieses liegt dem Archi-Werkzeug[1] der Universität Bolton zur Erstellung von ArchiMate®-Modellen bei. Im Ergebnis zeigt sich u.a. ein höheres Verständnis bei hohem Detailgrad und damit theoretisch höherer Komplexität.

[1] Siehe http://archi.cetis.ac.uk/

1 Einführung

Der Erfolg einer Unternehmung immer stärker von Innovation, Produktivität und Prozessoptimierung ab, als allein von einem wettbewerbsfähigen Leistungsangebot. Um kosteneffizient und flexibel auf seine Umwelt zu reagieren, muss sich ein Unternehmen bewusst über eigene Strukturen, Prozesse und Informationssysteme sein. Unternehmensmodellierung leistet einen Beitrag, um Unternehmen zu analysieren und zielgerichtet neu zu gestalten. Dabei gibt es ein unterschiedliches Verständnis von Unternehmensmodellierung. Nach Fox und Gruninger in [8] ist ein Unternehmensmodell eine digitale Repräsentation der Strukturen, Prozesse, Informationen, Ressourcen, Rollen, Ziele und Regeln. Vernadat [25] sieht Unternehmensmodelle als externalisiertes organisationales Wissen. Van der Aalst u.a. [24] stellen im Geschäftsprozessmanagement die Geschäftsprozesse in den Mittelpunkt, beziehen aber auch alle genannten Aspekte mit ein.

Unter einer bestimmten Zielstellung wird der Ist-Zustand eines Unternehmens modelliert und versucht, ein Soll-Modell zu erstellen, um den Zielen des Unternehmens gerecht zu werden. Dabei können verschiedenste Perspektiven relevant sein, je nachdem, ob z.B. Prozesse verbessert, Informationssysteme eingeführt und entwickelt oder das Produktportfolio evaluiert werden sollen.

Methoden zur Unternehmensmodellierung definieren dementsprechend verschiedene Perspektiven. Die Enterprise Knowledge Development (EKD) Methode z.B. modelliert Unternehmensziele, -regeln, -konzepte, die vorhanden Prozesse, teilnehmende Akteure und genutzte Informationssysteme [23]. Sie geht damit weit über die reine Modellierung von Geschäftsprozessen hinaus. Das in der vorliegenden Arbeit verwendete, von der OpenGroup veröffentlichte ArchiMate®[2] definiert keine Methode zur Unternehmensmodellierung, wohl aber eine Notation, die dem Anspruch gerecht wird, verschiedene relevante Perspektiven darzustellen. Die Struktur von ArchiMate® orientiert sich am ebenfalls von der OpenGroup veröffentlichten TOGAF®[3]. Der Kern von ArchiMate® deckt die Geschäfts- (Business Layer), die Anwendungs- (Application Layer) und die Technologie-Architektur (Technology-Layer) ab. Erweiterungen z.B. zur Zielmodellierung existieren.

Innerhalb von Unternehmensmodellierungsprojekten sind verschiedene Interessengruppen vertreten. Stirna u.a. [23] teilen diese in zwei Gruppen ein. Während Methodenexperten über das Wissen der Methode, also über den Ablauf und die Art des Vorgehens der Modellierung verfügen, haben Domänenexperten Kenntnisse über die zu modellierenden Objekte. Die Domänenexperten können dabei unterschiedlichsten Hierarchieebenen und Funktionsbereichen entstammen. Alle müssen für die Mitarbeit bei der Unternehmensmodellierung in der Lage sein, ihren spezifischen Modellausschnitt und seine Schnittstellen zu verstehen und zu interpretieren.

Diese Arbeit geht der Frage nach, welchen Einfluss der Detailgrad (siehe Abschnitt 2.3) eines Unternehmensmodells auf sein Verständnis hat bzw. haben kann. Basis sind dabei klassische „Papier-Modelle“, gedruckte Darstellungen der Modelle. Es wird sich auf den Business Layer von ArchiMate® beschränkt.

Im Folgenden werden in Abschnitt 2 Ansätze und Forschungsergebnisse dargestellt, welche Verständlichkeit von Modellen betrachten. Diese Diskussion bildet die Grundlage für das in Abschnitt 3 beschriebene experimentelle Setup. In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse des durchgeführten Experiments analysiert und interpretiert. Abschnitt 5 fasst noch einmal die wichtigsten Erkenntnisse

[2] Siehe http://www.opengroup.org/archimate/
[3] Siehe http://www.togaf.org/

zusammen und gibt einen Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsaktivitäten, die sich ableiten lassen.

2 Verwandte Ansätze

Es existieren bereits zahlreiche Arbeiten, die sich mit der Verständlichkeit von Modellen auseinandersetzen. Große Aufmerksamkeit hat z.B. die Verständlichkeit von Prozessmodellen, wie u.a. in [2][7][8][12][13][14][15][18][21][22]. Da Prozessmodelle Teile von Unternehmensmodellen sind, haben entsprechende Untersuchungen auch ein hohe Relevanz für diese Arbeit. Zunächst sollen im Folgenden verschiedene Sichten auf den Begriff Verständlichkeit und Möglichkeiten zur Messung der Verständlichkeit in Abschnitt 2.1 diskutiert werden. Danach wird auf die Ergebnisse vorangegangener Arbeiten zur Untersuchung von Einflussgrößen auf die Modellverständlichkeit eingegangen (Abschnitt 2.2). Abschließend wird in Abschnitt 2.3 der Detailgrad als Einflussgröße auf die Verständlichkeit eingeführt und in Beziehung zu vorgestellten Ansätzen gesetzt.

2.1 Verständlichkeit und ihre Messung

Verständlichkeit wird seit langem als Qualitätsmerkmal von Software gesehen und ist in entsprechende Normen (ISO /IEC 9126) eingegangen. Balzert [3] beschreibt sie hier beispielsweise als *„Aufwand für den Benutzer, das Konzept und die Anwendung zu verstehen“*. Rahmenwerke zur Beschreibung der Qualität von Modellen sehen die Verständlichkeit ebenfalls als ein relevantes Merkmal. SEQUAL [11] , ein bekannter, auf der Semiotik basierender Vertreter nennt die korrekte Interpretation der Modellintention durch die Interessengruppen beim Umgang mit dem Modell und durch die verwendeten Werkzeuge als Aspekte der *„Pragmatic Quality“*.

Overhage u.a. greifen diese pragmatische Qualität in ihrem 3QM-Rahmenwerk zur Qualität von Geschäftsprozessmodellen auf [18]. 3QM geht dabei deutlich tiefer, bis hinab auf die Benennung konkreter Metriken zur Einschätzung der Verständlichkeit. Overhage u.a. beschränken sich dabei auf die Betrachtung der Bezeichner in Modellen, um eine Anwendbarkeit sowohl auf grafische als auch textuelle Modelle zu ermöglichen. Die Anzahl der verwendeten Synonyme bzw. Abweichungen von Standardbezeichnern dienen als Grundlage. Eine automatische Messung erscheint schwierig und wie auch die Autoren, darstellen gibt es weitere, evtl. relevantere Einflussgrößen auf die Verständlichkeit von Modellen (siehe auch Abschnitt 2.2).

Will man die Verständlichkeit eines konkreten Modells messen, zielt dies immer auf die Wahrnehmung des Modellnutzers ab. Auf Basis der gegebenen Definitionen wären Aufwand (ISO/IEC 9126) bzw. Korrektheit (SEQUAL) zu bestimmen. Passende Messgrößen lassen sich im Rahmenwerk zur empirischen Evaluierung der Modellverständlichkeit von Aranda u.a. [1] finden. Dort werden Zeit (Aufwand) und Korrektheit benannt. Korrektheit misst sich dabei an der Zahl korrekter Antworten des Modellnutzers auf Fragen zum Modell. Beide Größen werden auch im Rahmen dieser Arbeit verwendet. Daneben nennen Aranda u.a. auch Selbstsicherheit der Modellnutzer bezüglich ihres Verständnisses und wahrgenommene Schwierigkeit der Modellnutzer bei der Interpretation des Modells. Sie stellen somit subjektive Einschätzungen dar.

Auf der Basis dieser Messgrößen ist es möglich, empirisch Einflussgrößen auf die Modellverständlichkeit zu bestimmen und zu evaluieren. Im folgenden Abschnitt werden solche Untersuchungen und ihre Ergebnisse dargestellt.

2.2 Untersuchung von Einflussgrößen auf die Verständlichkeit

Generell haben nicht nur Modelleigenschaften Einfluss auf die Verständlichkeit eines Modells, vielmehr spielen auch die Persönlichkeit des Modellnutzers, die Umgebungssituation und der Zweck des Modellierungsvorhabens eine Rolle. Während es Untersuchungen zum Einfluss der Persönlichkeit (z.B. Zeitraum, in dem Erfahrungen mit Modellierung gemacht wurden in [16]) gibt, treten Umgebungssituation und Modellierungszweck zumindest bei den Untersuchungen zum Verständnis von Geschäftsprozessmodellen in den Hintergrund. Gleichwohl sind diese Größen bei empirischen Untersuchungen zur Modellverständlichkeit zu kontrollieren bzw. zu erfassen. Weiterhin zeigt sich der Einfluss des Modellierungszwecks in den verschiedenen Teilmodellen und Perspektiven die Rahmenwerke zur Unternehmensmodellierung definieren (siehe auch Abschnitt 1). Frank hebt diesen Aspekt in [9] hervor. Einen Überblick zu weiteren Rahmenwerken geben Chen u.a. in [5].

Untersuchungen zum Einfluss von Modelleigenschaften auf die Modellverständlichkeit münden in normativen für die Gestaltung von Modellen. Ziel ist die eine hohe Modellqualität in Bezug auf dieses Qualitätsmerkmal. Ein prominentes Beispiel sind die 7 Process Modeling Guidelines (7PMG) bzw. 7 Richtlinien zur Prozessmodellierung von Mendling u.a. [14]. Für diese Richtlinien wurde in anderen Untersuchungen empirisch nachgewiesen, dass ihre Einhaltung einen positiven Einfluss auf die Modellverständlichkeit hat. Im Kontext der Unternehmensmodellierung sind von den 7PMG vor allem die Verwendung möglichst weniger Modellelemente und die Beschränkung der Modellgröße auf 50 Elemente relevant. Die anderen Richtlinien haben einen starken Bezug zur Darstellung des Kontrollflusses in Geschäftsprozessmodellen. Es wird hier außerdem, wie auch in der Arbeit von Figl und Laue [8] gezeigt, dass die Art der verwendeten Modellelemente neben der Anzahl ebenfalls einen Einfluss auf die Verständlichkeit hat. Weitere Arbeiten beziehen sich auf die Darstellung von Modellen (z.B. Schrepfer u.a. in [22]) oder auf Eigenschaften des Modellgraphen (z.B. Dumas u.a. in [7]). Einfache Grapheigenschaften (Anzahl Knoten (eines bestimmten Typs), Knotengrad, Strukturiertheit), liegen letztlich auch sechs der 7PMG zugrunde. Eine höhere Anzahl an Knoten wird im Übrigen grundsätzlich mit einer höheren Komplexität gleichgesetzt. Entsprechendes gilt für Größen wie z.B. den durchschnittlichen Grad der Knoten eines Graphen (siehe auch [7]). Moody definiert in [17] weitere Prinzipien für verständliche Notationen. Diese treffen jedoch die Notation selbst und ihre Syntax, welche in dieser Arbeit nicht variiert werden soll.

2.3 Detailgrad und Verständlichkeit

Dem Modellierungszweck angepasste Modelldarstellungen (Teilmodelle/Perspektiven) können grundsätzlich nicht exakt dem objektiven Informationsbedarf des Modellnutzers entsprechen. Dies liegt am generellen Charakter der Rahmenwerke, aus denen sie definiert werden [5], an den Einschränkungen der verwendeten Werkzeuge und am Aufwand, die Modellsichten an den Bedarf anzupassen. Der Informationsbedarf kann auch schlichtweg unklar sein.

Es ist davon auszugehen, dass Modelelemente vorhanden sind, die objektiv nicht dem Informationsbedarf entsprechen. Könnte man diese aus dem Modell entfernen, würde sich, wie dargestellt, die Verständlichkeit des Modells erhöhen, da das Modell weniger komplex ist. Ein Weg, automatisiert Modelelemente zu entfernen, ist es z.B. nach Elementtypen zu filtern, wie bereits in [6] dargestellt. Ein anderer Weg wäre es, Hierarchien von *Ist-Teil-von*-Beziehungen zu verkürzen, indem untergeordnete Ebenen ausgeblendet werden und die weiteren Beziehungen der untergeordneten Ebene auf die übergeordneten Elemente vereinigt werden. Beispiele sind Aktivitäten und Teilprozesse innerhalb eines Prozesses oder Unterabteilungen innerhalb einer Abteilung. Allgemein würde man beim Ausblenden der unteren Hierarchieebenen von einer höheren Abstraktion sprechen. Da dieser

Begriff im Zusammenhang mit der Unternehmensmodellierung schon in anderem Kontext verwendet wird (z.B. [5] und [9]), verwendet diese Arbeit stattdessen den Detailgrad. Der Detailgrad ist dabei umso höher, je mehr Hierarchieebenen von *Ist-Teil-von*-Beziehungen im Modell enthalten sind.

Auf Basis der bisherigen Darstellungen ergeben sich folgende Hypothesen:

H1: Modellnutzer machen bei der Interpretation von Modellen mit niedrigerem Detailgrad weniger Fehler. (Korrektheit)

H2: Modellnutzer benötigen für die Interpretation von Modellen mit niedrigerem Detailgrad weniger Zeit. (Aufwand)

Im Folgenden wird die experimentelle Prüfung der Hypothesen beschrieben.

3 Experimenteller Aufbau

Um den Einfluss des detailgrades auf die Modellverständlichkeit zu untersuchen, wurde ein Fragebogen-basiertes Experiment durchgeführt, bei dem die Probanden Fragen zu ihren Fähigkeiten auf dem Gebiet der Unternehmensmodellierung und zum Verständnis eines vorliegenden Modells zu beantworten hatten. Zusätzlich wurde die für die Beantwortung der Verständnisfragen benötigte Zeit gemessen.

3.1 Verwendete Modelle

Als Grundlage diente das ArchiSurance-Modell, welches dem Archi-Werkzeug[4] der Universität Bolton zur Erstellung von ArchiMate®-Modellen beiliegt und der ArchiSurance-Fallstudie entstammt. Ein Ausschnitt (Modellversion M1, Bild 1) dieses Modells wurde ausgewählt unter der Maßgabe, dass er auf einem A4-Blatt in lesbarer Qualität druckbar ist. Er enthielt ausschließlich Elementtypen aus dem Business Layer von ArchiMate® . Die Anzahl der Knoten des zugehörigen Graphen beträgt 36 bei 54 Kanten. Es ergibt sich ein durchschnittlicher Knotengrad von 3.

Um den Detailgrad zu variieren, wurde eine Modellversion (M2, Bild 2) geschaffen, welche die unterste Prozessebene ausblendet. Der zugehörige Graph enthält 25 Knoten bei 37 Kanten. Es ergibt sich ein durchschnittlicher Knotengrad von 2,96.

M2 müsste mit Bezug auf die Darstellungen in Abschnitt 2.2 besser verständlich sein. Bezieht man Beziehungen mit ein, die grafisch nicht durch Kanten bzw. Verbindungslinien visualisiert werden (vgl. z.B. [6] für solche Visualisierungen), ist die vermutete Verständlichkeit von M2 im Vergleich zu M1 noch besser (durchschnittlicher Knotengrad: M1=3,72 ; M2= 3,12).

3.2 Fragebogen

Der verwendete Fragebogen besteht aus einem Teil mit fünf Fragen zur Selbsteinschätzung bezüglich der eigenen Fähigkeiten auf dem Gebiet der Unternehmensmodellierung und einem Teil mit zwölf Verständnisfragen zum vorliegenden Modell. Die Beantwortung der Fragen erfolgte im Multiple-Choice-Verfahren. Nur vollständig richtig beantwortete Fragen wurden auch als korrekt gewertet. Die Fragen beziehen sich spezifisch auf den verwendeten Modellausschnitt. Sie lassen sich sowohl mit Hilfe von M1 als auch M2 komplett und korrekt beantworten.

[4] Siehe http://archi.cetis.ac.uk/

3.3 Probanden

Das Experiment wurde unabhängig voneinander in zwei Gruppen durchgeführt. In Gruppe 1 (G1) waren 11 Studenten des 4. Semesters, in Gruppe 2 (G2) 8 Studenten des 2. Semesters im Bachelor Wirtschaftsinformatik an der Universität Rostock. Beide Gruppen haben u.a. Grundlagenvorlesungen in Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik besucht. Dabei wurden erweiterte Ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK) eingeführt und die Modellierung mit diesem Werkzeug beübt. Weiterhin wurde Unternehmensmodellierung als Konzept eingeführt. Für G1 lag die entsprechende Veranstaltung etwa ein Jahr zurück, G2 hatte den Stoff gerade absolviert. Alle Probanden gaben an, bisher nicht aktiv mit Unternehmensmodellen gearbeitet zu haben. Die Probanden waren bis auf eine Person in G2 männlich.

3.4 Durchführung

Das Experiment begann jeweils mit einer etwa 15-minütigen Einführung in Unternehmens-modellierung und ArchiMate® sowie einer Erläuterung des Ablaufs des Experiments vor der Gruppe. Dann wurden Fragebogen, Modelle und ein Übersichtsblatt der ArchiMate®-Syntax an die Probanden verteilt. Die Zuordnung der Modellversion – entweder M1 oder M2 – erfolgte zufällig. In G1 haben 6 Probanden mit M1 gearbeitet und 5 mit M2. In G2 waren es jeweils 4.

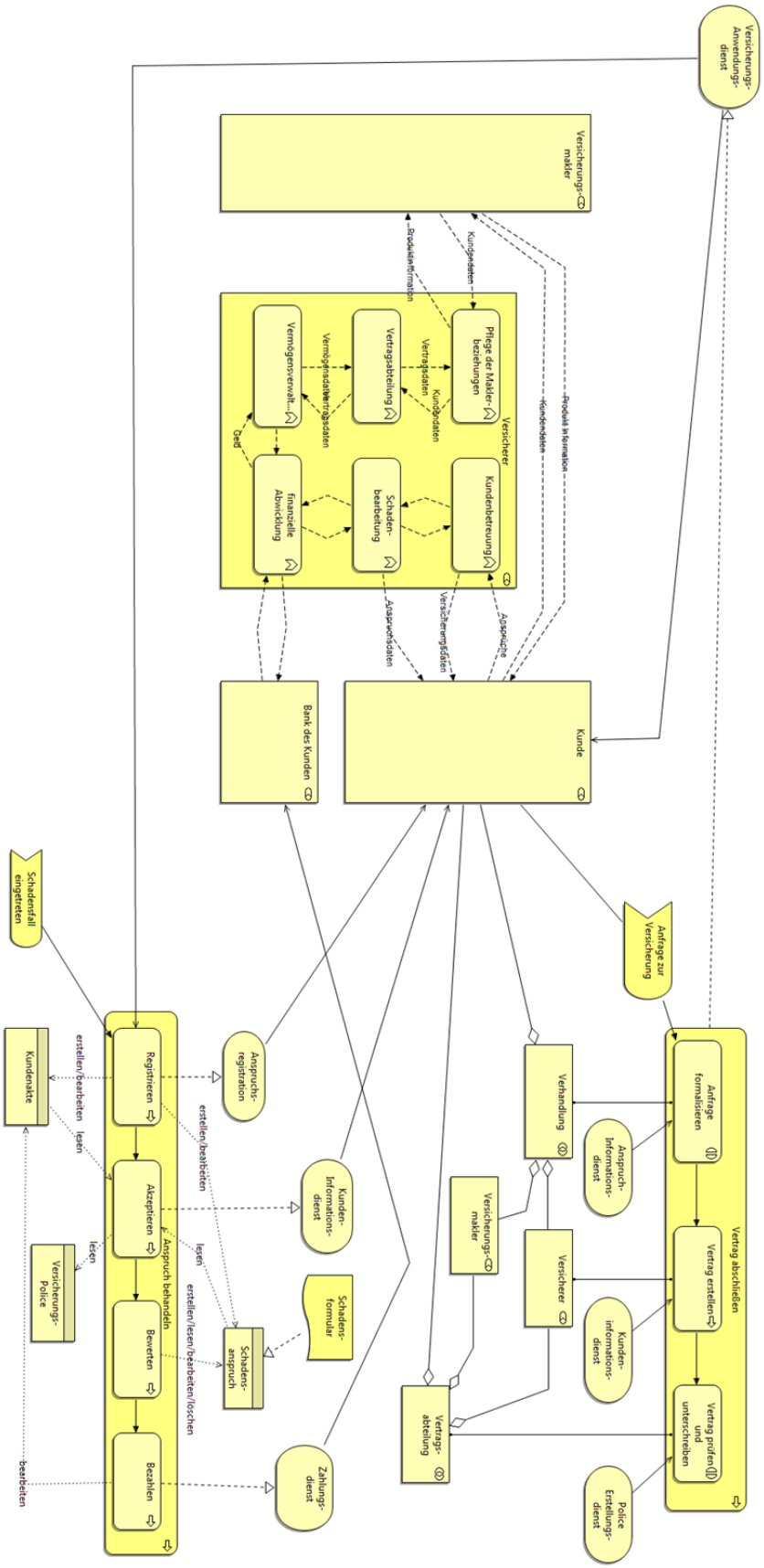


Bild 1: Modellversion M1 (hoher Detailgrad)

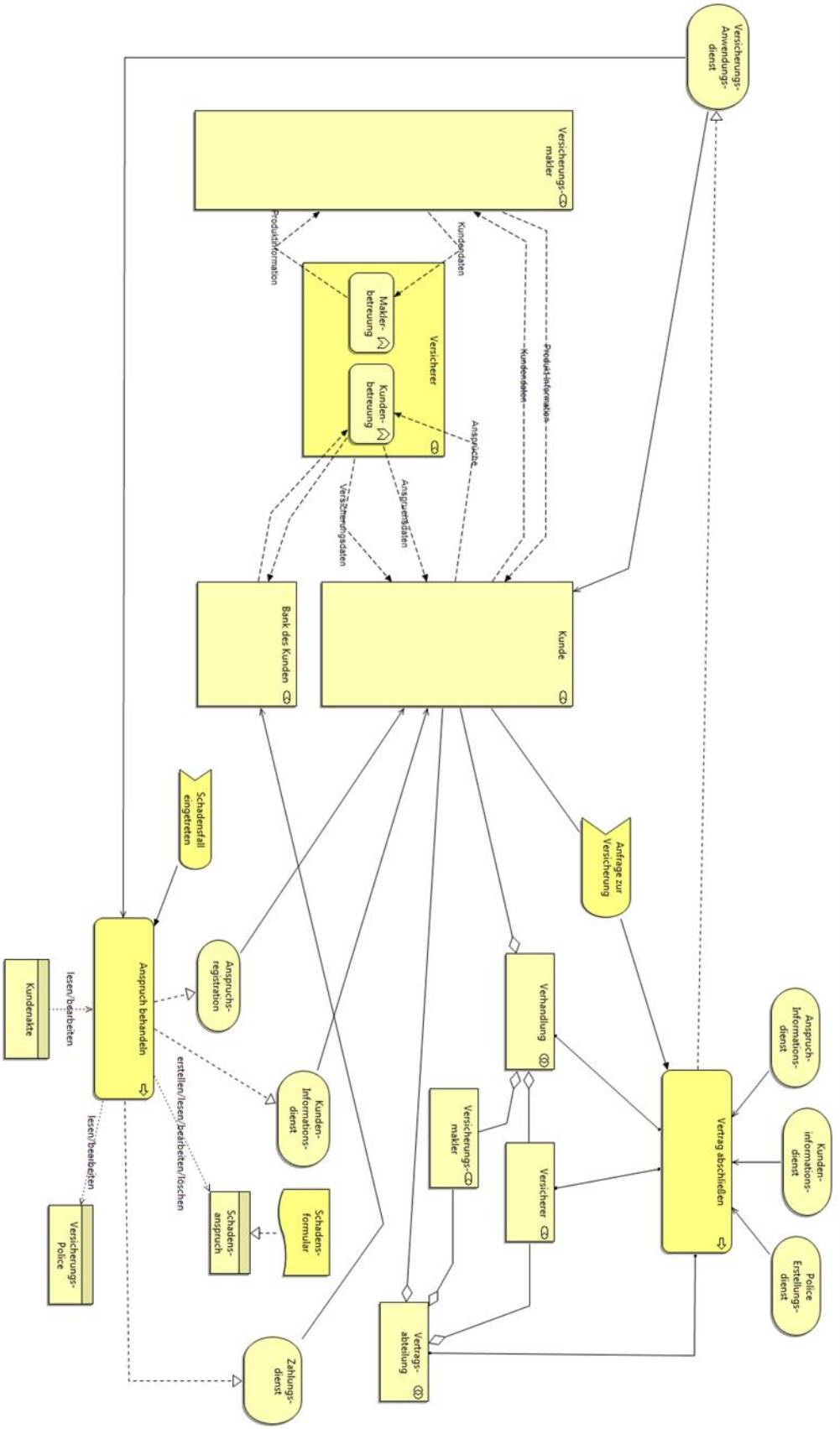


Bild 2: Modellversion M2 (niedriger Detailgrad)

Die Probanden haben dann zunächst den Teil des Fragebogens zur Selbsteinschätzung ausgefüllt. Nachdem dies von allen abgeschlossen war, wurde ein zentraler Zeitgeber gestartet und die Probanden begannen mit der Beantwortung der Verständnisfragen. Nach Beantwortung der Fragen hat jeder Proband die verstrichene Zeit auf seinem Fragebogen vermerkt.

4 Ergebnisse

Nach Auswertung der ausgefüllten Fragebögen lassen sich bezüglich der Hypothesen die folgenden Aussagen treffen.

4.1 H1 Korrektheit

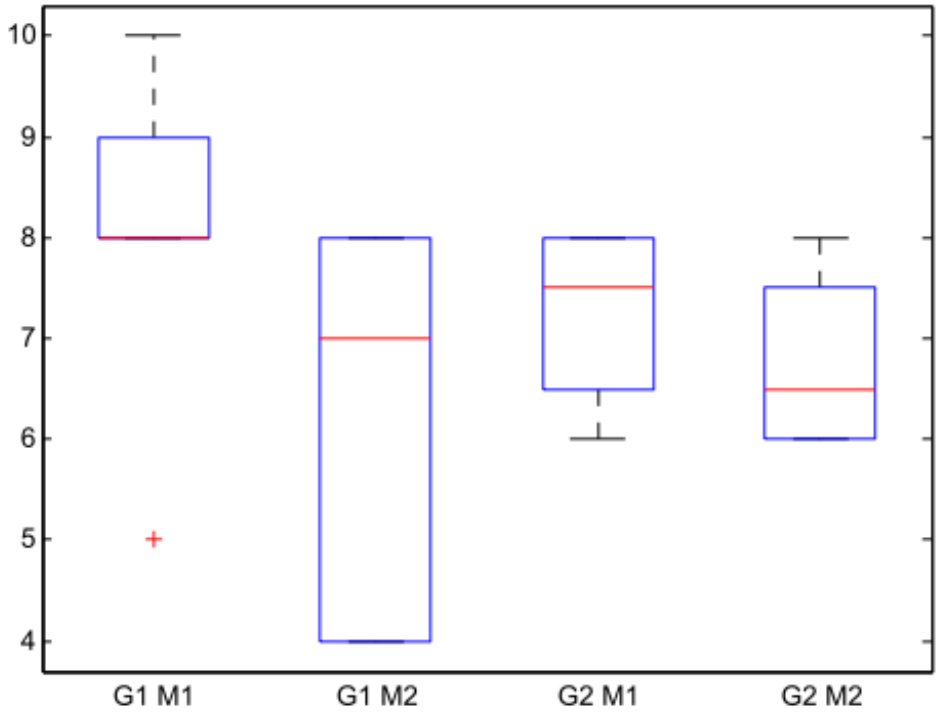


Bild 3: Boxplot: Anzahl korrekt beantwortete Fragen

Die mögliche Höchstzahl von zwölf korrekt beantworteten Fragen hat keiner der Probanden erreicht (siehe Bild 3). Es zeigen sich in beiden Gruppen bessere Ergebnisse bei einem höheren Detailgrad des Modells.

In G1 liegt der Median für M1 bei 8 von 12 korrekt beantworteten Fragen. Bis auf einen Ausreißer mit 5 korrekten Antworten liegen alle Probanden mindestens bei 8 korrekten Antworten. Für M2 liegt der Median bei 7 korrekten Antworten mit einer breiten Streuung nach unten bis zum schlechtesten Proband bei 4 korrekten Antworten. Der beste Proband für M2 in G1 hat 8 korrekte Antworten.

In G2 liegt der Median für M1 bei 7,5 korrekten Antworten und für M2 bei 6,5 korrekten Antworten. Dabei ist anzumerken, dass das Ersetzen eines Probanden mit einem Wert am unteren Ende des Streuungsbereiches für M2 in G2 durch einen mit einem Wert am oberen Ende den Unterschied zwischen M1 und M2 egalisieren würde. Dies liegt an der geringen Größe von G2.

Insgesamt wird jedoch auf Basis der erhobenen Daten die Hypothese H1 widerlegt. Modellnutzer von Modellen mit niedrigerem Detailgrad machen nicht weniger Fehler bei der Modellinterpretation. Vielmehr machen sie im konkreten Fall sogar mehr Fehler. Die Verständlichkeit von Modellen mit niedrigerem Detailgrad und damit niedrigerer Komplexität (vgl. Abschnitt 2.2) ist geringer.

4.2 H2 Aufwand

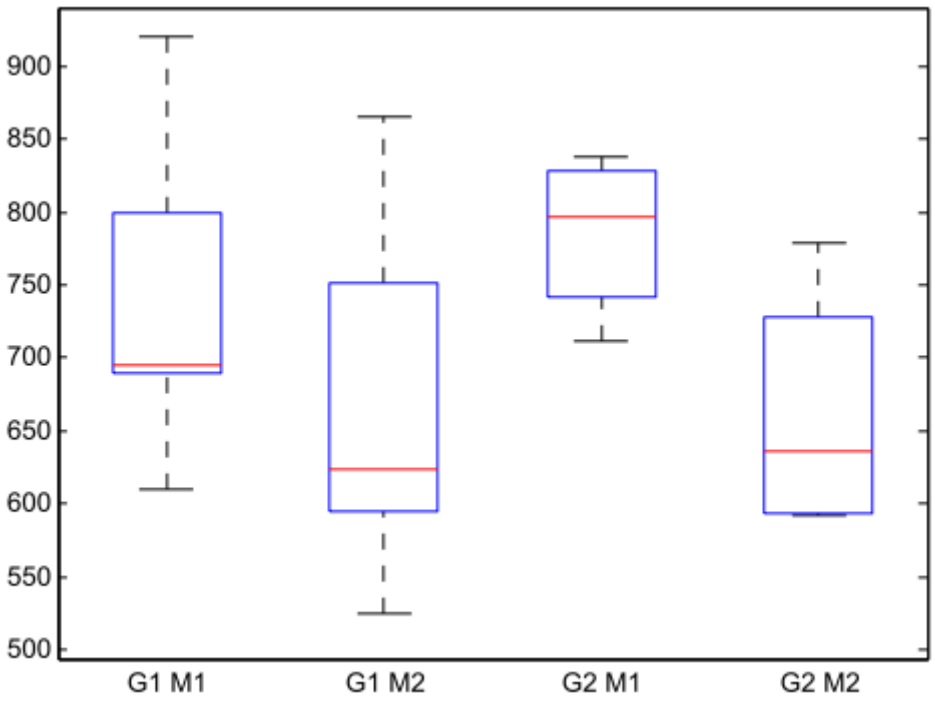


Bild 4: Boxplot – Zur Beantwortung der Verständnisfragen benötigte Zeit in Sekunden

Der Aufwand zum Verständnis der Modelle wurde anhand der benötigten Zeit zur Beantwortung der Verständnisfragen gemessen. In G1 liegt der Median für M1 bei 694,5 Sekunden, für M2 bei 624 Sekunden. In G2 sind es für M1 796,5 Sekunden und für M2 636 Sekunden. Auch die übrigen Verteilungsmaße (Quartilswerte/Extremwerte) liegen für M1durchweg höher als für M2.

H2 ist damit auf Basis der erhobenen Daten bestätigt. Modellnutzer benötigen für die Interpretation von Modellen mit niedrigerem Detailgrad weniger Zeit. Damit wäre die Verständlichkeit von Modellen mit niedrigerem Detailgrad höher.

4.3 Bewertung und Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Experiments scheinen zunächst in sich widersprüchlich. In Bezug auf den Zusammenhang zwischen Detailgrad und korrekter Modellinterpretation sind sie auch im Widerspruch zur vorangegangenen Untersuchungen, so z.B. den Grundlagen der 7PMG. Im Folgenden sollen einige mögliche Ursachen für dafür diskutiert werden.

Da die Experimentieranordnung für alle Gruppen bis auf die zusätzlichen Details in M2 identisch war, sind nicht-erfasste Einflussfaktoren als Ursache für die beobachteten Ergebnisse auszuschließen. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs könnte der gefundene Zusammenhang zwischen Korrektheit und Detailgrad auf statistisches Rauschen zurückgeführt werden. Dagegen spricht, dass

sich dieser Zusammenhang unabhängig in beiden Gruppen zeigt. Außerdem zeigt ein zweiseitiger t-Test über beide Gruppen (α=0,1; ν=17; t=1,82), dass die Nullhypothese im Mittel gleicher Anzahlen korrekt beantworteter Fragen für M1 und M2 abgelehnt werden kann(vgl. [4]).

Ungenauigkeiten durch zufällig ausgewählte Antwortmöglichkeiten lassen sich ebenfalls weitgehend ausschließen. Die Verständnisfragen hatten jeweils mindestens 4 Antwortmöglichkeiten, von denen teilweise mehrere zur korrekten Antwort auszuwählen waren. Die Wahrscheinlichkeit, durch Zufallswahl die korrekte Antwort zu erhalten, ist als gering einzuschätzen. Weiterhin konnten die Probanden zu jeder Frage angeben, dass sie nicht in der Lage waren, die Frage zu beantworten. Es ist davon auszugehen, dass korrekt beantwortete Fragen auch auf eine korrekte Interpretation des Modells zurückzuführen sind.

Es könnte auch sein, dass die Modellversion mit geringerem Detailgrad weniger sorgfältig bearbeitet wurde und somit mehr Fehler gemacht wurden. Um dies zu untersuchen, wurde nicht die Gesamtzeit für die Bearbeitung der Verständnisfragen herangezogen, sondern der Zeitbedarf je Modellelement. Da M2 weniger Elemente enthält und nur der Zeitbedarf für die Interpretation des Modells zu betrachten ist, muss hier der Zeitbedarf für das Lesen des Fragebogens und das Ankreuzen der korrekten Antworten herausgerechnet werden. In einer Nachuntersuchung wurde dieser Zeitbedarf nachträglich abgeschätzt. In einem Experiment mit 6 Probanden lag er zwischen 100s (1:40 min) und 300s (5 min). Legt man den Extremwert von 300 Sekunden als Schlechteste-Fall-Schätzung für das Lesen des Fragebogens und das Ankreuzen zugrunde, ergibt sich über beide Gruppen G1 und G2 ein Zeitbedarf von 4,9s je Element bei M1 und 5,2s je Element bei M2. Im Ergebnis zeigt sich, dass bei gleicher Zahl an Modellelementen Modelle mit geringerem Detailgrad auch in Bezug auf den Aufwand weniger Verständlich sind. Somit sind die Ergebnisse des Experiments in sich schlüssig.

Es zeigt sich auch, dass die Anzahl der Modellelemente als Maß für die Verständlichkeit eines Modells nur bedingt geeignet ist. Eine Modularisierung von Modellen, um die Elementzahl je Teilmodell gering zu halten, wie in den 7GPM vorgeschlagen, kann auch zu einem insgesamt höheren Aufwand für die Modellinterpretation führen, wenn mehrere Teilmodelle für den Modellnutzer relevant sind.

Was ist nun eine mögliche Erklärung für den beschriebenen Effekt, dass ein höherer Detailgrad zu einer besseren Verständlichkeit führt, ob wohl ein entsprechendes Modell komplexer ist? Es kann sein, dass mit den zusätzlichen Elementen Kontextinformation transportiert wird, die der Verständlichkeit dient. Auf die Bedeutung von Kontext bei der Interpretation von Unternehmensmodellen wurde bereits in [6] eingegangen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Es konnte gezeigt werden, dass trotz per se höherer Komplexität in bestimmten Situationen ein höherer Detailgrad die Verständlichkeit von Modellen erhöhen kann. Pauschale Richtlinien zur Gestaltung von Modellen weisen hier in die falsche Richtung.

Für die Zukunft steht noch eine weitere Validierung unter Prüfung der Verallgemeinerbarkeit des gefundenen Zusammenhangs aus. Ziel sollte es sein, relevante Faktoren bzw. Situationen des Auftretens näher zu bestimmen. Ein Weg könnte es sein, das Nutzerverhalten bei der Interaktion mit Modellen zu beobachten und auszuwerten. Dies lässt sich umsetzen, sofern auch die sich zudem ergebende Empfehlung umgesetzt wird, eine Änderung des Detailgrads als Interaktionsmöglichkeit in Modellierungswerkzeuge zu integrieren.

6 Danksagung

Dank gilt Daniel Christen, Florian Karnatz, Felix Timm und Jörn Wiebring für die angeregte Diskussion sowie die Arbeit bei der Planung und Durchführung des Experiments.

7 Literatur

[1] Aranda, Jorge; Ernst, Neil; Horkoff, Jennifer; Easterbrook, Steve (2007): A framework for empirical evaluation of model comprehensibility. In : Proceedings of the International Workshop on Modeling in Software Engineering. IEEE Computer Society, 7.

[2] Avner Ottensooser; Alan Fekete; Hajo A. Reijers; Jan Mendling; Con Menictas (2012): Making sense of business process descriptions: An experimental comparison of graphical and textual notations. In *Journal of Systems and Software* 85 (3), 596–606.

[3] Balzert, Helmut (2001): Lehrbuch der Software-Technik. 2. Auflage Heidelberg [u.a.]: Spektrum, Akad. Verl. (Lehrbücher der Informatik, 1).

[4] Bleymüller, Josef; Gehlert, Günther (1996): Statistische Formeln, Tabellen und Programme. 8. Auflage München: Vahlen (WiSt-Taschenbücher).

[5] Chen, D.; Vallespir, B.; Doumeingts, G. (1997): GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology. In *Computers in Industry* 33 (2–3), 387–394.

[6] Christiner, Frank; Lantow, Birger; Sandkuhl, Kurt; Wißotzki, Matthias (2012): Multi-dimensional Visualization in Enterprise Modeling. In : BIS (Workshops), 139–152.

[7] Dumas, Marlon; Rosa, Marcello; Mendling, Jan; Mäesalu, Raul; Reijers, HajoA; Semenenko, Nataliia (2012): Understanding Business Process Models: The Costs and Benefits of Structuredness. In Jolita Ralyté, Xavier Franch, Sjaak Brinkkemper, Stanislaw Wrycza (Hrsg): Advanced Information Systems Engineering, vol. 7328: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), 31–46.

[8] Figl, Kathrin; Laue, Ralf (2011): Cognitive Complexity in Business Process Modeling. In Haralambos Mouratidis, Colette Rolland (Hrsg): Advanced Information Systems Engineering, vol. 6741: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), 452–466.

[9] Frank, U. (2002): Multi-perspective enterprise modeling (MEMO) conceptual framework and modeling languages. In : System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on, 1258–1267.

[10] Fox, Mark S.; Grüninger, Michael (1998): Enterprise Modeling. In *AI Magazine* 19 (3), 109–121.

[11] Krogstie, John (2012): Model-based development and evolution of information systems. A quality approach. London, New York: Springer.

[12] Maes, Ann; Poels, Geert (2006): Evaluating Quality of Conceptual Models Based on User Perceptions. In DavidW Embley, Antoni Olivé, Sudha Ram (Hrsg): Conceptual Modeling - ER 2006, vol. 4215: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), 54–67.

[13] Melcher, Joachim; Mendling, Jan; Reijers, HajoA; Seese, Detlef (2010): On Measuring the Understandability of Process Models. In Stefanie Rinderle-Ma, Shazia Sadiq, Frank Leymann

(Hrsg): Business Process Management Workshops, vol. 43: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Business Information Processing), 465–476.

[14] Mendling, J.; Reijers, H. A.; van der Aalst, W. M. P. (2010): Seven process modeling guidelines (7PMG). In *Inf. Softw. Technol* 52 (2), 127-136.

[15] Mendling, Jan; Reijers, HajoA; Cardoso, Jorge (2007): What Makes Process Models Understandable? In Gustavo Alonso, Peter Dadam, Michael Rosemann (Hrsg): Business Process Management, vol. 4714: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), 48–63.

[16] Mendling, Jan; Strembeck, Mark (2008): Influence Factors of Understanding Business Process Models. In Witold Abramowicz, Dieter Fensel (Hrsg): Business Information Systems, 11th International Conference, BIS 2008, Innsbruck, Austria, May 5-7, 2008. Proceedings: Springer (Lecture Notes in Business Information Processing, 7), 142–153.

[17] Moody, D.L (2009): The "Physics" of Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering. In *Software Engineering, IEEE Transactions on* 35 (6), pp. 756–779.

[18] Overhage, Sven; Birkmeier, Dominik Q.; Schlauderer, Sebastian (2012): Qualitätsmerkmale, -metriken und -messverfahren für Geschäftsprozessmodelle. In *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 54 (5), 217–235.

[19] Parsons, Jeffrey; Cole, Linda (2005): What do the pictures mean? Guidelines for experimental evaluation of representation fidelity in diagrammatical conceptual modeling techniques. In *Data & Knowledge Engineering* 55 (3), 327–342.

[20] Poels, Geert; Burton-Jones, Andrew; Gemino, Andrew; Parsons, Jeffrey; Ramesh, V. (2006): Experimental Research on Conceptual Modeling: What Should We Be Doing and Why? In DavidW Embley, Antoni Olivé, Sudha Ram (Hrsg): Conceptual Modeling - ER 2006, vol. 4215: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), 544–547.

[21] Reijers, H.A; Mendling, J. (2011): A Study Into the Factors That Influence the Understandability of Business Process Models. In *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on* 41 (3), 449–462.

[22] Schrepfer, Matthias; Wolf, Johannes; Mendling, Jan; Reijers, HajoA (2009): The Impact of Secondary Notation on Process Model Understanding. In Anne Persson, Janis Stirna (Hrsg): The Practice of Enterprise Modeling, vol. 39: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Business Information Processing), 161–175.

[23] Stirna, Janis; Persson, Anne; Sandkuhl, Kurt (2007): Participative Enterprise Modeling: Experiences and Recommendations. In John Krogstie, Andreas Opdahl, Guttorm Sindre (Hrsg): Advanced Information Systems Engineering, vol. 4495: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), 546–560.

[24] van der Aalst, Wil M.P; ter Hofstede, Arthur H.M; Weske, Mathias (2003): Business Process Management: A Survey. In WilM.P Aalst, Mathias Weske (Hrsg): Business Process Management, vol. 2678: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Computer Science), 1–12.

[25] Vernadat, Francois B. (2002) Enterprise Modeling and Integration: Current Status and Perspectives. Annual Reviews in Control Vol. 26, 15-25. Pergamon Press.

Zur Evolution der Ereignisgesteuerten Prozesskette

Constantin Houy, Peter Fettke, Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: *vorname.nachname*@iwi.dfki.de

Abstract

Die Geschäftsprozessmodellierung hat im Rahmen der Forschung und Praxis in den letzten Jahren einen zunehmend größeren Stellenwert. Eine Prozessmodellierungssprache, die seit über 20 Jahren in zahlreichen Organisationen eingesetzt wird und der sich auch eine beachtliche Menge an Forschungsarbeiten widmet, ist die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK). Der vorliegende Beitrag untersucht anhand der Analyse wissenschaftlicher Beiträge zur EPK, wie diese seit ihrer Einführung weiterentwickelt wurde, und berücksichtigt dabei evolutionstheoretische Ideen – insbesondere die Hypothesen, die von Patig (2006) zur Evolution von Modellierungssprachen formuliert und für Petri-Netze und das Entity-Relationship-Modell (ERM) untersucht wurden. Die vorliegende Analyse zeigt, dass die dort formulierten theoretischen Evolutionsmuster in besonderem Maße auch für die Entwicklung der EPK von Bedeutung sind, und leitet Implikationen für die zukünftige Forschung ab.

1 Einleitung

Die Modellierung im Allgemeinen sowie die Geschäftsprozessmodellierung im Speziellen sind bedeutende Forschungsthemen der Wirtschaftsinformatik und gewinnen seit Jahren auch zunehmend in der Praxis an Bedeutung [3]. Zur Modellierung von Geschäftsprozessen ist der Einsatz geeigneter Modellierungssprachen unerlässlich und es existieren mittlerweile zahlreiche Sprachen zur Repräsentation und gezielten Gestaltung von Geschäftsprozessen in Organisationen. Modellierungssprachen verfügen typischerweise über ein Vokabular, eine Syntax und über eine Semantik [17]. Das Vokabular bezeichnet die Gesamtheit der Konstrukte einer Modellierungssprache. Die Syntax regelt die Verbindung und das Zusammenspiel dieser einzelnen Konstrukte. Die Bedeutung der Konstrukte sowie ihrer verschiedenen Kombinationen wird durch die Semantik bestimmt.

Im Rahmen der praktischen Nutzung von Modellierungssprachen werden diese häufig für unterschiedliche Aufgaben verwendet. Zuweilen werden dadurch bestimmte Mängel, fehlende Eigenschaften oder fehlende Konstrukte offenbar. Solche Mängel werden typischerweise durch die Weiterentwicklung einer Modellierungssprache behoben und somit fehlende Konstrukte oder Eigenschaften ergänzt. Solche Veränderungen und Anpassungen werden allerdings nicht nur durch die Praxis getrieben, sondern es kommt auch häufig vonseiten der Forschung zu Verbesserungsvorschlägen oder Erweiterungen von Modellierungssprachen. Diese werden folglich stetig – entweder praxis- bzw. forschungsgetrieben – an neue Anforderungen angepasst. In diesem Zusammenhang wird in einigen Forschungsarbeiten von einem „evolutionären Entwicklungsprozess“ von Modellierungssprachen ausgegangen, der von Patig sowohl für Petri-Netze als auch für Entity-Relationship-Modelle (ERM) unter Berücksichtigung evolutionstheoretischer Ideen aus der Biologie untersucht und nachgewiesen wurde [17;18].

Es kann zwar davon ausgegangen werden, dass auch die „Ereignisgesteuerte Prozesskette“ (EPK), die zu den weit verbreiteten Prozessmodellierungssprachen gehört [3] und inzwischen seit mehr als 20 Jahren existiert [7], solchen evolutionären Entwicklungsprozessen unterliegt. Allerdings wurde dieser Umstand bisher noch nicht untersucht. Somit bleibt bisher unklar, *inwiefern* die EPK seit ihrer Einführung im Jahre 1992 typische evolutionäre Entwicklungsmuster im Sinne der Arbeiten von Patig aufweist, *wie* die EPK als Prozessmodellierungssprache weiterentwickelt wurde und *welche* Implikationen dies für ihre weitere Entwicklung haben könnte. Der vorliegende Beitrag möchte sich dieser „Forschungslücke“ annehmen und die folgenden drei Forschungsfragen beantworten:

1. Wie wurde die EPK im Laufe der Zeit durch die Forschungsgemeinde weiterentwickelt und welche Weiterentwicklungen haben sich durchgesetzt?
2. Inwiefern unterliegt die EPK im Rahmen ihrer inzwischen 20-jährigen Entwicklungsgeschichte typischen evolutionären Entwicklungsmustern?
3. Welche Implikationen ergeben sich daraus für die zukünftige Weiterentwicklung der EPK?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wurde eine *systematische Literaturanalyse* durchgeführt [4], bei der insbesondere der aktuelle Stand der *wissenschaftlichen Beiträge* zur EPK untersucht wurde. Die Analyse soll zeigen, welche EPK-Konstrukte als weitgehender *Konsens* in der Wissenschaft angesehen werden können, und darüber hinaus im Rahmen der hier gegebenen Möglichkeiten und der gebotenen Kürze einen Überblick über die bedeutendsten, derzeit in der wissenschaftlichen Literatur aufgezeigten Erweiterungen und Varianten der EPK geben. Zu diesem Zweck wird ein Analyserahmen zur Auswertung systematisch identifizierter EPK-Beiträge entwickelt. Der so ent-

wickelte Überblick stellt die Grundlage für die darauf folgende Analyse der von Patig aufgestellten Hypothesen im Kontext der EPK dar.

Praxisgetriebene Anpassungen und Weiterentwicklungen der EPK, die *per se* ebenso höchst interessant sind, werden im Rahmen dieser Untersuchung ausgeklammert. Es sind bereits weitere Untersuchungen in Planung, die sich ausschließlich auf den Bereich der praktischen Nutzung konzentrieren sollen. Bei diesen Untersuchungen ist allerdings ein methodisch anderes Vorgehen notwendig, weshalb die Autoren dieser Arbeit getrennte Untersuchungen anstreben.

Der vorliegende Beitrag ist wie folgt *strukturiert*: im Anschluss an diese Einleitung werden in Kapitel zwei konzeptionelle Grundlagen dargelegt und Patigs Hypothesen zur Evolution von Modellierungssprachen eingeführt. Kapitel drei präsentiert Details zum verwendeten Untersuchungsansatz und führt den entwickelten Analyserahmen ein. In Kapitel vier werden zentrale Untersuchungsergebnisse unter Verwendung des Analyserahmens präsentiert, bevor in Kapitel fünf die Evolutionshypothesen im Kontext der EPK analysiert und diskutiert werden. Kapitel sechs zeigt Implikationen sowie Limitationen dieser Untersuchung auf und schließt den vorliegenden Beitrag mit einem Ausblick.

2 Konzeptionelle Grundlagen zur Evolution von Modellierungssprachen

In [17;18] untersucht Patig die Entwicklung von Modellierungssprachen im Zeitverlauf unter Berücksichtigung evolutionstheoretischer Grundsätze und Annahmen. Dabei werden Hypothesen zu zentralen Charakteristika der Evolution von Modellierungssprachen formuliert und diese anhand von Petri-Netzen und ERM überprüft. Evolution wird als „Abstammung mit Veränderungen“ verstanden [17, S. 24]. Die Hypothesen von Patig werden in Tabelle 1 präsentiert und im Folgenden näher erläutert.

Allgemeine Hypothesen	
[H1]	Es gibt Ursachen der Variation.
[H2]	Es gibt Mechanismen der Variation. Diese Mechanismen der Variation sind das Hinzufügen, Übernehmen, Erfinden und Löschen.
[H3]	Es gibt einen Ursprung für die Variation.
[H3a]	Es gibt eine Grundrichtung der Variation.
[H3b]	Es gibt Trends für die Variation: Ein Trend kann eine Steigerung der Komplexität, eine Vereinfachung oder eine Spezialisierung zur Folge haben.
[H3c]	Es gibt eine Regel, nach der sich Veränderungen durchsetzen.

Tabelle 1: Hypothesen zur Evolution von Modellierungssprachen bei Patig [18]

Modellierungssprachen besitzen einen Ursprung, von dem ausgehend sich im Evolutionsprozess Varianten entwickeln können (*Variation*), falls die Möglichkeit der Variantenbildung (*Variabilität*) gegeben und mindestens eine *Ursache* bzw. ein *Auslöser* für eine Variation vorhanden ist (vgl. ***H1***).

Der Evolutionsprozess wird von unterschiedlichen *Mechanismen der Variation* bestimmt (vgl. ***H2***). Diese beschreiben, inwiefern und auf welche Art und Weise sich Modellierungssprachen entwickeln können. Insbesondere sind die Mechanismen 1.) *Hinzufügen*, 2.) *Übernehmen*, 3.) *Erfinden* bzw. 4.) *Löschen von Sprachkonstrukten* von Bedeutung. Gemäß Patig werden beim 1.) *Hinzufügen* Varianten dadurch produziert, dass bereits im System existierende Elemente neu zusammengesetzt, anders verwendet oder erweitert werden. Variation durch 2.) *Übernehmen* manifestiert sich, wenn „Elemente aus der Systemumwelt als neue Elemente in das System eingeführt werden“, während Variation durch

3.) *Erfinden* bedeutet, dass neue Elemente, die „bisher noch nicht, weder innerhalb noch außerhalb des Systems“ existiert haben, ergänzt werden. Variation durch 4.) *Löschen* bedeutet, dass Varianten „vernichtet“ werden [17, S. 25f.].

Weiterhin hat jede Variation einen *Ursprung* (vgl. ***H3***). Die Variation wird insbesondere durch drei zentrale Aspekte geprägt: 1.) eine *Grundrichtung* der Veränderung, die stets hinwärts zu einer bestmöglichen Anpassung an die tatsächliche Verwendung einer Modellierungssprache tendiert („überlebensfähige Variante“) (vgl. ***H3a***), 2.) bestimmte *Trends* der Veränderung, die entweder eine *Vereinfachung*, eine *Verkomplizierung* oder eine *Spezialisierung* im Vergleich zur Ursprungsversion darstellen können [17, S. 26f.] (vgl. ***H3b***) und 3.) *Regeln*, nach denen sich die Veränderung durchsetzt (vgl. ***H3c***), wobei mit *Durchsetzung* die Stärke und Dauerhaftigkeit gemeint ist, mit der sich eine Variante etablieren kann.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen diese Hypothesen hinsichtlich der EPK untersucht werden. Entsprechend der Arbeit von Patig handelt es sich ausnahmslos um *Existenzaussagen* und nicht um *Allaussagen*, die normalerweise im Rahmen kritisch-rationalistischer Theorieüberprüfungen zu falsifizieren sind. Analog zu den Arbeiten von Patig werden im Rahmen des vorliegenden Beitrags „Belege“ für die formulierten Existenzaussagen gesucht, um diese zu *verifizieren* und im Anschluss diskutieren zu können. Im folgenden Kapitel wird der verwendete Untersuchungsansatz vorgestellt.

3 Untersuchungsansatz

3.1 Zur Literaturrecherche

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine systematische Literaturanalyse durchgeführt, um die Weiterentwicklung der Modellierungssprache EPK im Allgemeinen und insbesondere auf Grundlage der eingeführten Hypothesen zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde zunächst relevante Literatur zur EPK systematisch identifiziert, indem unter Verwendung folgender Suchbegriffe im Rahmen der *Vorwärtssuche* [24] in den Literaturdatenbanken *EBSCOhost*, *SCOPUS*, *Springerlink*, *ScienceDirect* und *wiso-net* sowie bei *Google Scholar* gesucht wurde: „event-driven process chain“, EPC, „Ereignisgesteuerte Prozesskette“, EPK. Darüber hinaus wurden weitere einschlägige Beiträge ergänzt, die auf diese Art und Weise nicht identifiziert werden konnten, z. B. in der Reihe der Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi) in Saarbrücken (sog. *IWi-Hefte*), in deren Rahmen die EPK ursprünglich eingeführt wurde, in den Proceedings der EPK-Workshops der Gesellschaft für Informatik (GI) und in den Proceedings der Tagungen „Modellierung betrieblicher Informationssysteme“. Danach wurde in den Referenzlisten der so zusammengetragenen EPK-Beiträge eine *Rückwärtssuche* durchgeführt [24], um weitere Quellen als Grundlage für die anschließende Auswertung zu erhalten. Auf diese Art und Weise konnten insgesamt 94 relevante Beiträge identifiziert werden, die seit der Einführung der EPK verfasst wurden und sich direkt oder indirekt mit deren Weiterentwicklung befassen.

3.2 Zur Konzeption des Analyserahmens

Zur systematischen Darstellung der Analyse aller Beiträge wurde parallel zu den ersten Iterationen der Literaturdurchsicht ein Analyserahmen (s. Bild 1) entwickelt. Ausgehend von der Ursprungsarbeit von *Keller, Nüttgens* und *Scheer* aus dem Jahre 1992 [7] wurde zunächst erhoben, welche der dort eingeführten *I.) Grundkonstrukte* eine Arbeit verwendet (Funktionen, Ereignisse, Kontrollfluss, Informations- und Sachobjekt und die Konnektoren AND, XOR und OR). Darüber hinaus werden

II.) Erweiterungen der Konstrukte dokumentiert, wie z. B. Prozesswegweiser oder Anwendungssysteme. Der Analyserahmen erfasst außerdem die *III.) Integration anderer Modellierungssprachen*. Dies ist insofern relevant, als Vorschläge zur Erweiterung der EPK unterbreitet worden sind, z. B. mit Konstrukten aus dem Bereich der Objektmodellierung [1]. Des Weiteren werden Angaben zur *IV.) Syntax* und *V.) Semantik* vorgeschlagener Varianten sowie potentiell angegebene *IV.) Formalisierungen* der EPK dokumentiert, die in den untersuchten Arbeiten beschrieben werden.

Kategorie	Elemente und Erläuterung
I. Grundkonstrukte	Elemente
II. Erweiterungen der Konstrukte	Elemente
III. Integration anderer Modellierungssprachen	Elemente anderer Sprachen
IV. Syntax	Definitionen
V. Semantik	Definitionen und Erläuterungen
VI. Formalisierungen	Definitionen, Modelle

Bild 1: Entwickelter Analyserahmen zur Untersuchung der EPK-Evolution

Bei der Analyse der EPK-Arbeiten wurde darüber hinaus deutlich, dass in der Literatur mehrere verschiedene Ansätze zur Definition der EPK und zur Beschreibung der Bedeutung und Verwendung der EPK-Konstrukte vorhanden sind. Zu unterscheiden sind drei Ansätze, die im Folgenden unter Berücksichtigung eines ansteigenden Formalisierungsgrades angeordnet sind:

1.) *natürlichsprachlicher Ansatz,*

2.) *metamodellbasierter Ansatz* und

3.) *mengentheoretischer Ansatz*.

Die natürlichsprachlichen Beiträge zeichnen sich dadurch aus, dass die Konstrukte der EPK sowie die Semantik und Syntax mit natürlicher Sprache beschrieben und definiert werden und keine weitere Formalisierung angeboten wird. Die Darstellung von Metamodellen für die EPK wird in metamodellbasierten Beiträgen vorgenommen, die sich typischerweise geeigneter Sprachen der Metamodellierung bedienen. Mengentheoretische Beiträge definieren Konstrukte, Semantik und Syntax mithilfe der in der Mengentheorie verwendeten Symbole und Zeichen.

Für die Analyse und Einordnung *metamodellbasierter* und *mengentheoretischer* Arbeiten sind im Einzelnen weitere relevante Charakteristika zu erheben und zu dokumentieren, die den oben dargestellten Analyserahmen im Detail weiter ausgestalten. Für metamodellbasierte Arbeiten werden neben dem *Namen des Metamodells* auch die verwendete *Sprache zur Erstellung* des Metamodells, die *Anzahl der Konstrukte* des Metamodells selbst sowie die *Anzahl der EPK-Konstrukte*, die beschrieben werden, dokumentiert. Für mengentheoretische Arbeiten werden gegebene *mengentheoretische Definitionen* der EPK und ihrer Konstrukte erfasst. Im folgenden Abschnitt werden nun die Ergebnisse der Untersuchung unter Verwendung des entwickelten Analyserahmens präsentiert.

4 Ergebnisse

4.1 Untersuchungsergebnisse auf Basis des Analyserahmens

Die erhobene Literaturbasis mit insgesamt 94 Artikeln setzt sich aus 61 natürlichsprachlichen, 23 mengentheoretischen und 10 metamodellbasierten Arbeiten zur EPK zusammen. Die Analyse der Beiträge zeigt, dass es eine Vielzahl von EPK-Konstrukten und entsprechenden Erweiterungen gibt.

Darüber hinaus wird deutlich, dass in zahlreichen Arbeiten bedeutungsgleiche Konstrukte unterschiedliche Bezeichnungen tragen, z. B. *Prozesswegweiser* vs. *Prozessschnittstelle*. Die naheliegende Vermutung, dass sich ein Großteil der untersuchten Arbeiten auf die Ursprungs-EPK-Definition von *Keller et al.* [7] bezieht, hat sich im Rahmen der Untersuchung weitgehend bestätigt. Allerdings existieren auch Artikel, die zur EPK keinen expliziten Ursprung bzw. andere Grundlagenquellen referenzieren. In Tabelle 2 werden exemplarisch Ergebnisse unter Verwendung des Analyserahmens präsentiert.[1]

Kategorie	Elemente und Erklärung	Quellen
Grundkonstrukte	Funktion	[7], [16], [20], …
	Ereignis	[7], [16], [20], …
	Kontrollfluss	[7], [16], [20], …
	Informations- und Sachobjekt	[7], [16], [20], …
	AND	[7], [16], [20], …
	OR	[7], [16], [20], …
	XOR	[7], [16], [20], …
Erweiterungen der Konstrukte	Prozesswegweiser	[16], [12], [13], …
	Organisationseinheit	[16], [20]…
	Anwendungssystem	[20], …
	SEQ-Operator	[19], …
	…	…
Integration anderer Modellierungssprachen	Erweiterung der EPK mit Elementen der Objektmodellierung der *Unified Modeling Language* (UML), …	[10], [20], … …
Formalisierung	Siehe Beispiele in Tabelle 3	…
Semantik	*Natürlichsprachliche Darstellung der formalen Semantik*: *AND-Split*: alle Zweige werden verfolgt, *XOR-Split*: Entscheidung zwischen Alternativen, *OR-Split*: es können ein Zweig, zwei oder alle Zweige verfolgt werden, *OR* und *XOR* sind nach Ereignissen „verboten“, *AND-Join* verbindet alle eingehenden Zweige, *XOR-Join* verbindet alternative Zweige, etc. …	[15], … …
Syntax	Siehe Beispiele in Tabelle 3	…

Tabelle 2: Exemplarische Ergebnisse der Untersuchung mithilfe des Analyserahmens (Auszug)

Bezüglich der metamodellbasierten EPK-Arbeiten wurden wie oben erwähnt auch andere Parameter untersucht und dokumentiert. Die verwendete Metamodellierungssprache war im Rahmen unserer Stichprobe entweder *ERM* oder die *Unified Modeling Language* (UML). In Tabelle 3 beschreibt die *Anzahl der Konstrukte*, wie viele Konstrukte das Metamodell selbst aufweist, während die *Anzahl der EPK-Grundkonstrukte* aufzeigt, wie viele EPK-Konstrukte in einem Metamodell dokumentiert sind. Die Anzahl der im Metamodell verwendeten Konstrukte variiert zwischen 8 und 22. Die Anzahl der aufgegriffenen Grundkonstrukte der EPK variiert zwischen 4 und 7. Tabelle 3 zeigt exemplarisch die Dokumentation der Ergebnisse zu vier metamodellbasierten EPK-Beiträgen.

[1] Interessierte Leser können auf Anfrage bei den Autoren eine Übersicht der Auswertung erhalten.

Name des Metamodells	Sprache zur Erstellung	Anzahl der Konstrukte	Anzahl der EPK-Grundkonstrukte	Quelle
1. Simplified EPC meta model	UML	8	4	[11]
2. Meta-Model of the eEPC	ERM	16	4	[21]
3. Meta-Model of the Event-Driven Process Chain	UML	20	7	[9]
4. EPC Meta-Model with PM Information Object and PM Flow Connector	ERM	22	7	[22]
…	…	…	…	…

Tabelle 3: Exemplarische Ergebnisse der Analyse metamodellbasierter EPK-Beiträge (Auszug)

Art der EPK	Formale Definition	Quelle
EPK (5-Tupel)	Eine EPK ist ein 5-Tupel = (E, F, C, T, A) für das gilt: E ist eine endliche Menge von Ereignissen, F ist eine endliche Menge von Funktionen, C ist eine endliche Menge logischer Konnektoren, $T \in C \rightarrow \{\Lambda, XOR, V\}$ ist eine Funktion, die jeden Konnektor auf einen Konnektortyp mappt. $A \subseteq (E \times F) \cup (F \times E) \cup (E \times C) \cup (C \times E) \cup (F \times C) \cup (C \times F) \cup (C \times C)$ ist eine Menge von Kanten. …	[23]
Flache EPK (6-Tupel)	Ein flaches EPK-Schema ist ein 6-Tupel $A = (E, F, P, V, C, S_0)$, für welches gilt: E ist eine Menge von Ereignissen mit $E \neq \emptyset$, F ist eine Menge von Funktionen mit $F \neq \emptyset$. P ist eine Menge von Prozesswegweisern und V ist eine Menge von Verknüpfungsoperatoren, die sich in paarweise disjunkte Teilmengen V_{OR}, V_{XOR} und V_{AND} aufteilt, so dass $V = V_{OR} \cup V_{XOR} \cup V_{AND}$ E, F, P und V sind paarweise disjunkt. Sei $K = E \cup F \cup P \cup V$. Die Multimenge $C = (K \times K, m_c)$ beschreibt den Kontrollfluss. $S_0 \subseteq K_{MS}$ ist eine Menge von Startbelegungen. Die Menge stellt in der Regel eine Teilmenge der Startereignisse dar und legt fest, welche Kombinationen von eingetretenen Startereignissen eine initiale EPK-Instanz aufweisen kann. …	[16]
Erweiterte EPK (11-Tupel)	Eine erweiterte EPK (*eEPK*) ist ein 11-Tupel $M = (E, F, C, A, N, l, O, I, i, s, r)$ und besteht aus Ereignissen E, Funktionen F, Konnektoren C und Kontrollflusskanten $A \subseteq (E \cup F \cup C) \times (E \cup F \cup C)$, einer Menge von Namen N, einer Labeling-Funktion l, Organisationseinheiten O, Informationsobjekten I, einer *zugeordnet*-Relation $i \subseteq F \times O$, einer *senden*-Relation $s \subseteq F \times I$, und einer *empfangen*-Relation $r \subseteq F \times I$. Die Mengen E, F, C, A, N, O und I sind paarweise disjunkt. …	[8]

Tabelle 4: Exemplarische Ergebnisse der Analyse mengentheoretischer EPK-Beiträge (Auszug)

Tabelle 4 präsentiert exemplarisch drei der identifizierten mengentheoretischen EPK-Definitionen. Die Analyse dieser Definitionen zeigt, dass es auch in diesem Bereich unterschiedliche EPK-Definitionen gibt. Unter anderem wird die EPK als 5-Tupel, in anderen Arbeiten als 6-Tupel bzw. als 11-Tupel eingeführt. Gewöhnlich werden bei diesen Definitionen die typischen Grundkonstrukte E (*Ereignis*), F (*Funktion*), C (*Konnektoren*) und A (Kanten) verwendet. Definitionen der erweiterten EPK berücksichtigen auch andere Konstrukte wie Organisationseinheiten oder Informationsobjekte.

4.2 Quantitative Untersuchung der verwendeten Konstrukte

Im Rahmen der folgenden Analyse wurde für jeden der drei Ansätze der EPK-Definition erhoben, in wie vielen Arbeiten der untersuchten Stichprobe die verschiedenen EPK-Konstrukte verwendet wurden (absolute und relative Häufigkeiten), um die Bedeutung der Konstrukte für den wissenschaftlichen Diskurs zur EPK zu einem gewissen Grad abschätzen zu können. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die am häufigsten identifizierten EPK-Konstrukte.

EPK-Konstrukte		**Natürlich-sprachlich**	**Metamodell-basiert**	**Mengen-theoretisch**	**Summe / gew. Mittelwert**
Grund-konstrukte	Funktion	61 / 100 %	10 / 100 %	23 / 100 %	94 / 100 %
	Ereignis	61 / 100 %	10 / 100 %	23 / 100 %	94 / 100 %
	Kontrollfluss	61 / 100 %	10 / 100 %	23 / 100 %	94 / 100 %
	AND	60 / 98 %	9 / 90 %	23 / 100 %	92 / 98 %
	XOR	60 / 98 %	8 / 80 %	23 / 100 %	91 / 97 %
	OR	60 / 98 %	8 / 80 %	22 / 96 %	90 / 96 %
	Informations- und Sachobjekt	4 / 7 %	3 / 30 %	4 / 17 %	11 / 12 %
Erweiterungen der Konstrukte	Organisationseinheit	38 / 62 %	6 / 60 %	9 / 39 %	53 / 56 %
	Prozesswegweiser	20 / 33 %	0 / 0 %	7 / 30 %	27 / 29 %
	Ressourcenfluss	10 / 16 %	4 / 40 %	3 / 13 %	17 / 18 %
	Anwendungssystem	10 / 16 %	1 / 10 %	0 / 0 %	11 / 12 %
	Datenfluss	9 / 15 %	0 / 0 %	1 / 4 %	10 / 11 %
	Geschäftsobjekt	6 / 10 %	2 / 20 %	1 / 4 %	9 / 10 %
	Informationsfluss	4 / 7 %	1 / 10 %	2 / 9 %	7 / 7 %
	Nachricht	4 / 7 %	0 / 0 %	1 / 4 %	5 / 5 %
	Rolle	3 / 5 %	0 / 0 %	0 / 0 %	3 / 3 %
	…	…	…	…	…

Tabelle 5: Überblick über zentrale Ergebnisse der quantitativen Untersuchung (Auszug)

Dieser Überblick zeigt, dass nahezu alle natürlichsprachlichen, metamodellbasierten und mengentheoretischen Beiträge *Funktionen*, *Ereignisse*, *Kontrollfluss* sowie die drei Konnektortypen *AND*, *XOR* und *OR* definieren. Das Grundkonstrukt *Informations- und Sachobjekt*, das in der Ursprungsvariante von 1992 eingeführt wurde, weisen nur 12 % aller Beiträge auf. An diesem Beispiel wird deutlich, dass sich nicht alle ursprünglichen Grundkonstrukte durchgesetzt haben bzw. weitergeführt wurden. Bezüglich der erweiterten EPK-Konstrukte zeigte sich, dass vor allem *Organisationseinheiten* sowie *Prozesswegweiser* im Rahmen der EPK-Literatur von Bedeutung sind, während andere Erweiterungen seltener auftreten. Der Überblick zeigt auch, dass manche EPK-Erweiterungen vorwiegend in natürlichsprachlichen Arbeiten definiert und behandelt werden, z. B. *Datenfluss* oder *Nachricht*. Außerdem fällt auf, dass manche EPK-Konstrukte signifikant häufiger in metamodellbasierten Arbeiten definiert werden, dafür aber kaum in mengentheoretischen Arbeiten, z. B. der *Ressourcenfluss* (40 % zu 13 %). Umgekehrt gibt es EPK-Konstrukte, die signifikant häufiger in mengentheoretischen Arbeiten auftreten als in metamodellbasierten, z. B. der *Prozesswegweiser* (30 % zu 0 %).

An dieser Stelle sei noch einmal ausdrücklich betont, dass wesentlich mehr EPK-Erweiterungen und EPK-Varianten existieren, als im Rahmen eines solchen Beitrags präsentiert werden können. Deshalb beschränkt sich der Beitrag auf die am häufigsten auftretenden in der Stichprobe. Nachdem nun erste Einblicke in den aktuellen Stand der Verwendung von EPK-Konstrukten in der Literatur gegeben

wurden, werden im folgenden Abschnitt die von Patig formulierten Hypothesen zur Evolution von Modellierungssprachen im Kontext der EPK untersucht und diskutiert.

5 Untersuchung der Evolutionshypothesen im Kontext der EPK

5.1 Hypothese 1: *Ursachen der Variation*

Die Ursachen der Variation der EPK werden bei Betrachtung der einschlägigen Literatur auf direktem Wege deutlich. Häufig ergeben sich diese durch Anforderungen aus der Unternehmenspraxis, die an die Prozessmodellierung gestellt werden. Wissenschaftliche Beiträge begründen Erweiterungen der EPK in der Regel mit neuen Herausforderungen, z. B. hinsichtlich der Modellierung von *Compliance*-Anforderungen. Unternehmen, die Geschäftsprozessmodellierung auch aus solchen Gründen betreiben, kommen häufig nicht mit der überschaubaren Anzahl an Grundkonstrukten der EPK aus. Dadurch wird es erforderlich, neuartige, z. B. *Compliance*-bezogene Konstrukte einzuführen und die bestehenden Grundkonstrukte dadurch zu erweitern.

Beispiele für einfache Erweiterungen, die relativ früh in der Entwicklungsgeschichte der EPK ergänzt wurden, sind *Organisationseinheiten*, *Datenfluss* oder *Anwendungssysteme*. Später wurden beispielsweise aufgrund der Weiterentwicklung von Informationstechnik (IT) oder Managementmethoden andere Erweiterungen, wie z. B. die *service-orientierte EPK* (sEPK) [6] eingeführt. Vor diesem Hintergrund kann geschlossen werden, dass auch die EPK sich an neue Markterfordernisse angepasst hat. Ursachen für die Weiterentwicklung der EPK sind demnach häufig durch Anforderungen des Marktes bzw. der Kunden begründet.

Eine weitere mögliche Ursache der Variation der EPK liegt in den Vorschlägen innovativer Erweiterungen durch Wissenschaftler begründet, die häufig nicht aufgrund von Anforderungen aus der Praxis entwickelt werden, sondern sich erst deutlich nach ihrer Einführung in den wissenschaftlichen Diskurs auch als nützlich für Unternehmen erweisen und erst später nachgefragt werden. Die vorangegangenen Ausführungen zeigen potentielle Ursachen der Variation der EPK auf und deuten auf die Gültigkeit der *Hypothese **H1*** auch im Kontext der EPK hin.

5.2 Hypothese 2: *Mechanismen der Variation*

Die Mechanismen der Variation sind bei der EPK ebenso direkt zu beobachten. Bei den am häufigsten nachweisbaren Mechanismen handelt es sich um das Hinzufügen, Übernehmen und Erfinden. Ein explizites Löschen eines EPK-Konstrukts wurde im Rahmen der Literatur allerdings bisher nicht diskutiert, wenngleich verschiedene Konstrukte inzwischen eine geringere Rolle spielen.

Das Hinzufügen drückt sich in den untersuchten Beiträgen vor allem durch die Erweiterung der bereits bestehenden Konstrukte aus. Die Grundkonstrukte der Ursprungsvariante sind im Laufe der Zeit durch zahlreiche Konstrukte erweitert worden, welche die Möglichkeiten der EPK für eine detailliertere und gleichzeitig zweckdienlichere Modellierung ausbauen. Als Beispiel hierfür sei auf die Einführung spezialisierter Konnektoren, wie z. B. des Sequenz-Operators (SEQ-Operator), verwiesen [19], der es ermöglicht, frei konfigurierbare Sequenzen von Arbeitsschritten kompakter darzustellen.

Eine Übernahme von Varianten aus anderen Bereichen der Unternehmensmodellierung ist ebenfalls zu erkennen. Die EPK wird um Konstrukte aus anderen Modellierungssprachen, z. B. der UML, erweitert und diese werden in die sog. objektorientierte EPK (oEPK) übernommen [20]. Relevante Übernahmen in die oEPK sind z. B. Bedingungen und Ereignisgesteuerte Nachrichten, die u. a. die Möglichkeit bieten, differenzierte Kommunikationsprozesse in Geschäftsprozessmodellen abzubilden.

Das *Erfinden* als Mechanismus der Variation kann ebenfalls in der EPK-Literatur nachgewiesen werden. Eine Vielzahl von Beiträgen weist Konstrukte auf, die in dem jeweiligen Beitrag neu erfunden und eingeführt wurden. Ein Beispiel für das Erfinden neuer EPK-Konstrukte ist das *Anwendungssystem*, das im Rahmen der *erweiterten EPK* (eEPK) eingeführt wurde. Konnte eine gängige EPK-Definition einen bestimmten Sachverhalt nicht oder nur unzureichend abbilden, wurden des Öfteren Konstrukte mit entsprechenden Möglichkeiten neu erfunden und eingeführt. In den vorangegangenen Ausführungen konnten fast alle bedeutenden Mechanismen der Variation nachgewiesen werden, was somit auf die Gültigkeit der *Hypothese **H2*** auch im EPK-Kontext hindeutet.

5.3 Hypothese 3: *Ursprung der Variation*

Die dritte zentrale Hypothese ***H3*** setzt sich mit dem Ursprung von Variation auseinander und ist in drei Unterhypothesen [***H3a** – Grundrichtung, **H3b** – Trends, **H3c** – Regeln der Veränderung*] unterteilt. Die Hypothesen sollen im Rahmen der folgenden Ausführungen untersucht und dadurch die Annahme untermauert werden, dass diese auch im EPK-Kontext Unterstützung finden.

Ad H3a: Die *erste Unterhypothese* besagt, dass eine sogenannte *Grundrichtung* der Variation existiert, die stets hinwärts zu einer bestmöglichen Anpassung einer Modellierungssprache an die tatsächliche Verwendung tendiert. Eine solche Anpassung kann bei der EPK hinsichtlich mehrerer Aspekte nachgewiesen werden. Im Hinblick auf die tatsächliche Nutzung der EPK kann z. B. auf die Einführung des Prozesswegweisers verwiesen werden, der es Modellierern ermöglicht, übersichtliche Prozessabschnitte abzugrenzen und gleichzeitig große, zusammenhängende Prozesse zu entwickeln. Die Einführung der Prozesswegweiser ist als eine Anpassung zu verstehen, mit der sinnvoll auf die gängige Praxis des Erstellens umfangreicher Prozessmodelle reagiert wurde. Da umfangreiche Modelle mit zahlreichen Elementen i. d. R. schwerer lesbar und unübersichtlicher sind, hat sich anhand des Prozesswegweisers, der die Dekomposition von Modellen unterstützt, eine sinnvolle („*überlebensfähige*“) Anpassung der Modellierungssprache an die gängige Praxis durchgesetzt.

Ad H3b: Die zweite Unterhypothese besagt, dass *Trends* für Variationen existieren. Als Trends wurden drei Typen von Veränderungen definiert: I.) *Vereinfachung*, II.) *Verkomplizierung* bzw. III.) *Spezialisierung* neuer EPK-Varianten. Auch diese sind für die EPK nachweisbar:

Eine (I) *Vereinfachung* verschiedener Varianten der EPK wird beispielsweise durch die Einführung des bereits erwähnten SEQ-Operators erreicht, mit dem sich frei konfigurierbare Sequenzen von Funktionen kompakter darstellen lassen. So kann die Übersichtlichkeit komplexer Modelle durch eine geringere Anzahl von Elementen verbessert werden, was im Allgemeinen das Verstehen des Prozessmodells erleichtert [14].

Eine (II) *Verkomplizierung* kann bei verschiedenen Varianten der EPK ebenfalls beobachtet werden. Eine höhere Komplexität stellt sich oftmals durch eine Erweiterung des Konstruktumfangs einer Sprache ein, da dadurch von den Modellierern und Modellnutzern die Kenntnis und korrekte Anwendung einer größeren Menge von Konstrukten verlangt wird. Eine Steigerung der Komplexität kann sich auch durch eine detailliertere Definition von Syntax und formaler Semantik ergeben. So erweitern z. B. *Nüttgens und Rump* durch detaillierte Definitionen das Ressourcen-, Mengen- und Zeitkonzept der EPK, um den Anwendern einen festen Bezugsrahmen zur Verfügung zu stellen [16], wodurch allerdings auch die Komplexität der Syntax und formalen Semantik erhöht wurde.

Auch der Trend der (III) *Spezialisierung* ist bei der EPK nachzuweisen. Eine Spezialisierung stellt z. B. die Variante der *Real-Time-Anwendung der EPK* dar [5]. Die Modellierung sogenannter Realtime-Anwendungen war in der Ursprungsvariante der EPK nicht vorgesehen. Diese Erweiterung

unterstützt die Darstellung neuer, spezieller Sachverhalte im Kontext von Echtzeitanwendungen und -prozessen und erweitert dadurch den Möglichkeitsraum der EPK-Modellierung.

Wie eben gezeigt wurde, sind alle drei Typen von Trends nachweisbar. Abhängig vom weiteren praktischen Einsatz der EPK in Unternehmen und der weiteren Beschäftigung von Wissenschaftlern mit der EPK können alle drei Typen von Trends auch in Zukunft erwartet werden. Vor dem Hintergrund der Forderung einer effektiven Prozessmodellierung unter Beteiligung möglichst vieler Stakeholder (*collaborative modeling*) ist es wichtig, dass die Modellierung sowohl einfach und intuitiv möglich ist (*Vereinfachung*) als auch gleichzeitig alle notwendigen Fälle abzudecken vermag (*Spezialisierung* bei zugleich einhergehender *Komplexitätssteigerung*).

Ad H3c: Die dritte Unterhypothese geht davon aus, dass es eine Regel gibt, nach der sich Veränderungen durchsetzen. Auf die Gültigkeit dieser Aussage weisen im Kontext der EPK ebenfalls einige Indizien hin. Im Kontext wissenschaftlicher Arbeiten kann davon ausgegangen werden, dass sich diejenigen EPK-Varianten und -Erweiterungen stärker in der Wissenschaft durchsetzen, die in viel rezipierten und vielzitierten Arbeiten zur Grundlegung der EPK – entweder natürlichsprachlich, mengentheoretisch oder metamodellbasiert – aufgeführt und verwendet werden. Analog dazu kann auch eine plausible „Regel“ hinsichtlich der Durchsetzung einer Variante oder Erweiterung aufgrund von Werkzeugunterstützung formuliert werden. Diese könnte wie folgt lauten: *eine EPK-Variante oder -Erweiterung setzt sich dann in der Praxis durch, wenn sie in häufig genutzten Modellierungswerkzeugen angeboten wird*. Werden beispielsweise bestimmte EPK-Erweiterungen von der in vielen Unternehmen eingesetzten *ARIS*-Software angeboten, spricht dies dafür, dass sich diese Konstrukte zu einem gewissen Grad durchgesetzt haben.

6 Resümee und Ausblick

Im Rahmen der vorgestellten Studie konnten anhand einer systematischen Literaturanalyse unterschiedliche interessante Entwicklungen und Muster hinsichtlich der Evolution der EPK beobachtet werden. Die meisten EPK-Arbeiten referenzieren die Ursprungsvariante der EPK aus dem Jahre 1992 und ergänzen diese, um Anforderungen aus der Praxis gerecht zu werden oder um innovative Ideen zur Prozessmodellierung vorschlagen und umsetzen zu können. Es wurde deutlich, dass sich unterschiedliche EPK-Konstrukte in der Literatur stärker durchgesetzt haben als andere. Einige Konstrukte wurden im Verlauf der Entwicklung der EPK durch formale Definitionen weiter präzisiert und haben so z. B. auch eine automatisierte Ausführbarkeit von EPK-Modellen ermöglicht. Im Rahmen der Untersuchung wurde allerdings auch deutlich, dass nicht nur der Variantenreichtum der EPK (z. B. *oEPK*, *rEPK*, *sEPK*, *yEPC/Yet another EPC*, *FuzzyEPK*) und das Angebot an EPK-Erweiterungen (z. B. *ET-Operator/Entscheidungstabelle*, *Multi-Instanziierung-Konnektor*) weiter zunimmt, sondern auch zahlreiche unterschiedliche Notationssymbole und Bezeichnungen für EPK-Konstrukte existieren, welche die gleiche Funktion haben. Dieser Umstand deutet auf die Notwendigkeit einer weiteren Standardisierung der EPK hin [2], die für zahlreiche andere Modellierungssprachen, wie z. B. die UML oder die *Business Process Model and Notation* (BPMN) ebenso angestrebt wird.

Vermutlich ist auch aufgrund des mangelnden EPK-Standards und mangels einer Institution, die für einen solchen Standard verantwortlich ist, das Phänomen des *Löschens* von EPK-Konstrukten (***H2***) – zumindest in der Literatur – nicht nachweisbar. Es existiert bisher kein Bezugspunkt, um das „Entfernen“ eines EPK-Konstruktes im Zeitverlauf eindeutig nachweisen zu können. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erstellte Übersicht über EPK-Varianten und Erweiterungen, die in der

wissenschaftlichen Literatur auftreten, bietet eine erste Grundlage für eine Standardisierung der EPK aus Sicht der Wissenschaft.

Die Konzentration auf wissenschaftliche Literatur stellt allerdings auch eine wesentliche *Limitation* des Beitrags dar. Relevante Entwicklungen, die sich ausschließlich in der Praxis vollzogen haben, werden so eventuell nicht berücksichtigt. Beispielsweise werden zur Verbesserung der Übersichtlichkeit von EPK-Modellen in der Praxis häufig sogenannte „Trivialereignisse“ weggelassen, was in vielen individuellen Unternehmensmodellen zwar als „Standard“ akzeptiert ist, in der wissenschaftlichen Literatur nach Kenntnisstand der Autoren aber bisher noch nicht diskutiert wurde. Es sind, wie bereits erwähnt, weitere Arbeiten zur Untersuchung der EPK-Modellierungspraxis in Planung. Die Berücksichtigung der beiden Perspektiven *Wissenschaft* und *Praxis* ist im Hinblick auf eine sinnvolle Standardisierung der EPK von besonderer Bedeutung und sollte in Zukunft weiter verfolgt werden.

Danksagung: Die vorgestellten Forschungsergebnisse wurden im Rahmen des Projektes „Pluralistische Beurteilung der Qualität von Unternehmensmodellen – Qualitätsdiskurse und Diskursqualität innerhalb der Wirtschaftsinformatik (PluralistiQue)“ erarbeitet, das durch die DFG gefördert wird (GZ LO 752/4-1). Die Autoren bedanken sich darüber hinaus bei Dipl.-Kffr. Martina Müller für die Unterstützung bei der Erhebung und Auswertung der Daten sowie bei den anonymen Gutachtern für ihre interessanten Anmerkungen, die zur Verbesserung dieses Artikels beigetragen haben.

7 Literatur

[1] Allweyer, T; Loos, P (1998): Prozeßorientierung und Objektorientierung - Integration von UML und EPK. IM - Information Management & Consulting 13(4): 64-77.

[2] Fellmann, M; Bittmann, S; Karhof, A; Stolze, C; Thomas, O (2013): Do we need a Standard of EPC Modelling? The State of Syntactic, Semantic and Pragmatic Quality. In: Jung R; Reichert M (Hrsg), Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2013). St. Gallen, 103-116.

[3] Fettke, P (2009): How Conceptual Modeling Is Used. CAIS 25(43): 571-592.

[4] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art. Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review” innerhalb der Wirtschaftsinformatik. Wirtschaftsinformatik 48(4): 257-266.

[5] Hoffmann, W; Wein, R; Scheer, A-W (1993): Konzeption eines Steuerungsmodells für Informationssysteme - Basis für die Real-Time-Erweiterung der EPK (rEPK), Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 106. Saarbrücken.

[6] Huth, S; Wieland, T (2008): Geschäftsprozessmodellierung mittels Software-Services auf Basis der EPK. In: Nissen V; Petsch M; Schorcht H (Hrsg), Service-orientierte Architekturen - Chancen und Herausforderungen bei der Flexibilisierung und Integration von Unternehmensprozessen. Gabler, Wiesbaden, 61-76.

[7] Keller, G; Nüttgens, M; Scheer, A-W (1992): Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten" (EPK). Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 89. Saarbrücken.

[8] Kopp, O; Eberle, H; Unger, T; Leymann, F (2007): From Process Models to Business Landscapes. In: Nüttgens M; Rump FJ; Gadatsch A (Hrsg), EPK 2007 - Geschäftsprozess-management mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, Proceedings des GI-Workshops und Arbeitskreistreffens. St. Augustin, 7-21.

[9] Korherr, B; List, B (2006): A 2 UML Profile for Event Driven Process Chains. In: Tjoa MA; Xu L; Chaudhry SS (Hrsg), Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems - IFIP TC 8 International Conference on Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems. Springer, Boston, 161-172.

[10] Loos, P; Allweyer, T (1998): Process Orientation and Object-Orientation - An Approach Integrating UML and Event-Driven Process Chains (EPC), Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 144. Saarbrücken.

[11] Lübke, D (2006): Transformation of Use Cases to EPC Models. In: Nüttgens M; Rump FJ; Mendling J (Hrsg), EPK 2006 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, Proceedings des GI-Workshops und Arbeitskreistreffens. Wien, 137-156.

[12] Mendling, J (2008): Metrics for Process Models − Empirical Foundations of Verification, Error Prediction, and Guidelines for Correctness, LNBIP 6, Bd. 6. Springer, Berlin.

[13] Mendling, J; Neumann, G; Nüttgens, M (2005): Yet Another Event-driven Process Chain - Modeling Workflow Patterns with yEPCs. Enterprise Modelling and Information Systems Architectures 1(1): 3-13.

[14] Mendling, J; Reijers, H, A.; van der Aalst, WMP (2010): Seven Process Modeling Guidelines (7PMG). Information and Software Technology 52(2): 127-136.

[15] Mendling, J; Verbeek, HMW; van Dongen, BF; van der Aalst, WMP; Neumann, G (2008): Detection and prediction of errors in EPCs of the SAP reference model. Data & Knowledge Engineering 64(1): 312-329.

[16] Nüttgens, M; Rump, FJ (2002): Syntax und Semantik Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK). In: Desel J; Weske M (Hrsg), Prozessorientierte Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen - Promise 2002, Potsdam, 64-77.

[17] Patig, S (2006): Die Evolution von Modellierungssprachen. Frank & Timme, Berlin.

[18] Patig, S (2006): Evolution of entity-relationship modelling. Data & Knowledge Engineering 56: 122-138.

[19] Priemer, J (1995): Entscheidungen über die Einsetzbarkeit von Software anhand formaler Modelle. Pro Universitate, Sinzheim.

[20] Scheer, A-W; Nüttgens, M; Zimmermann, V (1997): Objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozeßkette (oEPK) - Methode und Anwendung, Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 141. Saarbrücken.

[21] Seel, C; Vanderhaeghen, D (2005): Meta-Model based Extensions of the EPC for Inter-Organisational Process Modelling. In: Nüttgens M; Rump FJ (Hrsg), EPK 2005 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, Proceedings des GI-Workshops und Arbeitskreistreffens. Hamburg, 117-136.

[22] Stefanov, V; List, B; Schiefer, J (2005): Bridging the Gap between Data Warehouses and Business Processes: A Business Intelligence Perspective for Event-Driven Process Chains. Proceedings of the Ninth IEEE International EDOC Enterprise Computing Conference. IEEE Computer Society, 3-14.

[23] van der Aalst, WMP (1999): Formalization and verification of event-driven process chains. Information and Software Technology 41: 639-650.

[24] vom Brocke, J; Simons, A; Niehaves, B; Riemer, K; Plattfaut, R; Cleven, A (2009): Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: Newell, S. et al. (Hrsg), Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS), Verona, Italy.

Eine Methode zur induktiven Entwicklung von Referenzmodellen

Peter Fettke

Institut für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: peter.fettke@iwi.dfki.de

Abstract

Obwohl inzwischen in Modelldatenbanken eine Fülle von Unternehmensmodellen dokumentiert ist und viele der bekannten Referenzmodelle ausgehend von individuellen Unternehmensmodellen entwickelt wurden, sind die vorherrschenden Methoden zur Referenzmodellentwicklung von der deduktiven Entwicklungsstrategie geprägt. Dem gegenüber wird in dem vorliegenden Beitrag eine Methode zur induktiven Entwicklung von Referenzmodellen präsentiert. Kern der aus sieben Schritten bestehenden Methode ist ein graphenbasiertes Verfahren zur Identifikation strukturähnlicher Bereiche innerhalb der Menge der individuellen Unternehmensmodelle. Abgerundet wird der Beitrag mit einer Darstellung eines exemplarischen Anwendungsszenarios und ersten Evaluationserfahrungen.

1 Motivation

Die Referenzmodellierung bietet attraktive Vorteile für die Praxis und Wissenschaft [16;18, S. 42]. Indes ist es unstrittig, dass die Realisierung dieser Vorteile die Verfügbarkeit von Referenzmodellen voraussetzt. Methoden zur systematischen Erstellung leistungsfähiger Referenzmodelle sind damit von erheblicher Relevanz.

In Anlehnung an die wissenschafts- und erkenntnistheoretisch etablierte Unterscheidung zwischen Rationalismus und Empirismus als zwei grundsätzliche Erkenntniswege [11, S. 55;13, S. 46f.] wird innerhalb der Referenzmodellierung zwischen einer deduktiven und einer induktiven Strategie zur Erstellung eines Referenzmodells unterschieden [6, S. 428-430;31, S. 102f.]:

- Deduktive Strategie: Allgemeine Prinzipien und Theorien bilden den Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Referenzmodells. Das Referenzmodell wird im Entwicklungsprozess zunehmend konkretisiert.
- Induktive Strategie: Ausgehend von individuellen Unternehmensmodellen wird ein Referenzmodell entwickelt, indem Gemeinsamkeiten der individuellen Modelle identifiziert werden und von den Besonderheiten abstrahiert wird. Eine zunehmende Abstraktion von den Spezifika der individuellen Unternehmensmodelle ist Merkmal des Entwicklungsprozesses.

Obwohl beide Strategien allgemein bekannt sind, zeigt jedoch die nähere Analyse des erreichten Forschungsstandes eine erhebliche Lücke (vgl. Abschnitt 2): Bisher konzentrieren sich die Methoden auf die *deduktive* Strategie, dagegen wird die *induktive* Strategie allenfalls punktuell unterstützt. Dieser Befund ist vor dem Hintergrund der Potentiale der induktiven Strategie der Referenzmodellentwicklung umso erstaunlicher:

1. Da die Unternehmensmodellierung sich in der Praxis zunehmend verbreitet, sind auch zunehmend mehr individuelle Unternehmensmodelle, Soll-Modelle und Referenzmodelle vorhanden, die als Erfahrungsbasis für die induktive Entwicklung von Referenzmodellen zur Verfügung stehen. Teilweise sind die Modelbestände sogar in Form von „*open models*“ frei verfügbar [23].
2. Tatsächlich sind viele Referenzmodelle insbesondere auch induktiv erstellt worden (vgl. die Angaben zu dem Attribut „*construction method“* der im Referenzmodellkatalog *http://rmk.iwi.uni-sb.de* erfassten Referenzmodelle; ähnlich auch [31, S. 103]. Man beachte, dass aus diesem Befund nicht gefolgert werden kann, dass induktive Methoden zur Referenzmodellentwicklung allgemein bekannt sind; vielmehr ist genau das Gegenteil der Fall, da in den Arbeiten die genauen Entwicklungsschritte *wenig detailliert* oder gar nur *implizit* beschrieben werden. Damit bleibt insbesondere die wichtige Frage nach einer möglichen Verallgemeinerung der tatsächlich gewählten Entwicklungsschritte unklar.).
3. Beide Entwicklungsstrategien können unproblematisch kombiniert werden. So ist es beispielsweise möglich, ein deduktiv erstelltes Referenzmodell gemeinsam mit individuellen Unternehmensmodellen als Grundlage für die induktive Referenzmodellentwicklung zu nutzen.

Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass auf der einen Seite zurzeit ein erheblicher Mangel an methodischem Wissen über die induktive Entwicklung von Referenzmodellen besteht. Auf der anderen Seite erscheint das Potential induktiver Methoden äußerst attraktiv. Vor diesem Hintergrund ist es erklärtes Ziel der vorliegenden Arbeit, einen Beitrag zur Schließung der aufgezeigten Forschungslücke zu leisten. Mit anderen Worten lautet die zentrale Forschungsfrage des vorliegenden Beitrags: *Welche Herausforderungen und Lösungsansätze bestehen bei der induktiven Entwicklung von Referenzmodellen?*

Der zur Beantwortung dieser Frage gewählte Forschungsansatz steht in der Tradition der deutschsprachigen gestaltungsorientierten Forschung zur Modellierung betrieblicher Informationssysteme [19]. Ausgehend von dem theoretisch wie praktisch relevanten Problem der (induktiven) Referenzmodellentwicklung, für das noch keine befriedigende Lösung vorliegt, wird ein neuer Lösungsvorschlag unterbreitet. Die Anwendbarkeit und Nützlichkeit der neuen Problemlösung werden anhand eines konkreten Anwendungsbeispiels und der Entwicklung eines korrespondierenden Software-Werkzeugs belegt. In diesem Forschungs- und Entwicklungsprozess kommt es zu vielschichtigen Abhängigkeiten zwischen theoretischen und technischen Entwicklungen, die a priori unbekannt sind [21]. Weitere Details können analogen Forschungskonzeptionen aus der Literatur entnommen werden [32].

Der Beitrag gliedert sich in fünf Abschnitte: Nach diesem einleitenden Abschnitt gibt Abschnitt 2 einen Überblick über den bisher erreichten Forschungsstand. Den Hauptteil der Arbeit bildet Abschnitt 3, in dem eine neue Methode zur induktiven Referenzmodellentwicklung präsentiert wird. Der Anwendung und Evaluation der vorgeschlagenen Methode widmet sich Abschnitt 4. Abgeschlossen wird der Beitrag in Abschnitt 5 mit einem Resümee und einem Ausblick auf weitere Fragestellungen.

2 Stand der Forschung

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die wesentlichen Methoden zur Entwicklung von Referenzmodellen. Bereits die synoptische Darstellung lässt vermuten, dass bei den Methoden die induktive Strategie bisher keine prominente Rolle besitzt: Gemäß den Methoden wird typischerweise ausgehend von einer allgemeinen Problemdefinition durch schrittweise Verfeinerung und Konkretisierung ein Referenzmodell entwickelt. Dagegen sind Tätigkeiten wie die Erhebung beziehungsweise Erstellung individueller Unternehmensmodelle oder die Abstraktion von unternehmensspezifischen Besonderheiten − die für die induktive Strategie zu erwarten wären − auf oberster Ebene der Vorgehensmodelle nicht angeführt.

FETTKE und LOOS [16]	SCHLAGHECK [28]	BECKER et al. [4]	SCHÜTTE [29]	VOM BROCKE [33]	AHLEMANN und GASTL [1]	DELFMANN [9]	THOMAS [31]	SCHWEGMANN [30]	diese Arbeit
Problemdefinition	Problemdefinition	Projektziel definieren	Problemdefinition	Planung und Prüfung der Konstruktion	Problem Identification	Projektziel definieren	Referenzmodell-anforderungen	Spezifikation der Anforderungen an das Referenzmodell	Initiierung
Konstruktion im engeren Sinne	Analyse und Zerlegung der Problemdomäne	Referenz-modellierungstechnik definieren	Konstruktion des Referenzmodell-rahmens	Konstruktion des Referenzmodell-rahmens	Planning	Referenz-modellierungstechnik definieren	Identifikation adäquater Wissensquellen	Identifikation von Informationsquellen	Erhebung der Individualmodelle
Bewertung	Iterative und inkrementelle Konstruktion eines Referenzmodells	Referenzmodell erstellen	Konstruktion der Referenzmodell-struktur	Konstruktion der Referenzmodell-struktur	Model Construction	Referenz-modellierungstechnik implementieren	Modellierungs-methode, -sprache und -werkzeug	Abgrenzung und Zerlegung der Problemdomäne	Aufbereitung der Individualmodelle
Pflege	Evaluation und Evolution	Referenzmodell testen	Komplettierung	Komplettierung des Referenzmodells	Validation	Referenzmodell erstellen	Referenzmodell-erstellung	Abbildung von Struktur- und Verhaltensmodellen	Gewinnung des Referenzmodells
		Referenzmodell vermarkten	Anwendung	Bereitstellung der Konstruktionstechnik	Practical Testing	Referenzmodell evaluieren	Referenzmodell-evaluation	Abbildung von Varianten in Struktur- und Verhaltens-modellen	Nachbereitung des Referenzmodells
					Documentation	Referenzmodell vermarkten	Referenzmodell-freigabe	Klassifikation von Partialmodellen	Bewertung des gewonnenen Referenzmodells
								Qualitätsbeurteilung und Qualitätssicherung	Pflege und Weiterentwicklung
Vier-Phasen-Modelle		Fünf-Phasen-Modelle			Sechs-Phasen-Modelle			Sieben-Phasen-Modelle	

Bild 1: Übersicht über wesentliche Methoden zur Erstellung von Referenzmodellen

Die tiefere Analyse der Methoden − die hier nicht im Detail, sondern nur im Ergebnis präsentiert wird − bestätigt, dass bisher die deduktive Strategie eindeutig dominiert. Zwar wird in keinem der in der Abbildung veranschaulichten Methoden explizit gegen die induktive Strategie der Referenzmodellentwicklung argumentiert. Im Gegenteil: Oft wird sogar dediziert darauf hingewiesen, dass vorhandene individuelle Unternehmensmodelle und andere Wissensquellen identifiziert und im Rahmen der Referenzmodellentwicklung zu berücksichtigen sind (vgl. [4, S. 49;31, S. 278-280;30, S. 167]). Gleichwohl finden sich neben dem *programmatischen* Aufruf, vorhandene individuelle Unternehmensmodelle zu berücksichtigen, kaum konkrete Vorschläge, *wie* aus vorhandenen individuellen Unternehmensmodellen systematisch ein Referenzmodell entwickelt werden kann. Mit anderen Worten wird zwar nicht bestritten, dass ein Referenzmodell nicht nur deduktiv, sondern auch induktiv zu entwickeln sei, gleichwohl bleiben konkrete methodische Hinweise zur induktiven Strategie vage.

Auch bleibt die Frage offen, wie sinnvoll vorzugehen ist, falls bisher keine geeigneten individuellen Unternehmensmodelle im Vorfeld der Referenzmodellentwicklung vorliegen oder identifiziert werden können: Ist in diesem Fall auf die Erstellung individueller Unternehmensmodelle grundsätzlich bei der Referenzentwicklung zu verzichten? Oder könnte die Referenzmodellentwicklung nicht dadurch profitieren, zunächst individuelle Unternehmensmodelle zu entwickeln, aus denen in einem zweiten Schritt induktiv ein Referenzmodell erstellt wird?

Neben den genannten Methoden präsentieren die Autoren von [3;20;24] erste konkrete Ideen zur induktiven Entwicklung von Referenz*prozess*modellen. Allerdings liefern diese Arbeiten keine mit den zuvor genannten primär deduktiv ausgerichteten Methoden vergleichbare *allgemeine* induktive Methoden zur Entwicklung von Referenzmodellen, sondern verstehen die induktive Referenzmodellentwicklung hauptsächlich als ein *algorithmisches* Problem: Es wird mehr oder weniger unterstellt, dass das Referenzprozessmodell aus einer Menge gegebener Prozessmodelle *berechnet* werden kann. Fragen beispielsweise im Hinblick auf die Erhebung der Individualmodelle oder der terminologischen Harmonisierung der Beschriftungen des Prozessmodells bleiben weitgehend ausgeklammert. Zudem beschränken sich die Arbeiten auf die Steuerungssicht und untersuchen nicht Unternehmensmodelle im Allgemeinen.

Des Weiteren sind einzelne Arbeiten bekannt, die ein induktiv geprägtes Vorgehen wählen [2;8;22]. Bei diesen Arbeiten steht allerdings die konkrete Entwicklung des Referenzmodells im Vordergrund, ohne dass die Autoren den Anspruch erheben beziehungsweise gerecht werden, eine allgemeine Methode zur induktiven Entwicklung von Referenzmodellen zu präsentieren.

Neben den Arbeiten, die speziell die Entwicklung von Referenzmodellen betreffen, gibt es verschiedene Ansätze, die eine gewisse Ähnlichkeit zur induktiven Entwicklung von Referenzmodellen aufweisen. Genannt seien beispielsweise Arbeiten zum Modellvergleich [12] oder zur Integration von Unternehmensmodellen [26]. Diese Arbeiten liefern zwar interessante Konzepte zur Analyse von Unternehmensmodellen, sind indes bisher für die induktive Referenzmodellentwicklung nicht fruchtbar eingesetzt worden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in den bisherigen Methoden zur Referenzmodellentwicklung die *deduktive* Strategie erheblich dominiert. Die induktive Strategie ist zwar grundsätzlich bekannt. Gleichwohl fehlt es an allgemeinen Methoden, *wie* Referenzmodelle *induktiv* erstellt werden können.

3 Beschreibung der Methode

3.1 Anforderungen

Konkrete Anforderungen an die induktive Entwicklung von Referenzmodellen sind bisher kaum bekannt. Da Methoden zur induktiven Referenzmodellerstellung ein innovatives Forschungsthema darstellen, wird in dieser Arbeit von einer Anwenderbefragung zur Anforderungsermittlung abgesehen. Stattdessen werden verschiedene Anforderungen an eine solche Methode argumentativ begründet:

- Induktive Entwicklung: Die Methode soll einen Modellierer unterstützen, aus einer Menge individueller Unternehmensmodelle ein Referenzmodell systematisch ableiten zu können. Falls diese Anforderung nicht erfüllt ist, kann kaum sinnvoll von einer induktiven Entwicklung gesprochen werden.
- Identifikation von Gemeinsamkeiten: Falls die individuellen Unternehmensmodelle Gemeinsamkeiten enthalten, sind diese im Referenzmodell zu repräsentieren. Auf diese Weise repräsentiert das Referenzmodell gerade die typischen Strukturen in einer Anwendungsdomäne.
- Abstraktion: Generell stellen Modelle Abstraktionen dar. Darüber hinaus erheben Referenzmodelle den Anspruch, individuelle Unternehmensmodelle zu generalisieren, also von den Besonderheiten der individuellen Unternehmen abzusehen.
- Generierbarkeit: Die individuellen Unternehmensmodelle sollen aus dem Referenzmodell abgeleitet werden können. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich das Referenzmodell nicht zu weit von den individuellen Unternehmensmodellen entfernt.
- Eigenschaften natürlicher Sprachen: Natürliche Sprachen sind wesentlicher Bestandteil von Unternehmensmodellen, wobei die bekannten Phänomene wie Homonymie, Synonymie und sprachliche Unschärfen typischerweise auftreten. Eine Methode muss diese Aspekte berücksichtigen.

3.2 Schritt 1: Initiierung

Ziel des ersten Schrittes ist es, die Anforderungen zu ermitteln, die von dem zu erstellenden Referenzmodell zu erfüllen sind. Zur Ermittlung der Anforderungen können typischerweise folgende Alternativen gewählt werden:

- Befragung: Befragungen von Domänenexperten oder potentiellen Modellnutzern geben Anhaltspunkte, welche Anforderungen an ein Referenzmodell zu stellen sind.
- Literaturanalyse: Die Durchsicht relevanter Literatur bietet einen Einblick in Aspekte, die von dem Referenzmodell zwingend zu erfüllen sind.
- Analyse vorhandener Referenzmodelle: Die Untersuchung vorliegender Referenzmodelle gibt einen Überblick, welche Anforderungen von anderen Referenzmodellen bereits abgedeckt werden. Dabei ist es nützlich, neben unmittelbar ähnlichen Modellen auch Modelle anderer Domänen zu betrachten.
- Festlegung einheitlicher Modellierungskonventionen: Modellierungskonventionen betreffen: a) verwendete Modellierungssprache: beispielsweise Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK), *Business Process Modeling Notation* (BPMN) et cetera; b) Layout-Konventionen: beispielsweise sind sequentielle Prozessabläufe vertikal anzuordnen; c) Namenskonventionen: beispielsweise

sind einzelne Prozessschritte in der Form „Subjekt + Prädikat“ zu formulieren; d) terminologische Konventionen: beispielsweise „Ein Kunde ist ein Geschäftspartner, der regelmäßig Waren einkauft“.

Die Festlegung einheitlicher Modellierungskonventionen vereinfacht die spätere Analyse erheblich. Gleichwohl ist davon auszugehen, dass insbesondere in überbetrieblichen Kontexten derartige Konventionen nicht zwingend durchgesetzt werden können, sodass entsprechende Aufbereitungsmaßnahmen in Schritt 3 (siehe folgenden Abschnitt) weiterhin vorgesehen sind.

Die erstellten Anforderungen sind in einem zweiten Teilschritt zu priorisieren, um die Relevanz der verschiedenen Anforderungen zu gewichten.

Ergebnis ist eine priorisierte Liste mit Anforderungen an das zu erstellende Referenzmodell und Modellierungskonventionen.

3.3 Schritt 2: Erhebung der Individualmodelle

Das *Ziel* des zweiten Schrittes besteht in der Erhebung individueller Unternehmensmodelle, die als Grundlage für die induktive Entwicklung des Referenzmodells herangezogen werden sollen. Hier ist in mehreren Teilschritten vorzugehen:

- Klassendefinition: Zunächst ist festzulegen, für welche Klasse von Unternehmen ein Referenzmodell entwickelt werden soll. Beispielsweise kann die Klasse durch die Aufzählung expliziter Unternehmen oder durch die Angabe eines charakteristischen Merkmals erfolgen, das von Unternehmen zu erfüllen ist.
- Auswahl der Unternehmen: Im Allgemeinen werden nicht für sämtliche, sondern nur für ausgewählte Unternehmen der zuvor definierten Klasse individuelle Unternehmensmodelle erhoben. Die Selektion geeigneter Unternehmen muss mindestens drei Aspekte berücksichtigen: a) Wie repräsentativ sind die ausgewählten Unternehmen? b) Besteht Zugang zu den Unternehmen beziehungsweise den individuellen Unternehmensmodellen? c) Welcher Aufwand soll für die Erhebung individueller Unternehmensmodelle betrieben werden? Bei der konkreten Entscheidung wird regelmäßig ein Konflikt zwischen diesen Aspekten bestehen. Beispielsweise steigt der Aufwand, wenn zusätzliche Unternehmensmodelle erhoben werden sollen. Dies kann aber aus Gründen der Repräsentativität zwingend erforderlich sein.
- Erhebung individueller Unternehmensmodelle: In den ausgewählten Unternehmen sind individuelle Unternehmensmodelle zu erheben. Hierfür können die bekannten Methoden der Unternehmensmodellierung zum Einsatz kommen. Die induktive Entwicklung des Referenzmodells kann besonders dann erheblich kostengünstiger durchgeführt werden, wenn keine Neuerhebung notwendig ist, sondern die individuellen Unternehmensmodelle bereits in der Vergangenheit erstellt worden sind und an dieser Stelle wiederverwendet werden können. Zur Wiederverwendung bieten sich insbesondere die in Modelldatenbanken abgelegten Ist-, Soll- und Referenzmodelle eines Unternehmens an.

Ergebnis sind die Definition der Klasse von Unternehmen, für die ein Referenzmodell entwickelt werden soll, und individuelle Modelle für einzelne Unternehmen dieser Klasse.

3.4 Schritt 3: Aufbereitung der Individualmodelle

Ziel des dritten Schrittes besteht in der Angleichung und Harmonisierung sowie Aufbereitung der individuellen Unternehmensmodelle für die Gewinnung des Referenzmodells. Hierfür sind verschiedene Teilschritte notwendig:

- Überprüfung und Berücksichtigung der Modellierungskonventionen: Falls bei der Erhebung der individuellen Unternehmensmodelle im zweiten Schritt die Modellierungskonventionen durchgesetzt werden konnten, ist zu überprüfen, inwieweit diese faktisch auch eingehalten werden konnten (Hinweise für entsprechende Techniken gibt [10]). Andernfalls sind in diesem Schritt die individuellen Unternehmensmodelle gemäß den Modellierungskonventionen zu transformieren.
- Erstellung von Modellsynsets: Die Bildung von sogenannten Modellsynsets dient zur Vorbereitung, um individuelle Unternehmensmodelle im vierten Schritt geeignet zu gruppieren. Ein Modellsynset wird in Anlehnung an das linguistische Konzept eines Synsets definiert, das eine Menge von in bestimmten Kontexten austauschbaren Wörtern bezeichnet [25, S. 23f.]: Ein Modellsynset ist eine Menge von einem oder mehreren Wörtern, die in einem Unternehmensmodell ausgetauscht werden können, ohne dass das Unternehmensmodell seine Funktion verändert. Ein Beispiel für ein Modellsynset lautet: „Kreditor, Lieferant (Geschäftspartner, demgegenüber Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen bestehen)“.

  Synsets im Allgemeinen und Modellsynsets sind konzeptionell ähnlich, wobei ihre inhaltlichen Ausprägungen nicht identisch sein müssen: Während allgemeine Wörterbücher wie beispielsweise *WordNet* die englische Umgangssprache beschreiben und nur verhältnismäßig grob auf fachsprachliche Besonderheiten eingehen, werden in der Regel innerhalb der individuellen Unternehmensmodelle fachsprachliche Wörter eine erhebliche Bedeutung haben. Zusätzlich können sich in individuellen Unternehmensmodellen auch betriebliche Besonderheiten spiegeln, die naturgemäß in allgemeinen Wörterbüchern keine Rolle spielen. Folglich können digitale Wörterbücher erste automatisierte Vorschläge für mögliche Modellsynsets liefern, die allerdings einer genaueren Prüfung zu unterziehen sind.

Ergebnis sind homogene individuelle Unternehmensmodelle und Modellsynsets.

3.5 Schritt 4: Gewinnung des Referenzmodells

Ziel des vierten Schrittes ist die Ableitung eines Referenzmodells aus den homogenen individuellen Unternehmensmodellen. Hierzu wird in mehreren Teilschritten vorgegangen:

- Cluster-Bildung: Zunächst sind die verschiedenen individuellen Teilmodelle in Gruppen zusammenzufassen. Dabei gilt es, die Gruppen so zu bilden, dass Modelle derselben Gruppe ähnlich und Modelle verschiedener Gruppen unterschiedlich sind. Typischerweise können hier Techniken der multivariaten Statistik wie eine Cluster-Analyse verwendet werden. Eine Hilfestellung bieten die zuvor beschriebenen Modellsynsets. Darüber hinaus können die in der Literatur beschriebenen Ähnlichkeitsmaße für Unternehmensmodelle zum Einsatz kommen [12]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die bekannten Ansätze schwerpunktmäßig die Ähnlichkeit von Unternehmensmodellen als Ganzes und nicht einzelner Teilmodelle berücksichtigt. Die Identifizierung von Ähnlichkeiten zwischen einzelnen Teilmodellen kann allerdings für die Ableitung von Referenzmodellen große Potentiale bieten, da individuelle Unternehmensmodelle als Ganzes erhebliche Unterschiede aufweisen können, obwohl einzelne Teile sehr ähnlich sind und in einem Referenzmodell zusammengefasst werden könnten.

- Referenzmodellableitung: Für jeden Cluster ist ein Referenzmodell zu entwickeln. Idee des Verfahrens ist es, ähnliche Teilmodelle innerhalb eines Clusters auszumachen und diese in ein Referenzmodell zu überführen. Formal wird dieser Schritt präzisiert, indem jedes individuelle Unternehmensmodell als Graph interpretiert wird. Innerhalb der verschiedenen Graphen sind isomorphe Teilgraphen zu identifizieren, wobei diese möglichst groß sein sollten. Um zu bestimmen, ob und wie einzelne Teilgraphen in das Referenzmodell übernommen werden, sind pro Teilgraph die relativen Häufigkeiten zu bestimmen. Darüber hinaus sind ein sogenannter Abstraktionsparameter α und ein Konfigurationsparameter β festzulegen.
  Der Abstraktionsparameter α beschreibt, inwieweit Besonderheiten der unternehmensspezifischen Modelle in das Referenzmodell übernommen werden sollen. Der Parameter ist als ein Schwellenwert für die relative Häufigkeit einzelner Teilgraphen zu interpretieren, ab dem der entsprechende Teilgraph in das Referenzmodell aufzunehmen ist. Ein Abstraktionsparameter α von 0 Prozent legt fest, dass sämtliche Teilgraphen in das Referenzmodell übernommen werden. Ein Abstraktionsparameter α von 100 Prozent beschreibt, dass nur die Teilgraphen in das Referenzmodell übernommen werden, die in allen individuellen Unternehmensmodellen vorhanden sind.
  Der Konfigurationsparameter β ist analog zu interpretieren. Allerdings bestimmt dieser Schwellenwert, ab wann einzelne Teilgraphen nicht nur fakultativ, sondern obligatorisch in das Referenzmodell aufzunehmen sind.

Ergebnis dieses Schrittes ist ein *Roh*referenzmodell.

3.6 Schritt 5: Nachbereitung des Referenzmodells

Ziel des fünften Schrittes besteht in der Nachbereitung des zuvor generierten Rohreferenzmodells. Hierbei sind drei verschiedene Ansatzpunkte möglich:

- Verbindung der Teilmodelle: Zwischen den Teilmodellen des Rohreferenzmodells können interessante Beziehungen bestehen, die auch im Referenzmodell aufgenommen werden sollen. Beispielsweise können Teilprozessmodelle in individuellen Unternehmensmodellen stets in einer bestimmten Reihenfolge durchlaufen werden, sodass diese Abhängigkeit in das Referenzmodell aufgenommen werden soll.
- Ergänzung um deduktiv entwickelte Referenzmodellteile: Falls einzelne Modellteile nicht über die induktive Entwicklung gewinnbar sind, können an dieser Stelle auch deduktiv entwickelte Referenzmodellbestandteile zum Einsatz kommen, die in das induktiv entwickelte Referenzmodell einzufügen sind.

Manuelle Ergänzungen: Im Rahmen der Nachbereitung können darüber hinaus auch manuelle Korrekturen vorgenommen werden, da regelmäßig davon auszugehen ist, dass die Schritte nicht vollständig automatisiert werden können.

Ergebnis dieses Schrittes ist das fertige Referenzmodell.

3.7 Schritt 6: Bewertung des gewonnenen Referenzmodells

Ziel des sechsten Schrittes ist eine Bewertung des erstellten Referenzmodells. Die Bewertung des Referenzmodells kann grundsätzlich aus unterschiedlichen Perspektiven erfolgen, wobei Umfang und Inhalt der einzelnen Perspektiven a priori nicht festgelegt werden können, sondern in einem Diskurs zwischen den Modellentwicklern, -nutzern und -evaluatoren ausgehandelt werden müssen. In dem

Qualitätsdiskurs ist festzustellen, inwieweit die einzelnen Kriterien berechtigt, zu gewichten und inhaltlich erfüllt sind. Typische Perspektiven in einem Qualitätsdiskurs sind:

- Bewertung gegenüber den Anforderungen: Es ist zu überprüfen, inwieweit das Referenzmodell die im ersten Schritt erhobenen Anforderungen tatsächlich erfüllt.
- Bewertung gegenüber individuellen Unternehmensmodellen: Es wird untersucht, ob und wie vorgegebene individuelle Unternehmensmodelle aus dem Referenzmodell abgeleitet werden können. Dabei können entweder die individuellen Unternehmensmodelle verwendet werden, die zuvor die Grundlage gebildet haben, oder weitere Modelle herangezogen werden.
- Bewertung auf der Grundlage bekannter Bezugsrahmen: In der Literatur finden sich vielfältige Kriterien, die zur Bewertung eines Referenzmodells herangezogen werden. Genannt seien beispielsweise der Bezugsrahmen von Frank [17], die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung [5] und ontologische Gütekriterien [14].

Ergebnis dieses Schrittes ist ein bewertetes Referenzmodell.

3.8 Schritt 7: Pflege und Weiterentwicklung

Ziel des siebten Schrittes ist es, das Referenzmodell nach der erstmaligen Erstellung zu pflegen und weiter zu entwickeln. Hierzu gehört es, Korrekturen und Ergänzungen im Referenzmodell anzubringen.

Auch kann es vorkommen, dass weitere individuelle Unternehmensmodelle erhoben werden, die bei der Weiterentwicklung des Referenzmodells berücksichtigt werden sollen. Dabei ist zu überlegen, ob das bereits erstellte Referenzmodell komplett neu entwickelt werden soll („Neuaufwurf“) oder ob nur eine Überprüfung vorgenommen wird, inwieweit die Aspekte des neuen individuellen Unternehmensmodells vom Referenzmodell abgedeckt werden und dann eine entsprechende Ergänzung vorgenommen wird („Änderungsentwurf“). Wichtige Überlegungen hierbei sind Stabilität des Referenzmodells, geplanter Erstellungsaufwand und Umfang notwendiger Änderungen.

Ergebnis dieses Schrittes ist ein weiterentwickeltes Referenzmodell.

4 Anwendung und Evaluation

4.1 Anwendungsbeispiel

Die Anwendung der vorgestellten Methode wird im Folgenden anhand eines Beispiels demonstriert. Da die Entwicklung eines Referenzmodells auch bei der Methodenanwendung weiterhin eine komplexe Aufgabe darstellt, deren Ergebnis ein eigenständiges Forschungsergebnis bilden kann, ist das folgende Beispiel primär als eine Illustration der Methode zu verstehen.

In dem Anwendungsbeispiel soll ein Referenzprozessmodell zur Rechnungsprüfung bei Handelsunternehmen entwickelt werden. Im Rahmen dieser illustrativen Anwendung sind keine besonderen Anforderungen an das Referenzmodell zu stellen, außer dass die Methodenanwendung hinreichend deutlich wird (Schritt 1).

Als individuelle Unternehmensmodelle dienen die in [4] dokumentierten individuellen Prozessmodelle, die hier als Modell A, B und C bezeichnet werden (Abbildung 2, Schritt 2). Da die Modelle A, B und C aus derselben Quelle stammen, sind eventuelle Maßnahmen zur Vereinheitlichung der Modellierungskonventionen und der verwendeten Terminologie weitgehend

nicht erforderlich (Schritt 3). Die für die Gewinnung des Referenzmodells (Schritt 4) notwendigen relativen Häufigkeiten der schraffierten Teilmodelle sind in der Tabelle in der Abbildung 2 links unten angegeben. Im rechten Teil der Abbildung sind abgeleitete Referenzmodelle bei abnehmenden Abstraktionsparameter α ersichtlich. Der Konfigurationsparameter β ist auf 0 Prozent festgesetzt, sodass alle Modellbestandteile obligatorisch sind. Sinnvolle Verbindungen zwischen den identifizierten Teilmodellen visualisiert Abbildung 2 rechts; weitere Ergänzungen sind nicht notwendig (Schritt 5). Eine Bewertung und Weiterentwicklung des Referenzmodells (Schritte 6 und 7) sind nicht Gegenstand des Anwendungsbeispiels.

4.2 Evaluation

Da Methoden per Definition Ausführungshinweise zum Vollzug von Handlungen darstellen, ist es prinzipiell schwierig den Sinn und Nutzen einer Methode *formal* zu *beweisen*. Stattdessen werden in dieser Arbeit drei Ansatzpunkte zur Führung eines Evaluationsdiskurses herausgestellt:

- Anforderungen: In Abschnitt 3.1 sind allgemeine Anforderungen formuliert worden, die von der vorgestellten Methode erfüllt werden. Beispielsweise erlaubt die Methode − über die Wahl der Abstraktionsparameter in Schritt 4 − im Referenzmodell Gemeinsamkeiten der Individualmodelle zu berücksichtigen und unternehmensindividuelle Besonderheiten zu abstrahieren.
- Anwendungsbeispiel: Die prinzipielle Nützlichkeit und Brauchbarkeit des Ansatzes werden anhand eines Fallbeispiels demonstriert. Potentiale und Herausforderungen der vorgestellten Methode werden zurzeit auch an weiteren Anwendungsfällen erforscht. Die dabei erzielten Ergebnisse sind viel versprechend, liegen allerdings noch nicht abschließend vor.
- Prototyp: Zur Unterstützung der vorgestellten Methode wurde ein korrespondierendes Software-Werkzeug prototypisch implementiert („*proof-of-concept*“).

Damit sind die in [15] formulierten Mindestanforderungen Wirkung (Anwendung der Technik führt zu einer bestimmten Wirkung), Wiederholbarkeit (mehrfache Anwendung der Technik führt zur selben Wirkung) und Unpersönlichkeit (Wirkung der Anwendung der Technik ist unabhängig vom Verwender) erfüllt, so dass die vorgestellte Methode zu Recht als eine Technik der induktiven Referenzmodellentwicklung verstanden werden kann. Gleichwohl ist einzuräumen, dass die induktive Entwicklung von Referenzmodellen nicht vollautomatisch abläuft, sondern die beschriebenen Konzepte eine Unterstützung des Modellierers liefern.

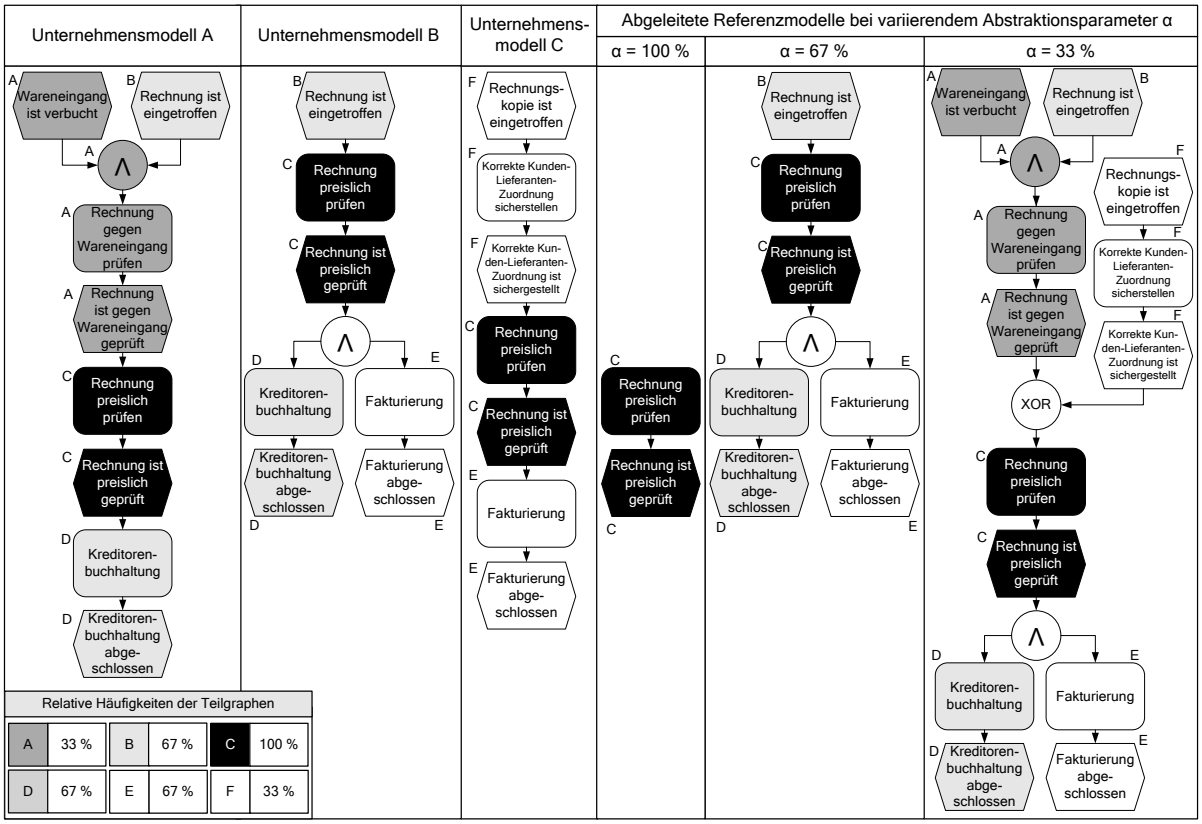


Bild 2: Exemplarische Referenzmodellentwicklung (Modelle A, B und C entnommen aus [4])

5 Resümee

Die Referenzmodellierung bietet attraktive Vorteile für die Praxis der Unternehmensmodellierung. Gleichwohl können diese Vorteile nur genutzt werden, wenn leistungsfähige Referenzmodelle vorliegen. Während vorherrschende Methoden fast ausschließlich auf deduktiven Ansätzen basieren, stellt die vorliegende Arbeit eine induktive Methode vor, die aus sieben Schritten besteht. Die Methode wird in dem vorliegenden Beitrag detailliert erläutert und exemplarisch angewendet.

Auch wenn die präsentierte Methode keine rein algorithmische Vorgehensweise ermöglicht, kann sie dennoch den Modellierer bei der Referenzmodellentwicklung erheblich unterstützen. Andererseits zeigen bisherige Erfahrungen, dass die induktive Strategie nicht die deduktive Strategie dominiert: So kann erstere zwar auf allgemein akzeptierte Prinzipien und Theorien − aus denen ein Referenzmodell abzuleiten wäre − verzichten, setzt aber einen Zugang zu individuellen Unternehmensmodellen voraus. Da ein induktiv entwickeltes Referenzmodell bereits auf praktisch erprobten Individualmodellen basiert, ist davon auszugehen, dass das so entwickelte Referenzmodell eine höhere Reife und Akzeptanz aufweist. Gleichwohl scheint eine induktive Strategie zur Entwicklung von Referenzmodellen für innovative Domänen nicht adäquat: So ist es weniger sinnvoll, beispielsweise ein E-Business-Referenzmodell für eine bestimmte Branche *induktiv* zu gewinnen, *bevor* einzelne Unternehmen dieser Branche typische E-Business-Technologien wie Internet zur Unterstützung ihrer Geschäftsprozesse *tatsächlich* nutzen. Erst nachdem Erfahrungen mit E-Business-Technologien vorliegen, erhält die induktive Strategie ihre Berechtigung. Dann aber ist der Innovationsgrad dieser Domäne erheblich geringer. Zusammenfassend bleibt damit festzuhalten, dass sich die spezifischen Stärken und Schwächen der induktiven Strategie weitgehend konträr zur deduktiven Strategie

verhalten. Folglich sind in der Praxis der Referenzmodellentwicklung beide Strategien geeignet zu verknüpfen.

Für zukünftige Arbeiten ergeben sich interessante Anknüpfungspunkte:

- Breite Anwendung, um mehr Erfahrungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der induktiven Methoden zu gewinnen und die konkreten Anforderungen feiner auszuleuchten. Auf diese Weise können auch neue Referenzmodelle entwickelt werden.
- Entwicklung verfeinerter Methoden und Algorithmen zur induktiven Referenzmodellentwicklung, die insbesondere die in Abschnitt 4.2 skizzierten Schwächen überwinden: (a) reichhaltigere Konzeptualisierung und Operationalisierung von Unternehmensmodellen, sodass sowohl unterschiedliche Modellierungssprachen als auch Konzepte der Referenzmodellierung genutzt werden können (beispielsweise konfigurierbare Modelle), (b) Berücksichtigung unterschiedlicher Abstraktionsniveaus und Detaillierungsebenen der Individualmodelle [27], (c) alternative Techniken zur Gruppierung von Individualmodellen, um beispielsweise auch Reihenfolgebeziehungen zwischen Teilprozessen erkennen zu können, (d) bessere Unterstützung der automatisierten Identifikation von Korrespondenzen zwischen Individualmodellen [7], (e) ausführlichere Dokumentation der Methode gemäß den Anforderungen des Methoden-Engineering.

Danksagung: Die vorgestellten Forschungsergebnisse wurden im Rahmen des Projektes „Konzeptionelle, methodische und technische Grundlagen zur induktiven Erstellung von Referenzmodellen (Reference Model Mining)" erarbeitet, das durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert wird (GZ LO 752/5-1).

6 Literatur

[1] Ahlemann, F; Gastl, H (2007): Process Model for an Empirically Grounded Reference Model Construction. In: Fettke P; Loos P (Hrsg), Reference Modeling for Business Systems Analysis. Idea, Hershey, PA, USA, et al., 77-97.

[2] Aier, S; Fichter, M; Fischer, C (2011): Referenzprozesse empirisch bestimmen − Von Vielfalt zu Standards. Wirtschaftsinformatik & Management 3(3): 14-22.

[3] Ardalani, P; Houy, C; Fettke, P; Loos, P (2013): Towards a Minimal Cost of Change Approach for Inductive Reference Model Development. Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems (ECIS 2013). Utrecht, Netherlands

[4] Becker, J; Delfmann, P; Knackstedt, R; Kuropka, D (2002): Konfigurative Referenzmodellierung. In: Becker J; Knackstedt R (Hrsg), Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung. Springer, Berlin et al., 25-144.

[5] Becker, J; Rosemann, M; Schütte, R (1995): Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. Wirtschaftsinformatik 37(5): 435-445.

[6] Becker, J; Schütte, R (1997): Referenz-Informationsmodelle für den Handel. Begriff, Nutzen und Empfehlungen für die Gestaltung und unternehmensspezifische Adaption von Referenzmodellen. In: Krallmann H (Hrsg), Wirtschaftsinformatik '97: Internationale Geschäftstätigkeit auf der Basis

flexibler Organisationsstrukturen und leistungsfähiger Informationssysteme. Physica, Heidelberg, 427-448.

[7] Cayoglu, U; Dijkman, R; Dumas, M; Fettke, P; Garcia-Banuelos, L; Hake, P; Klinkmüller, C; Leopold, H; Ludwig, A; Loos, P; Mendling, J; Oberweis, A; Schoknecht, A; Sheetritt, E; Thaler, T; Ullrich, M; Weber, I; Weidlich, M (2013): The Process Model Matching Contest 2013. 4th International Workshop on Process Model Collections: Management and Reuse (PMC-MR'13), Beijing. Peking, China.

[8] Daun, C; Matheis, T (2005): Constructing a reference process model for E-Government. In: Mosca R (Hrsg), Proceedings of the 7th International Conference on "The Modern Information Technology in the Innovation processes of the Industrial Enterprises (MITIP). Genua, 10-14.

[9] Delfmann, P (2006): Adaptive Referenzmodellierung. Methodische Konzepte zur Konstruktion und Anwendung wiederverwendungsorientierter Informationsmodelle, Bd. 25. Logos Verlag, Berlin.

[10] Delfmann, P (2010): Verteilte Informationsmodellierung – Methodische und technische Konzepte zur Disambiguierung und Analyse arbeitsteilig entwickelter Informationsmodelle. Münster.

[11] Detel, W (2007): Grundkurs Philosophie. Band 4: Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Reclam, Stuttgart.

[12] Dijkman, R; Dumas, M; van Dongen, B; Käärik, R; Mendling, J (2011): Similarity of business process models: Metrics and evaluation. Information Systems 36(2): 498-516.

[13] Fettke, P (2008): Empirisches Business Engineering – Grundlegung und ausgewählte Ergebnisse. Universtität des Saarlandes, Habilitationsschrift. Saarbrücken.

[14] Fettke, P (2006): Referenzmodellevaluation. Konzeption der strukuralistischen Referenzmodellierung und Entfaltung ontologischer Gütekriterien, Bd. 5. Logos Verlag, Berlin.

[15] Fettke, P; Houy, C; Loos, P (2010): On the Relevance of Design Knowledge for Design-Oriented Business and Information Systems Engineering. Business and Information Systems Engineering 2(6): 347-358.

[16] Fettke, P; Loos, P (2004): Referenzmodellierungsforschung. Wirtschaftsinformatik 46(5): 331-340.

[17] Frank, U (2007): Evaluation of Reference Models. In: Fettke P; Loos P (Hrsg), Reference Modeling for Business Systems Analysis. Idea Group Inc. , Hershey, London, 118-140.

[18] Frank, U (2008): Reflexionen zur sprachlichen Konstruktion von Informationssystemen. In: Heinemann E (Hrsg), Anwendungsinformatik. Die Zukunft des Enterprise Engineering. Festschrift für Erich Ortner zum 60. Geburtstag. Nomos, Baden-Baden, 37-49.

[19] Frank, U (2006): Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research. Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik (ICB) der Universität Duisburg-Essen, ICB-Research Report, No. 7. Essen.

[20] Gottschalk, F; van der Aalst, WMP; Jansen-Vullers, MH (2008): Mining Reference Process Models and Their Configurations. In: Meersman R; Tari Z; Herrero P (Hrsg), On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008 Workshops, OTM Confederated International Workshops and Posters, ADI, AWeSoMe, COMBEK, EI2N, IWSSA, MONET, OnToContent +

QSI, ORM, PerSys, RDDS, SEMELS, and SWWS 2008, Monterrey, Mexico, November 9-14, 2008. Springer, Berlin et al., 263-272.

[21] Hacking, I (1983): Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science. Cambridge University Press, Cambridge.

[22] Karow, M; Pfeiffer, D; Räckers, M (2008): Empirical-Based Construction of Reference Models in Public Administrations In: Bichler M; Hess T; Krcmar H; Lechner U; Matthes F; Picot A; Speitkamp B; Wolf P (Hrsg), Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008. Referenzmodellierung. München, 1613-1624.

[23] Koch, S; Strecker, S; Frank, U (2006): Conceptual Modelling as a New Entry in the Bazaar: The Open Model Approach. In: Damiani E; Fitzgerald B; Scacchi W; Scotto M; Succi G (Hrsg), IFIP International Federation for Information Processing, Volume 203, Open Source Systems. Springer, Berlin et al., 9-20.

[24] Li, C; Reichert, M; Wombacher, A (2010): The MinAdept Clustering Approach for Discovering Reference Process Models out of Process Variants. International Journal of Cooperative Information Systems 19(3): 159-203.

[25] Miller, GA (1998): Nouns in WordNet. In: Fellbaum C (Hrsg), WordNet: An Electronic Lexical Database. The MIT Press, Cambridge, 23-46.

[26] Rahm, E; Bernstein, PA (2001): A survey of approaches to automatic schema matching. The Very Large Database Journal 10: 334-350.

[27] Rehse, J-R; Fettke, P; Loos, P (2013): Eine Untersuchung der Potentiale automatisierter Abstraktionsansätze für Geschäftsprozessmodelle im Hinblick auf die induktive Entwicklung von Referenzprozessmodellen. In: Alt R; Franczyk B (Hrsg), Proceedings of the 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI2013), Feb 27 – Mar 01 2013, University Leipzig, Germany, Volume 2, 1277-1291.

[28] Schlagheck, B (2000): Objektorientierte Referenzmodelle für das Prozess- und Projektcontrolling – Grundlagen – Konstruktion – Anwendungsmöglichkeiten. DUV, Wiesbaden.

[29] Schütte, R (1998): Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung – Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Gabler, Wiesbaden.

[30] Schwegmann, A (1999): Objektorientierte Referenzmodellierung – Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung. DUV, Wiesbaden.

[31] Thomas, O (2006): Management von Referenzmodellen. Entwurf und Realisierung eines Informationssystems zur Entwicklung und Anwendung von Referenzmodellen. Logos-Verlag, Berlin.

[32] Vanderhaeghen, D; Fettke, P; Loos, P (2010): Organisations- und Technologieoptionen des Geschäftsprozessmanagements aus der Perspektive des Web 2.0. Wirtschaftsinformatik 52(1): 17-32.

[33] vom Brocke, J (2003): Referenzmodellierung – Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen. Logos, Berlin.

Architectural Support of Enterprise Transformations: Insights from Corporate Practice

Nils Labusch

University of St. Gallen, Institute of Information Management, 9000 St.Gallen, Switzerland
E-Mail: nils.labusch@unisg.ch

Stephan Aier

University of St. Gallen, Institute of Information Management, 9000 St.Gallen, Switzerland
E-Mail: stephan.aier@unisg.ch

Marcus Rothenberger

University of Nevada Las Vegas, Lee Business School, Las Vegas, NV, United States
E-Mail: marcus.rothenberger@unlv.edu

Robert Winter

University of St. Gallen, Institute of Information Management, 9000 St.Gallen, Switzerland
E-Mail: robert.winter@unisg.ch

Abstract

Enterprise architecture management (EAM) is considered a means to contribute to fundamental change (enterprise transformations) in organizations. Based on qualitative interview data, we investigate how EAM contributes to meeting the information needs of transformation managers during an enterprise transformation (ET). We identify the type of information EAM can provide to ET management. We further identify the activities conducted during ETs that foster information needs. Our results differentiate between information that EAM can provide, can partially provide, or cannot provide, to an ET effort.

1 Introduction

Organizations go regularly through major transformations that represent fundamental changes substantially altering their relationships with their key constituencies (e.g., customers, suppliers, regulators). These enterprise transformations (ET) may result in new value propositions, they may provide old value propositions in fundamentally new ways, or they may change the inner structure of the enterprise [38]. Examples for such fundamental changes are transformations of the business model [4], mergers & acquisitions [22], or introductions and replacements of large enterprise information systems [39]. The concept is also known as "business transformation" [3] or "organizational transformation" [20]. However, many transformations fail for a variety of reasons [25, 39]. Flyvbjerg et al. [16] recently found that large IT projects have an average cost overrun of 27%. In addition, one in six IT projects exceeds estimated cost by about 200% for reasons like underestimated technical complexity, or shortcomings in either portfolio or benefits planning.

When transforming an enterprise, a many decisions, some of them with major implications, have to be taken. In order to make such decisions diligently, manifold information needs to be collected and consolidated [23, 43, 48]. Processing information and achieving transparency of organizational dependencies is considered a major task of enterprise architecture management (EAM) [7]. While enterprise architecture (EA) describes the fundamental structures of an enterprise, EAM is concerned with the establishment and coordinated development of EA in order to consistently respond to business and IT goals, opportunities, and necessities [46]. Thus, EAM is often found to support the management of ETs [2, 13] by guiding the necessary efforts [1, 19]. EAM is considered a valuable source for top management information support and for strategy development [2, 49]. EAM is also supposed to support ET decision processes on various hierarchical levels [2].

However, in current corporate practice, there seems to be no regular application of EAM as a leading authority or as a support service for ETs [2, 29]. This mismatch might be a major inhibitor to EAM's efficacy to support ETs. In order to investigate the interplay between the two disciplines and identify their points of contact, we pose the following research question:

RQ: How does enterprise architecture management contribute to the management of enterprise transformations?

To investigate this issue, we employ a qualitative research design. The paper is structured as follows: In the next section we discuss related work about the relation of EAM and ETM. Then, we illustrate our research design, present results, and discuss the findings. Finally, we provide a summary and outlook.

2 Related Work

There is little prior work that investigates the relation between ET and EAM in detail. Harmsen et al. [19] propose the use of EAM as a governing function for ET, because a set of transformation steps needs to be well aligned in order to be successful and EAM has the potential to ensure this alignment. The authors see potential in areas such as strategic direction (investigate alternatives), gap analysis, tactical planning (identify intermediate milestones), operational planning, selection of partial solutions e.g. based on standards [7] or solution crafting (identify tasks for projects). Radeke [36] discusses how EAM can contribute to the strategic change process. He claims potentials of EAM to improve the strategic fit with the market environment, business/IT alignment and the preparedness for change by standardization and modularization of parts of the enterprise. Simon et al. [42] also see a high potential of EAM to support transformations, by assessing the organizational transformation readiness. In order

to provide a more holistic overview of the ET support by EAM, Asfaw et al. [2] divide ET into three categories (communications, management support and structure, and process). Within these categories they identify success factors such as communications, stakeholder involvement and guided application development. However, the authors conclude that EAM as such cannot cope with all challenges and that other means such as change management are also needed.

In summary there is evidence that EAM can successfully support ET. However, related work either focusses on very specific parts of EAM and ET or surveys the relationship in an explorative way.

3 Research Design

In order to investigate how EAM can contribute to an ET effort, we have conducted a qualitative study that compares information obtained from two groups of experts, with experience in either EAM or ETM.[1] The results from both perspectives are further triangulated using information from the literature. Finally, the two result sets are consolidated into a list of items that detail the fit of what EAM and ETM experts agree on.

3.1 Data Collection

The empirical part of this research contributes to elaborating on existing theory. Participants are included through purposeful selection, rather than through random sampling [32, 41]. The participants were selected for their expertise in EAM and ET, respectively.

We interviewed eight transformation managers in the insurance industry based on personal contacts of the researchers and additional snowball sampling (thus, participants recommended further contacts for interviews that have been included whenever they provided the necessary qualification) [34]. We decided to limit participants to the insurance industry, as this industry currently faces extensive transformation issues, and thus, responses obtained from this industry are based on the most recent experiences, which makes it most suited for our investigation. All informants are located in departments that allow for a broad overview of the transformation and hold positions like strategy coordinator, member of the board or head of business engineering. We refer to these informants with the abbreviations *InETM1* to *InETM8*.

From a supplier perspective, we aim to identify the information that EAM can contribute to ETM from participants working in multiple industries; this inclusive approach ensures that we do not miss those information processing capabilities that EAM can provide, but currently does not provide in the insurance industry, thus allowing for new insights. The EAM experts were identified by searching social business networks (XING and LinkedIn) using the search terms “Enterprise Architect” and “Transformation Architect”. After analyzing the profiles, 68 potential informants in German speaking countries remained, ten agreed to participate in the study. Our informants hold positions such as enterprise architect, business architect, and IT architect. We refer to these experts with the abbreviations *InEAM1* to *InEAM10*.

Two semi-structured interview questionnaires (one for the EAM experts and one for the ET experts) comprised of open-ended questions have been developed. The design of the questionnaires was informed by related literature. While basing a questionnaire on existing literature may be contradicting

[1] Results that were derived based on interviews with a part of the ETM experts are also published in [26]. Results that were derived based on the interviews with EAM experts are also published in [27]. The full literature review is published in [28]. The original contribution of this paper is to analyze qualitatively, how both perspectives fit together.

the early practice in grounded theory research [18], more recently, this clean slate approach to theory-building research has been succeeded by the understanding that prior theory should inform the interview questions [14, 44]. Hereby, the use of open ended questions and a flexible interview questionnaire that permits the interviewees to contribute additional themes to the results, allows for additional findings to emerge that were not part of prior literature [14]. Participants were assured confidentiality of their own and their company's identities in order to allow for honest answers. More than 16 hours of interviews were recorded and transcribed.

3.2 Coding

Two researchers independently coded the EAM experts' and the ETM experts' responses into two separate lists: Potential contributions of EAM, and the needs of ETM, with each distinct item on these lists representing one code. Codes were not defined in advance, but they emerged based on the information provided in the interview data (open coding) [32, 44]. After the two researchers had completed the coding step, they consolidated their results by resolving any differences in their coding. Occurring discrepancies were resolved after one round of discussion, resulting in agreement between the two coders. This process resulted in two separate lists representing potential EAM contributions to ET, as viewed by the EAM experts, and information that is needed in order to conduct ETs, as viewed by the ETM experts. Only those codes were added that occurred in at least two interviews of the respective group (ET or ETM experts).

3.3 Literature Validation

In the next step, the results were triangulated with findings from the ETM and EAM literature. We have included this step to ensure that the ET as much as the EAM codes are consistent with a common understanding of both disciplines. Such consistent terminology is important, since we are interested in investigating the common fit between both. Further this ensured to reduce potential biases that might have been induced by focusing our investigation on the insurance industry. Thus, we have conducted a systematic literature search. In line with Elliot [15] we had to be strict concerning our search terms since a large body of literature from academic and non-academic sources is available in both of the topic area of EAM and ET. Hence, we focused our search on well-regarded journals in information systems, management and organizational science. We further conducted a database search in the major management databases (Web of Knowledge, Springerlink, Ebsco) to include more recent or practice-based sources. We further added specific journals and conferences (e.g. "Journal of Enterprise Transformation" or the ICIS and ECIS conference proceedings) to the survey. We identified articles based on the title keyword "transformation" and in the databases based on the title search term "(organizational OR strategic OR business OR enterprise OR corporate OR large-scale) AND transformation AND management". Based on the abstract we decided if the article was relevant concerning the research goal. Our search revealed 561 articles in total and 85 articles for further analysis. In addition, we have conducted a literature review in the topic area of EAM. We considered the same sources like in the ET literature review (including additional EAM specific journals) but applied the keywords "(enterprise or business) and architecture" in the journal title search and "Abstract: (literature or survey or review) and Title: (enterprise or business) and architecture" in the database search. In the latter we focused on literature surveys on EAM in order to efficiently identify relevant concepts. The search revealed 55 relevant articles for further analysis. We used the identified ET and EAM articles for a triangulation with the empirical data [21] in a later step.

Whenever we could match a code from either the list of EAM and ET with at least two sources from this literature pool, we considered it as a common and well-known part of the discipline.

3.4 Aggregation and Mapping

In order to keep the mapping manageable, the ET and EAM codes were grouped based on their semantic similarity [5]. This grouping was again conducted by two independent researchers and consolidated in the first iteration. Based on the codes within the groups and the underlying statements of the informants, the two researchers independently mapped the EAM inputs to the ET information needs. The results were almost identical; two of the groups needed further discussion. After one iteration, an agreement among the researchers was achieved.

3.5 Response Saturation

In qualitative research with multiple respondents that incrementally contribute towards one result set, it must be determined whether a sufficient number of responses were collected, so that all important information has been captured. While it is impossible to ensure that every potential response has been obtained, such research seeks to include enough responses to reach a point at which it is unlikely that additional responses would yield additional results [14]. We achieved such saturation with both expert groups. After processing two thirds of the interviews in each group, additional interviews added almost no new codes. Thus, both coders independently concluded that the set of codes was saturated.

4 Results

4.1 The EAM Perspective

Figure 1 summarizes the results of the EAM interviews. The information that EAM experts process or provide to ET have been grouped into eight categories using the process described earlier.

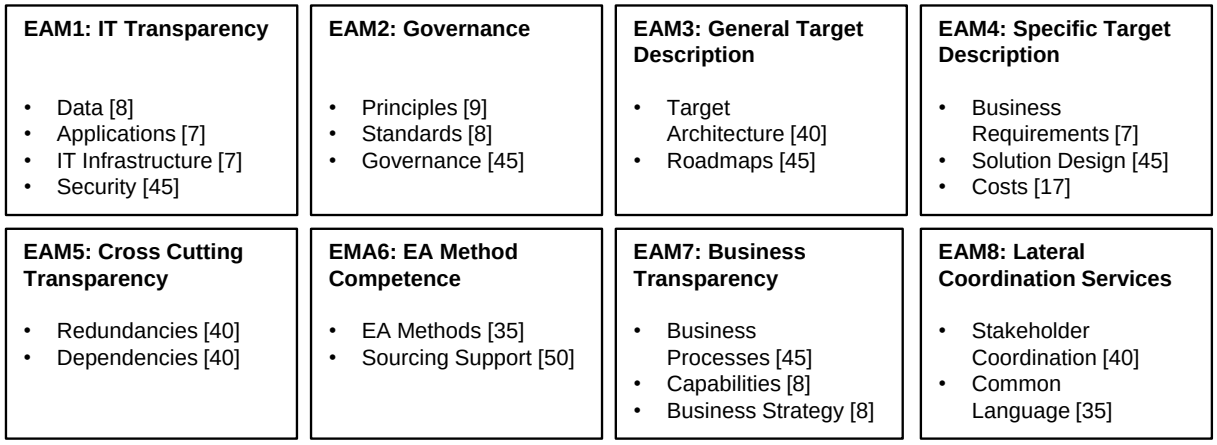


Figure 1: Information Provision by EAM

IT transparency that EAM provides to ET is one group. This includes information about data, applications, IT infrastructure and security aspects. The second information group is *governance*. The third group provides the *general target description*. The *specific target description* in the fourth group covers details, such as business requirements, solution designs, and cost. The fifth group provides *cross-cutting transparency*, i.e. information about redundancies and dependencies. This is usually considered one of the strengths of EAM. The sixth group highlights the *method competences* that architects have. Architects can provide insights on the application of EA methods (e.g. process modeling) or can apply such methods e.g. in order to allow for sourcing support. However, this information cannot be provided ad-hoc but needs processing beforehand. EAM can further provide

business transparency (EAM7) and thus information about business processes, capabilities and the business strategy. It is important here to mention that architects agree that EAM is not developing the strategy but has a profound knowledge about strategy. The last block highlights the communicative nature of EAM. Often EAM is able to provide information about acting stakeholders and can provide them to ETM. It further is able to establish a common language by providing artifacts that are used by many stakeholders (e.g. process models, capability maps, etc.).

4.2 The ETM Perspective

Similar to the EAM groups, we identified nine groups of activities that ET is comprised of and that need different information inputs. These are summarized in Figure 2

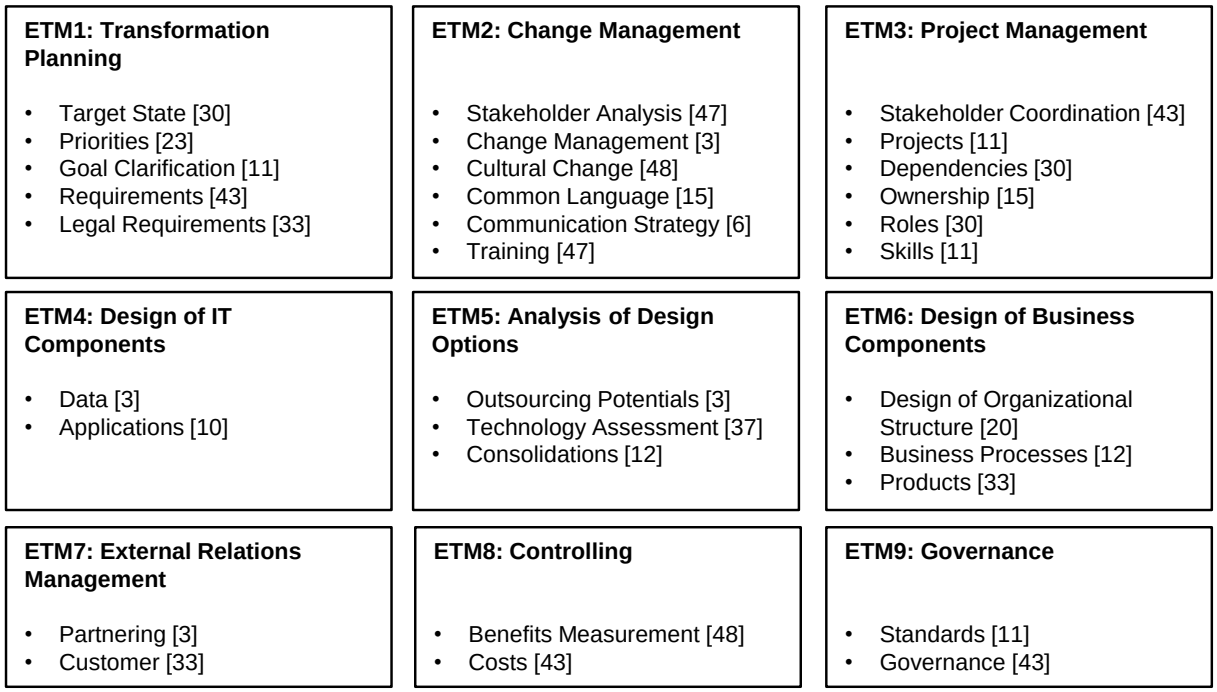


Figure 2: Information Inputs needed by ETM

A major part of ET is *transformation planning*. This includes necessary information about the intended target state, the priorities, clear goals, requirements and legal requirements. The second important group is *change management* – thus, focusing on the individual's perspective of the transformation. This includes stakeholder analysis, change management in the narrower sense, change in the culture, an established common language, a detailed communication strategy and training, e.g. of changed tasks. *Project management* (ETM3) includes all aspects of actually conducting the transformation in form of a project portfolio. This includes coordination of the stakeholders, the projects, dependencies between them, ownership definitions, roles and skills that employees in the projects need. In order to *design IT components*, ETM is interested in data as much as applications. Another part of ETM is the *analysis of design options*. This is comprised of outsourcing potentials, technology assessments and potential for consolidations. The next group is the actual *design of business components*, which includes the design of the organizational structure, the business processes and the products of the enterprise. *External relations management* describes cooperation with partners and dealing with customers. Group eight describes the *controlling* of transformations, including benefits measurement and cost control. The last group is *governance*, which includes governance in its

narrower sense (like decision boards) and standards that need to be followed during the transformation.

4.3 Fitting EAM and ETM

Based on the groups introduced above and the statements of our informants, we have analyzed the fit between the provided information of EAM and the needed information of ETM. This analysis yields three classes of fit: information needs that EAM fulfills, information needs that EAM partially fulfills, and those that EAM does currently not fulfill.

4.3.1 Fit 1: Design of IT Components

The analysis shows that EAM is very capable to provide necessary transparency when it comes to IT topics and new IT components that need to be designed (F1). The concerns that ET managers most frequently pointed out are related to applications and data. Transformation managers in the business departments also see the complexity that these impose, e.g. in a complex application landscape with many applications it can happen that dependencies are not completely visible.

Enterprise architects can provide almost perfectly fitting solutions, be it in form of a documentation of the application landscape (*InEAM4*), the status of data flows and data stores (*InEAM7*), further information about the IT infrastructure (*InEAM3*), or IT security (*InEAM2*). For that reason, we consider the information demand for the design of IT components as fulfilled by the IT transparency part of EAM.

4.3.2 Fit 2: Governance

A second fit is prevalent between the governance groups on both sides. Experts in both groups considered standards as a necessary means in order to ensure appropriate governance (*InEAM1, InEAM2, InETM2*). For some transformations, standardization is even the most important reason to actually conduct the transformation and establish cost-savings. Our informant *InETM2* was involved in a large software standardization project where processes and procedures needed to be standardized. Many stakeholders were involved in order to develop the common standards. On the EAM side, the informant *InEAM1* was involved in a similar transformation where EAM supported the achievement of a global audit standard. These examples illustrate that the information processing need concerning governance can be fulfilled by EAM.

4.3.3 Fit 3–5: Transformation Planning

Further fits occur between ETM and EAM about transformation planning. Architects consider planning as one of their core competences. For that reason two subgroups emerged during the coding and consolidation procedure: General (F3) and specific target description (F4). Also involved is cross cutting transparency realization by EAM (F5). From our informants in the ET area, we learned that planning of the transformation is a very important first step. For example, needs to clarify goals and other strategic issues (*InETM6*). Furthermore, having rough ideas of the target state in the beginning is necessary in order to see, how single projects contribute to its achievement (*InETM8*). The architects used different wording but referred to the same task by discussing roadmaps *(InEAM9)*.

EAM can also provide necessary information for detailed planning. The topic area is especially concerned with requirements. On the ET side these are seen as major drivers for success and need to be handed in early (*InETM4*). Especially legal requirements need to be considered (*InETM3*). For the enterprise architects, requirements are a well-known artifact. Requirements are seen as a means to overcome misunderstandings between business and IT (*InEAM7*). Another part of EAM is the

provision of cross cutting transparency. This means to illustrate, where dependencies or redundancies in the IT systems but also in processes and capabilities of different units occur (*InEAM2*, *InEAM3*, *InEAM10*). This is important for the former mentioned draft of the target state and the priority setting and goals. The architect *InEAM2* could support the ET by investigating systems and practices that already existed in other subsidiaries and could be reused.

Based on the statements of our informants and the evidence given above, we can conclude that ET planning can be also well supported by the architects.

4.3.4 Partial Fit 6: Project Management

The cross-cutting transparency is also valuable in order to fulfill parts of the information needs that project management has. Especially when transformations are not locally bounded but globally (*InETM8*), it is important that interaction occurs and dependencies as much as redundancies get eliminated. However, project management cannot fully be supported by EAM since further aspects are necessary. These are for example ownership clarification (*InETM1*) or staffing options concerning the needed skills (*InETM2*).

4.3.5 Partial Fit 7–8: Analysis of Design Options

In the group "analysis of design options" we summarize the ETM activities like assessing outsourcing potentials or technology options as much as potential consolidations of organizational units or systems. Such activities can be supported by the cross cutting transparency and EA method competence. The information contained in cross-cutting transparency can be directly provided while those prevalent in EA method competence (e.g. methods that provide sourcing support or support the post-merger integration) need further inputs. For example, when first thinking about outsourcing, EAM could provide already valuable information which parts of the IT systems and which organizational units might be affected (*InEAM2*). It can also provide more direct guidance through method knowledge (e.g. by assisting in process modeling (*InEAM5*) or guiding through workshops (*InEAM7*)). Thus, for this area of ETM we can identify partial support by EAM. Further information e.g. about legal issues would be necessary and are out of EAM's scope.

4.3.6 Partial Fit 9: Design of Business Components

Once the analysis is completed, new business components need to be designed (including the organizational structure, business processes, and products). The supporting actions of EA can be found mostly in the area of business transparency. Here EA is able to quickly provide information about capabilities (*InEAM4*), business processes (*InEAM3*, *InEAM5*) or the business strategy (*InEAM1*). However, the actual design of new business components requires more than these information artifacts. For example products cannot be designed by EAM (even not in the insurance sector) and further information for that is necessary.

4.3.7 Partial Fit 10: Change Management

Change management, "including all the soft aspects" (*InETM8*) is another important part of transformation management. It is about influencing the culture (*InETM1*), involving the stakeholders (*InETM4*), explaining the change (*InETM8*), communication (*InETM8*) or training (*InETM7*). Can a discipline like EAM contribute information to this sector? Our data shows, that EAM can indeed contribute. On the EAM side we call the information cluster "lateral coordination services". This includes information about stakeholders and their areas of expertise. Architects know many people in

the organization and can bring those people together. It is part of the work to make sure that these people talk to each other and move in the same direction (InEAM4).

Further information can be provided by offering a common language, which sometimes is a necessity of EAM. When, e.g., process models are designed that should be valid for the whole organization, common language is necessary to have consistent models (*InEAM4*). Since such language is also a requirement of the ETM, a good fit exists. However, further information that EAM cannot provide is necessary for change management (e.g. knowledge about the culture). Hence, the fit is only a partial one.

4.3.8 Non-Fits: Controlling and External Relations Management

Two of the ETM groups have no (or almost no) information inputs from EAM. First, is controlling. ETM informants were always very keen about costs (e.g. *InETM5*), in most cases that was the driver for transformations. Some also considered benefits or their measurement (e.g. *InETM2*). However, the EAM informants did not consider this topic. The second group with no inputs is the external relations management. In this group ETM deals with relations with the organization's customers (*InETM1*) and their satisfaction (that should not be affected by the transformation). Further partnering with other companies is a topic in this area (*InETM7*). Again, EAM's focus rather seems to be an internal perspective. Environmental analysis is provided by other disciplines.

5 Discussion

In the previous section we have identified specific information needs that occur during ETs. We further identified areas, where EAM provides this information or supports creating and processing it. Our initial question was how EAM contributes to ET.

We are aware that EAM in practice differs in extent and scope in each individual organization. While some organizations focus their EAM function on IT issues only, others also assign business-related planning and information gathering activities to EAM. In some organizations architects also have authority to give directions without further consultation with other line managers. However, no matter what scope the EAM function has, they all contribute to successful transformations. In general the IT-related architecture can provide the necessary input about applications and data, the business-related one even more to business planning and project management.

There seem to be some areas where EAM could extend its usefulness when it wants to be a transformation oriented discipline. It might be a good idea, to first focus on areas that already have partial fits. In these areas an extension of the service seems to be easier and the risk of collision with other disciplines that are prevalent in each organization is lower. When this extension is done, people responsible for EAM may think about an extension in areas where there is currently (almost) no EAM application. Can EAM contribute to controlling? Can EAM contribute to manage external relations? There may be overlaps, especially concerning modeling techniques or governance experience that could extend the range of EAM.

6 Summary & Outlook

In this paper we have investigated the potential of enterprise architecture management contributing to the management of enterprise transformation. We have conducted a qualitative study to get insights as to how EAM can contribute to the management of ETs. Our results show ten fits between EAM and ET concerning the information needed and the information provided. Three of these fits, those relating

to the design of IT components, governance, and transformation planning are particularly strong. Further, the analysis revealed ET information needs that cannot be met by EAM. These are related to controlling and the management of external relations in particular.

Some limitations of our study need to be addressed. We focused on one direction of information flow: how EAM can contribute to ET. We did not consider the other direction of information flow or other disciplines apart from EAM that contribute to ET (e.g. controlling, financials, etc.). Further, ET experts interviewed for our study all belong to the insurance sector. Other industries might have other practices concerning transformations than the ones our informants stated. However, during our triangulation of the identified codes with literature, no such industry bias became apparent.

In future work, we aim at building design research artifacts based on the findings above. We aim at designing approaches for EAM that explicitly support transformations. In order to conduct such research, it is important to understand, what EAM is currently able to achieve and where the most appropriate potentials for further development are. This study provides a foundation for that.

Acknowledgement:

This work has been funded by the Swiss National Science Foundation (SNSF).

7 References

[1] Abraham, R, Aier, S, Labusch, N (2012): Enterprise Architecture as a Means for Coordination – An Empirical Study on Actual and Potential Practice. In: The 7th Mediterranean Conference on Information Systems, AIS Electronic Library, Guimarães: Paper 33.

[2] Asfaw, T, Bada, A, Allario, F (2009): Enablers and Challenges in Using Enterprise Architecture Concepts to Drive Transformation: Perspectives from Private Organizations and Federal Government Agencies. Journal of Enterprise Architecture 5 (3): 18-28.

[3] Ash, CG, Burn, JM (2003): Assessing the benefits from e-business transformation through effective enterprise management. European Journal Of Information Systems 12: 297-308.

[4] Aspara, J, Lamberg, J-A, Laukia, A, Tikkanen, H (2011): Strategic management of business model transformation: lessons from Nokia. Management Decision 49 (4): 622-647.

[5] Bailey, KD (1994): Typologies and Taxonomies: An Introduction to Classification Techniques. Sage University Papers Sage Publications, Thousand Oaks.

[6] Beer, M (1997): The transformation of the human resource function: Resolving the tension between a traditional administrative and a new strategic role. Human Resource Management 36 (1): 49-57.

[7] Boh, WF, Yellin, D (2007): Using Enterprise Architecture Standards in Managing Information Technology. Journal of Management Information Systems 23 (3): 163-207.

[8] Bradley, RV, Pratt, RME, Byrd, TA, Outlay, CN, Wynn Jr, DE (2012): Enterprise architecture, IT effectiveness and the mediating role of IT alignment in US hospitals. Informations Systems Journal 22: 97-127.

[9] Bricknall, R, Darrell, G, Nilsson, H, Pessi, K (2006): Enterprise architecture: critical factors affecting modelling and management. In: Ecis, Paper 146.

[10] Cross, J, Earl, MJ, Sampler, JL (1997): Transformation of the IT function at British Petroleum. MIS Quarterly 21 (4): 401-423.

[11] Cross, RL, Yan, A, Louis, MR (2000): Boundary activities in 'boundaryless' organizations: A case study of a transformation to a team-based structure. Human Relations 53 (6): 841-868.

[12] Daniel, EM, Wilson, HN (2003): The role of dynamic capabilities in e-business transformation. European Journal Of Information Systems 12: 282-296.

[13] Dorsch, C, Haeckel, B (2012): An EA-Based Approach to Valuate Enterprise Transformation: The Case of IS Investments Enabling on Demand Integration of Service Providers. In: Ecis, Barcelona, Spain: Paper 129.

[14] Eisenhardt, KM (1989): Building Theories from Case Study Research. Academy of Management Review 14 (4): 532-550.

[15] Elliot, S (2011): Transdisciplinary Perspectives on Environmental Sustainability: A Resource Base and Framework for IT-Enabled Business Transformation. MIS Quarterly 35 (1): 197-236.

[16] Flyvbjerg, B, Budzier, A (2012): Why Your IT Project May Be Riskier Than You Think. Harvard Business Review 89 (9): 23-25.

[17] Foorthuis, R, van Steenbergen, M, Mushkudiani, N, Bruls, W, Brinkkemper, S, and Bos, R (2010): On Course, but Not There Yet: Enterprise Architecture Conformance and Benefits in Systems Development. In:

[18] Glaser, BG, Strauss, AL (1967): The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. Aldine Publishing, Chicago.

[19] Harmsen, F, Proper, E, Kok, N (2009): Informed Governance of Enterprise Transformations. In: E. Proper, F. Harmsen and J. L. G. Dietz (Hrsg.): Advances in Enterprise Engineering II. Springer, Berlin Heidelberg: 155-180.

[20] Hock-Hai Teo, B, Tan, CY, Wei, K-K (1997): Organizational Transformation Using Electronic Data Interchange: The Case of TradeNet in Singapore. Journal Of Management Information Systems 13 (4): 139-165.

[21] Jick, TD (1979): Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action. Administrative Science Quarterly 24 (4): 602-611.

[22] Johnston, J, Madura, J (2000): Valuing the Potential Transformation of Banks into Financial Service Conglomerates: Evidence from the Citigroup Merger. The Financial Review 35 (2): 17–36.

[23] Klein, A, Krcmar, H (2003): DCXNET: E-Transformation at DaimlerChrysler. In: Icis, Paper 103.

[24] Kluge, C, Dietzsch, A, Rosemann, M (2006): How to realise corporate value from enterprise architecture. In:

[25] Kotter, JP (1995): Leading Change: Why Transformation Efforts Fail. Harvard Business Review 73 (2): 59-67.

[26] Labusch, N, Winter, R (2012): Method Support of Large-Scale Transformation in the Insurance Sector: Exploring Foundations. In: 7th Workshop, TEAR 2012, and 5th Working Conference, PRET 2012 at The Open Group Conference 2012, Springer, Barcelona: 60-78.

[27] Labusch, N, Koebele, F, Aier, S, Winter, R (2013): The Architects' Perspective on Enterprise Transformation: An Explorative Study. In: 6th Working Conference, PRET 2013, Springer, Utrecht, The Netherlands: 106-124.

[28] Labusch, N, Winter, R (2013): Towards a Conceptualization of Architectural Support for Enterprise Transformation. In: Ecis 2013, Utrecht, NL:

[29] Lankhorst, M (2009): Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis. Springer, Berlin, Heidelberg.

[30] Lawrence, TB, Malhotra, N, Morris, T (2012): Episodic and Systemic Power in the Transformation of Professional Service Firms. Journal Of Management Studies 49 (1): 103-143.

[31] Mikaelian, T, Nightingale, DJ, Rhodes, DH, Hastings, DE (2011): Real Options in Enterprise Architecture: A Holistic Mapping of Mechanisms and Types for Uncertainty Management. IEEE Transactions on Engineering Management 58 (3): 457-470.

[32] Miles, MB, Huberman, AM (1994): Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook. Sage Publications Inc,

[33] Newman, KL (2000): Organizational Transformation during Institutional Upheaval. The Academy Of Management Review 25 (3): 602-619.

[34] Noy, C (2007): Sampling Knowledge: The Hermeneutics of Snowball Sampling in Qualitative Research. International Journal of Social Research Methodology 11 (4): 327-344.

[35] Peristeras, V, Tarabanis, K (2000): Towards an enterprise architecture for public administration using a top-down approach. European Journal of Information Systems 9: 252-260.

[36] Radeke, F (2011): Toward Understanding Enterprise Architecture Management's Role in Strategic Change: Antecedents, Processes, Outcomes. In: Wirtschaftinformatik, Zuerich: Paper 62.

[37] Rosenbloom, RS (2000): Leadership, Capabilities, and Technological Change: The Transformation of NCR in the Electronic Era. Strategic Management Journal 21 (10-11): 1093-1103.

[38] Rouse, WB, Baba, ML (2006): Enterprise transformation. Communications of the ACM 49 (7): 67-72.

[39] Sarker, S, Lee, AS (1999): IT-enabled organizational transformation: a case study of BPR failure at TELECO. The Journal of Strategic Information Systems 8 (1): 83-103.

[40] Schmidt, C, Buxmann, P (2011): Outcomes and success factors of enterprise IT architecture management: empirical insight from the international financial services industry. European Journal Of Information Systems 20 (2): 168-185.

[41] Seawright, J, Gerring, J (2008): Case Selection Techniques in Case Study Research: A Menu of Qualitative and Quantitative Options. Political Research Quarterly 6 (2): 294-308.

[42] Simon, D, Fischbach, K, Schoder, D (2013): Enterprise architecture management and its role in corporate strategic management. Information Systems And E-Business Management Online First

[43] Singh, R, Mathiassen, L, Stachura, ME, Astapova, EV (2011): Dynamic Capabilities in Home Health: IT-Enabled Transformation of Post-Acute Care. ournal of the Association for Information Systems 12 (2): Article 2.

[44] Strauss, AL, Corbin, J (1990): Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques. Sage, Newbury Park.

[45] Tamm, T, Seddon, PB, Shanks, G, Reynolds, P (2011): How Does Enterprise Architecture Add Value to Organisations? Communications of the Association for Information Systems 28: 141-168.

[46] The Open Group (2011): TOGAF Version 9.1.

[47] Thorogood, A, Reynolds, P, Yetton, P (2010): Performing Under Pressure: IT Execution in a $1.4bn Business Transformation. In: Icis, Paper 164.

[48] Tichy, NM (1983): Managing Organizational Transformations. Human Resource Management 22 (1-2): 45–60.

[49] Venkatesh, V, Bala, H, Venkatraman, S, Bates, J (2007): Enterprise Architecture Maturity: The Story of the Veterans Health Administration. MIS Quarterly Executive 6 (2): 79-90.

[50] Winter, R, Fischer, R (2007): Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture. Journal of Enterprise Architecture 3 (2): 7-18.

Experimentelle Evaluation automatisierter Verfahren zur Bestimmung der Ähnlichkeit von Knoten in Geschäftsprozessmodellen

Philip Hake, Peter Fettke, Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: *vorname.nachname*@iwi.dfki.de

Abstract

Zahlreiche Arbeiten verwenden Abbildungen zwischen Knoten verschiedener Geschäftsprozessmodelle oder postulieren den Einsatz automatisiert erstellter Abbildungen. Obwohl bereits erste Evaluationen automatisiert erstellter Abbildungen durchgeführt wurden, fehlen Evaluationen unter Laborbedingungen. Daher wird in diesem Beitrag die automatisierte Abbildungserstellung auf Basis ausgewählter Ähnlichkeitsmaße experimentell anhand dreier Szenarien evaluiert. Da automatisierte Abbildungen im Rahmen der Analyse von Geschäftsprozessähnlichkeiten zu teilweise guten Ergebnissen führen, jedoch bei genauerer Betrachtung die Qualität der Abbildung identischer Knoten nur gering ausfällt, werden weiterhin sieben Fälle identifiziert, die in der Abbildungserstellung von Knoten zu Schwierigkeiten führen.

1 Motivation

Abbildungen zwischen identischen Knoten verschiedener Geschäftsprozessmodelle werden in zahlreichen Beiträgen verwendet. Diese Abbildungen definieren, welche Knoten aus einem Prozessmodell A in einem Prozessmodell B auftreten und als identisch betrachtet werden können. Der Abbildung geht eine Analyse der Geschäftsprozessmodelle vorweg, in der ähnliche Knoten identifiziert werden. Das Spektrum der Beiträge, die die beschriebenen Abbildungen verwenden, ist breit gefächert, da Abbildungen in verschiedenen Anwendungsszenarien eine Automatisierung manueller Arbeitsvorgänge ermöglichen. Eine manuelle Erstellung von Abbildungen ist vor allem bei umfangreichen und heterogenen Modellen sehr zeitaufwändig.

Im Anwendungsszenario der Ähnlichkeitsanalyse von Geschäftsprozessen, die durch automatisierte Abbildungen unterstützt wird, ergibt sich ein unmittelbarer Nutzen beim Einsatz umfangreicher Modelldatenbanken. Die Ähnlichkeitsanalyse ermöglicht die Vermeidung einer redundanten Speicherung von Modellen sowie die Wiederverwendung von Modellen oder Modellfragmenten [1]. Der Beitrag [2] zeigt, wie weit verbreitet der Einsatz von Abbildungen allein im Bereich der Ähnlichkeitsanalyse von Geschäftsprozessmodellen ist. 21 der 22 untersuchten Ähnlichkeitsmaße verwenden in 7 identifizierten Anwendungsfällen entweder explizit oder implizit eine Abbildung zwischen Knoten.

Darüber hinaus können die Informationen über ähnliche Knoten in automatisierten Verfahren zur Integration von Prozessmodellen im Falle eines Unternehmenszusammenschluss eingesetzt werden [12]. Bei der Prozessintegration kann die Ähnlichkeitsanalyse von Geschäftsprozessmodellen weiterhin zur Vorauswahl von Prozessen, die es zu integrieren gilt, eingesetzt werden. Ebenso können die Knotenähnlichkeiten ganzer Modellmengen dazu verwendet werden automatisiert induktiv Referenzmodelle zu generieren [16].

Die Anwendungsszenarien können jedoch nur dann erfolgreich durch Abbildungen unterstützt werden, wenn die erzeugten Abbildungen eine hohe Qualität aufweisen. Die Evaluationen von Algorithmen zur Abbildungserstellung zwischen den Knoten von Geschäftsprozessmodellen aus dem *ICoP Rahmenwerk* [15] sowie der Algorithmen aus einem Wettbewerb zur Abbildungserstellung zwischen Knoten von Geschäftsprozessmodellen [5] zeigen, dass die automatisiert erstellten Abbildungen bereits teilweise gute Ergebnisse erzielen. Sie lassen jedoch auch durchblicken, dass die automatisierte Abbildungserstellung und deren Evaluation noch vor großen Herausforderungen stehen. In Beitrag [4] werden Komponenten von Arbeitsabläufen verglichen und analog zur automatisierten Abbildung von Knoten zweier Geschäftsprozessmodelle aufeinander abgebildet. Der verwendete Ansatz erzielt in der Evaluation eine Precision von 93 % und einen Recall von70 %. Vergleichsweise gute Ergebnisse werden in den Evaluationen des *ICoP Rahmenwerk* erzielt. Sie zeigen, dass über die Algorithmen des Rahmenwerks eine Precision von über 80 % und ein Recall von mehr als 50 % erreicht werden [15].

Im Kontrast dazu stehen die Ergebnisse der Evaluation aus dem Wettbewerb zur automatisierten Erstellung von Abbildungen zwischen Knoten von Geschäftsprozessmodellen. Die 7 evaluierten Ansätze des Wettbewerbs, darunter das *ICoP Rahmenwerk*, erzielen geringere Precision- und Recall-Werte, als in den erstgenannten Beiträgen. Der beste Ansatz erreicht eine Precision von 68 % und einen Recall von lediglich 33 % [5].

Die variierenden Ergebnisse lassen vermuten, dass die bisherigen Ansätze von ihren Evaluationsszenarien abhängen. Auf Grundlage dieser Annahme ist es das Ziel dieses Beitrages die automatisierte Abbildungserstellung zwischen Knoten von Geschäftsprozessen anhand verschiedener Szenarien zu evaluieren und mit einem kontrollierten Szenario aus Laborbedingungen zu vergleichen.

Die Evaluation erfolgt experimentell auf Grundlage aus der Literatur ausgewählten Ähnlichkeitsmaße für Knoten, die auf drei Szenarien angewandt und über verbreitete Qualitätsmaße bewertet und verglichen werden.

In Abschnitt 2 wird ein Überblick über Konstruktionsmöglichkeiten von Abbildungen auf Basis existierender Ähnlichkeitsmaße zwischen Knoten aus Geschäftsprozessmodellen gegeben. Abschnitt 3 umfasst die Konzeption der experimentellen Evaluation. In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse der Evaluation präsentiert. Abschnitt 5 beschreibt die Analyse der Werte aus Abschnitt 4 und präsentiert 7 Problemstellen der automatisierten Abbildungserstellung. Abgerundet wird die Arbeit in einem Resümee in Abschnitt 6.

2 Forschungsstand

2.1 Abbildungserstellung

Bisherige Ansätze zur automatisierten Erstellung von Abbildungen zwischen Knoten von Prozessmodellen haben ihren Ursprung im Bereich des Schema Matching [3] und bauen auf Ähnlichkeitsmaßen von Prozessmodellknoten auf.

In [6] werden Abbildungen als partielle Funktion $A_{ij}: K_i \rightarrow K_j$, die Knoten K_i aus einem Prozessmodell P_i auf Knoten K_j aus einem Prozessmodell P_j abbildet, definiert. A_{ij} bildet die Knotenpaare über $corr: K_i \times K_j \rightarrow [0;1]$, welche die Ähnlichkeitswerte zwischen zwei Knoten definiert. Dabei sollte A_{ij} so beschaffen sein, dass für die Mehrheit der Knoten k $corr(k, A_{ij}(k))$ in der Nähe des Wertes 1 liegt. In diesem Fall spricht man auch von einer einfachen Abbildung [15].

Die Abbildungsdefinition aus [15] lässt darüber hinaus eine Mehrfachabbildung zwischen den Knotenmengen zweier Geschäftsprozessmodelle zu. Die Erweiterung durch diese Definition ist vor allem dann von Bedeutung, wenn nicht nur identische Knoten sondern auch ähnliche Regionen aufeinander abgebildet werden sollen. Dieser Abbildungstyp wird als komplexe Abbildung bezeichnet [15].

2.2 Knotenkorrespondenzen

Für die Abbildungserstellung werden zur Identifikation von potenziellen Abbildungen die Knotenkorrespondenzen zweier Geschäftsprozessmodelle benötigt. Die zur Bestimmung von potenziellen Abbildungen eingesetzten Verfahren reichen von syntaktischen, semantischen, typorientierten und attributorientierten [6] bis hin zu kontextuellen Ähnlichkeitsmaßen auf Prozessmodellknoten [8].

Der syntaktische Vergleich beinhaltet die Ermittlung einer Editier-Distanz zwischen den Beschriftungen zweier Knoten, die anschließend in ein Ähnlichkeitsmaß von [0;1] normiert wird. Die Editier-Distanz gibt die minimalen Kosten an, um die Beschriftung eines Knotens in die des anderen zu überführen. Kosten werden für das Einfügen, Entfernen und Ersetzen von Zeichen veranschlagt. Die syntaktischen Ähnlichkeitsmaße werden gewöhnlich über die *Levenshtein-Editier-Distanz* [13] berechnet und lediglich auf unterschiedliche Arten normiert.

Die semantischen Ähnlichkeitsmaße zielen auf einem Synonymvergleich zwischen den Bezeichnern zweier Knoten ab. Zur Ermittlung der Ähnlichkeit werden Nachschlagewerke wie *WordNet* [14], *GermaNet* [11] sowie fachspezifische Ontologien mit Synonymrelationen verwendet [8].

Neben den syntaktischen und semantischen Ähnlichkeitsmaßen treten typorientierte Ähnlichkeitsmaße auf, die einen Typ-Vergleich der Knoten durchführen, ebenso attributorientierte Ähnlichkeitsmaße, die zusätzliche Attribute der Knoten vergleichen, und kontextuelle Ähnlichkeitsmaße. Die kontextuellen Ähnlichkeitsmaße betrachten Knotenähnlichkeiten nicht ausschließlich isoliert, sondern prüfen die Ähnlichkeiten von Kontextinformationen wie beispielsweise die Menge an vor- und nachgelagerten Knoten oder die Ähnlichkeit heuristisch gruppierter Knotengruppen [15].

Weiterhin werden Kombinationen aus Ähnlichkeitsmaßen gebildet, um Schwächen einzelner Maße zu überwinden. Diese Ähnlichkeitswerte werden über gewichtete Mittelwerte der einzelnen Ähnlichkeitsmaße ermittelt.

2.3 Evaluation von automatisierten Abbildungen

Die Evaluation von automatisiert erstellten Abbildungen stellt eine große Herausforderung dar, da anzunehmen ist, dass für eine Menge von Prozessmodellen keine allgemeingültige Referenzabbildung und somit kein eindeutiger Benchmark erreicht werden kann. Dies bedeutet, dass für eine Menge von Prozessmodellen lediglich anwendungsspezifische Referenz-Abbildungen definiert werden können, auf Grundlage derer eine Evaluation von anwendungsbezogenen Ansätzen erfolgen kann [3].

Zur Erstellung einer Referenzabbildung werden in [7] und [15] Expertenurteile herangezogen. Eine Abbildung wird genau dann als Referenzabbildung betrachtet, wenn über die Abbildung unter den Experten ein Konsens herrscht. Die Bewertung der automatisierten Abbildung gemäß der Referenzabbildung erfolgt über *Precision*, *Recall* und den *F-Score* [9].

3 Konzeption der experimentellen Evaluation

3.1 Korrespondenzen von Knoten

Der folgende Abschnitt beschreibt zwei kombinierte Ähnlichkeitsmaße, die in diesem Beitrag im Rahmen der Abbildungserstellung, evaluiert werden. Ergebnis der angewandten Ähnlichkeitsmaße auf zwei Geschäftsprozessmodelle ist eine Korrespondenzmatrix zwischen den beiden Knotenmengen. Die Wahl eines syntaktischen sowie eines semantischen Ähnlichkeitsmaßes ist durch die weite Verbreitung dieser Maße im Rahmen der Ähnlichkeitsbestimmung von Geschäftsprozessmodellen begründet [2].

Die Evaluation des Beitrags umfasst ein *kombiniertes syntaktisches* und ein *kombiniertes semantisches* Ähnlichkeitsmaß, welches jeweils die Knotentypen und den Kontext im Bereich der Konnektoren berücksichtigt.

Bei der Ermittlung der Knotenähnlichkeit wird zwischen zwei Knotentypen unterschieden. Knoten *K*, die Funktionen oder Ereignisse darstellen, lassen sich direkt über ein syntaktisches oder semantisches Maß bestimmen. Betrachtet man jedoch die Menge der Konnektoren *K*', so besitzen diese entweder keinen Bezeichner oder stellen mit Beschriftungen wie „AND“, „OR“ und „XOR“ für einen linguistischen Vergleich wenig Informationen zu Verfügung, wodurch die Ähnlichkeit über den vor- und nachgelagerten Kontext des Konnektors bestimmt werden muss. Die kontextuelle Betrachtung ist nicht ausschließlich auf Konnektoren beschränkt und kann in anderen Modellierungssprachen überall dort eingesetzt werden, wo reichhaltige Informationen zu einem Knoten, wie etwa Beschriftungen, fehlen.

Das einfache syntaktische Ähnlichkeitsmaß s_{syn} zwischen zwei Knoten *a* und *b* aus der ersten Gruppe entspricht dem *Similar Label Searcher* aus [15]. Grundlage des Maßes ist die Edit-Distance nach Levenshtein, wobei die Kosten für Entfernen, Einfügen und Ersetzen jeweils mit 1 gewichtet werden. Die Funktion *max(a,b)* gibt die Anzahl der Zeichen der längsten Zeichenkette aus den Beschriftungen von *a* und *b* zurück; die Funktion *lev(a,b)* gibt die Levenshtein Edit-Distance zwischen den Beschriftungen der Knoten *a* und *b* zurück. s_{syn} bezeichnet im Folgenden den syntaktischen Ähnlichkeitswert zweier Knoten *a* und *b*.

$$s_{syn}(a,b) = 1 - \frac{lev(a,b)}{\max(a,b)} \tag{1}$$

Das einfache semantische Ähnlichkeitsmaß s_{sem} für Knoten aus K ist dem Beitrag [6] entnommen. Die Grundlage für die Ermittlung der Synonymbeziehung bildet jedoch die deutschsprachige *GermaNet* Datenbank. Für den Synonymvergleich werden die Beschriftungen der Knoten a und b in Wortmengen w_a und w_b überführt und ebenfalls von Satz-, Leerzeichen sowie Umbrüchen bereinigt. Um die Wortmengen zu erhalten, werden die Beschriftungen an Leerzeichenstellen und Bindestrichen getrennt. Weiterhin ermittelt die Funktion $s(w_a, w_b)$ die Menge aller synonymen Worte aus w_a, die in w_b auftreten.

$$s_{sem}(a,b) = \frac{2 * |w_a \cap w_b| + |s(w_a, w_b)| + |s(w_b, w_a)|}{|w_a| + |w_b|} \tag{2}$$

Die Funktion s_{typ} vergleicht den Typ zweier Knoten und dient der Präzisierung der Maße 1 und 2 über den Knotentyp. Bei gleichem Typ ergibt sich ein Wert von 1, andernfalls 0.

$$s_{typ}(a,b) = \begin{cases} 1, & wenn \quad typ(a) = typ(b) \\ 0 & andernfalls \end{cases} \tag{3}$$

Das einfache kontextuelle Ähnlichkeitsmaß dient zur Abbildung von Knoten aus *K'*. Das Maß entspricht der kontextuellen Ähnlichkeit des Beitrags [6]. Dabei werden die Knoten in die Menge der vorgelagerten Knoten a_{vor} und b_{vor} sowie in die Menge der nachgelagerten Knoten a_{nach} und b_{nach} aufgeteilt. Anschließend wird eine Teilabbildung zwischen den vor- und nachgelagerten Knotenmengen analog zur Abbildung zwischen zwei Geschäftsprozessmodellen erstellt. Die vorgelagerte Teilabbildung wird mit M_{vor}, die nachgelagerte mit M_{nach} bezeichnet. Auf der Ebene der Teilabbildungen wird das vorgestellte kontextuelle Maß aufgrund nicht terminierender Rekursion ausgeschlossen. Anschließend wird die Qualität der Teilabbildungen bewertet und in einem Ähnlichkeitswert [0,1] normiert.

$$s_{con}(a,b) = \frac{|M_{vor}|}{2 * \sqrt{|a_{vor}|}} * \sqrt{|b_{vor}|} + \frac{|M_{nach}|}{2 * \sqrt{|a_{nach}|}} * \sqrt{|b_{nach}|} \tag{4}$$

Während der Evaluation der Anwendungsszenarien hat sich weiterhin herausgestellt, dass die Einschränkung der maximalen Pfadlänge an vor- und nachgelagerten Knoten das Abbildungsergebnis verbessert hat. Daher wurde für die Evaluation eine konfigurierbare Kontextweite gewählt, die die maximale Pfadlänge einschränkt.

Die vorgestellten Ähnlichkeitsmaße werden zur qualitativen Verbesserung der Ähnlichkeitswerte zwischen den Knoten nach [6] gleichgewichtet kombiniert. Aus den vorgestellten einfachen Ähnlichkeitsmaßen ergeben sich die beiden kombinierten Ähnlichkeitsmaße, die in diesem Beitrag

evaluiert wurden. Das kombinierte syntaktische Ähnlichkeitsmaß für alle Knotenarten ergibt sich aus den Formeln 1-4 und wird mit s_{komsyn} bezeichnet. Analog wird das kombinierte semantische Ähnlichkeitsmaß s_{komsem} über den Austausch von s_{syn} durch s_{sem} ermittelt.

$$s_{komsyn}(a,b) = \begin{cases} s_{con}(a,b) * s_{typ}(a,b), \text{ wenn } a,b \in K' \\ s_{syn}(a,b) * s_{typ}(a,b) \quad \text{andernfalls} \end{cases} \tag{5}$$

3.2 Bestimmung der Knotenpaarungen

Die Korrespondenzmatrix, die über die vorgestellten Ähnlichkeitsmaße erzeugt werden kann, ist die Ausgangslage für die Bestimmung identischer Knoten aus verschiedenen Modellen. In vielen Ansätzen, sowohl im Bereich der Ähnlichkeitsanalyse als auch im Bereich der Zusammenführung von Prozessen, wird die Abbildung in Form einer Funktion vorausgesetzt. Da die Ermittlung der optimalen Knotenpaarung im Rahmen des Graph-Matching NP vollständig ist [7], kommen in der Literatur verschiedene, teilweise heuristische, Algorithmen zum Einsatz [5][7][15].

In diesem Beitrag wird der Greedy-Ansatz verwendet, der im Rahmen der Ähnlichkeitsbestimmung von Geschäftsprozessmodellen sehr gute Werte im Vergleich zu optimalen Verfahren erzielt hat [7]. Zur Ermittlung der Paarungen linearisiert der Algorithmus die Korrespondenzmatrix, indem eine Liste aller Knotenpaarungen mit ihren Ähnlichkeitswerten erstellt und darauf nach absteigendem Ähnlichkeitswert sortiert wird. Anschließend werden schrittweise die Paarungen mit dem höchsten Ähnlichkeitswert zur Abbildung hinzugefügt, wobei Paarungen, deren Knoten bereits in der Abbildung auftauchen, übersprungen werden.

Weiterhin wird ein parametrisierbarer Grenzwert g eingeführt, der von einer Knotenpaarung über den Ähnlichkeitswert mindestens erreichet werden muss, damit die Paarung in die Abbildung übernommen wird. Diese Einschränkung soll ähnliche von identischen Knoten abgrenzen.

3.3 Untersuchte Prozessmodelle

Bei der Evaluierung wird zwischen drei Szenarien unterschieden, die drei verschiedene Geschäftsprozesse betrachten.

- Szenario 1: Wareneingangsprozess im Handel,
- Szenario 2: Verfahren zur Gewährung von Elterngeld einer Elterngeldstelle aus verschiedenen Perspektiven,
- Szenario 3: Verfahren zur Melderegisterauskunft verschiedener Kommunen in einem deutschen Bundesland.

In den Szenarien wurde als Modellierungssprache die Ereignisgesteuerte Prozesskette zugrunde gelegt. Ebenso wurden alle Prozessmodelle von unterschiedlichen Modellierern erstellt.

Weiterhin werden die Szenarien nach der Domäne und dem Zugang zur Domäne unterschieden. Innerhalb der Domäne wird zwischen fiktiven und realen Geschäftsprozessmodellen differenziert. Der Zugang zur Domäne, der die Vorgabe für den Modellierungsprozess bildet, erfolgt entweder über eine Dokumentanalyse oder ein Interview. Im Folgenden wird eine fiktive Domäne mit Dokumentanalyse als Grundlage für den Modellierungsprozess als *kontrollierte Modellierung* bezeichnet. Eine reale Domäne mit dem Zugang über Interviews wird als *natürliche Modellierung* bezeichnet.

Die kontrollierte Modellierung stellt im Rahmen der automatisierten Abbildungserstellung einen vereinfachten Fall dar, da der Modellierungsvorgang durch die textuelle Vorgabe in den Freiheitsgraden eingeschränkt und somit kontrolliert wurde. Ziel dieser Vorgabe ist es die mit der Erstellung von Referenzabbildung einhergehenden Schwierigkeiten zu minimieren sowie einen gleichen Grad an Granularität und Abstraktion zu erzielen. Eine Abbildung von identischen Knoten durch Experten wird durch den Rahmen der kontrollierten Modellierung erleichtert, da durch die textuelle Vorgabe eine implizite Referenzabbildung vorliegt. Auf diese Weise wird eine anwendungsspezifische Evaluation ermöglicht, da das entwickelte automatisierte Verfahren ebenfalls auf die Identifikation identischer Knoten ausgerichtet ist.

Tabelle 1 zeigt die Anzahl der Modelle pro Szenario, sowie die Anzahl der erstellten Referenzabbildungen A* und den Szenario-Typ. Zum Vergleich mit den Referenzabbildungen A* werden zwei automatisiert erstellte Abbildungen evaluiert, die die Parameterkonfiguration der Abbildungserstellung aus den Beiträgen zur Geschäftsprozessähnlichkeit [6][7] verwenden. Unterschieden wird zwischen der syntaktisch automatisierten Abbildung A_{syn} und der semantisch automatisiert erstellten Abbildung A_{sem}.

Szenario:	Modelle	Anzahl A*	Typ
1: Wareneingang	35	595	kontrolliert
2: Elterngeldstelle	4	6	natürlich
3: Melderegisterauskunft	5	10	natürlich

Tabelle 1: Anwendungsszenarien

3.4 Bewertungsmaßstäbe

Zur Evaluation der automatisiert erstellten Abbildungen werden Precision- und Recall-Werte verwendet, die im Bereich des Information Retrieval [10] etabliert sind und in der Evaluation des ICoP Framework [15] verwendet werden. Der Precisionwert zwischen A_{ij}* und A_{ij} berechnet sich aus dem Quotient der Anzahl an Paaren, die in beiden Abbildungen vertreten sind, und der Anzahl an Paaren, die in A_{ij} auftreten.

$$precision\ \left(A_{ij}^{*}, A_{ij}\right) = \frac{\left|A_{ij}^{*} \cap A_{ij}\right|}{\left|A_{ij}\right|} \tag{6}$$

Analog berechnet sich der Recall-Wert über den Quotient aus der Anzahl an Paarungen, die in beiden Abbildungen vertreten sind, und der Anzahl an Paaren, die in A_{ij} auftreten.

$$recall\ \left(A_{ij}^{*}, A_{ij}\right) = \frac{\left|A_{ij}^{*} \cap A_{ij}\right|}{\left|A_{ij}^{*}\right|} \tag{7}$$

Der Precision-Wert zeigt, in welchem Umfang die Knotenpaare aus der automatisiert erstellten Abbildung gemäß der Referenzabbildung korrekt ermittelt wurden. Der Recall-Wert gibt wiederum an, in welchem Umfang die Paarungen von Knoten aus der Referenzabbildung durch die automatisierte Abbildung ermittelt werden konnten.

Das Erreichen hoher Precision sowie hohem Recall beschreibt zwei konfliktäre Ziele. So kann einerseits über eine nahezu leere Menge in der automatisierten Abbildung ein Precision-Wert nahe 1

erzielt werden, wodurch jedoch im gleichen Zug der Recall-Wert gegen 0 strebt. Andererseits kann eine nahezu leere Menge aus der Referenzabbildung zu hohen Recall-Werten führen. Im Gegenzug sinken jedoch die Precision-Werte. Ein guter Algorithmus zur automatisierten Erstellung von Abbildungen muss daher eine hohe Precision bei gleichzeitig hohem Recall erzielen. Daher wird zur Bewertung weiterhin *F-Score*, welches das harmonische Mittel aus Precision und Recall darstellt, aus [15] verwendet.

$$\text{fscore} = \frac{2^{*}\text{precision}^{*}\,\text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \tag{8}$$

4 Ergebnisse

Tabelle 2 gibt die durchschnittlichen Precision-Recall-Werte der semantischen und syntaktischen Abbildung aller Szenarien an unterteilt nach Ereignissen, Funktionen, Konnektoren, allen Knoten sowie dem *F-Score*. Die aggregierten Werte stellen das Mittel aller *Precision*-, *Recall*-Werte bzw. *F-Score* der Abbildungen aus den jeweiligen Szenarien dar.

Der Precision-Wert der syntaktischen Abbildung über alle Knoten zeigt, dass 73 % aller Knotenpaarungen aus der automatisierten Abbildung in der Referenzabbildung ebenfalls identisch abgebildet werden. Gleichzeitig werden über die automatisierte Abbildung jedoch nur 45 % aller Knotenpaarungen aus der Referenzabbildung ermittelt.

Vergleicht man die Precision-Recall-Werte von A_{syn} und A_{sem}, ist zu erkennen, dass über den semantischen Vergleich eine geringere Anzahl an Knotenpaarungen richtig ermittelt werden konnte. Lediglich 61 % aller Knotenpaare der semantischen automatisierten Abbildung treten tatsächlich in der Referenzabbildung auf, wohingegen 31 % der Paarungen der Referenzabbildungen durch die automatisierte Abbildung ermittelt werden konnten. Auch die Werte der semantischen Abbildung sind im Vergleich zu Szenario 1 geringer ausgeprägt. Der Precision-Wert über alle Knoten zeigt, dass 19 % der Knotenpaare aus der automatisierten Abbildung tatsächlich in der Referenzabbildung abgebildet werden.

			Funktion	**Ereignis**	**Konnektor**	**Alle**	**F-Score**
Szenario 1	*syn*	precision	76 %	71 %	74 %	73 %	56 %
		recall	53 %	43 %	33 %	45 %	
	sem	precision	70 %	64 %	54 %	61 %	41 %
		recall	37 %	32 %	17 %	31 %	
Szenario 2	*syn*	precision	29 %	14 %	0 %	19 %	15 %
		recall	22 %	10 %	0 %	13 %	
	sem	precision	27 %	18 %	0 %	18 %	12 %
		recall	13 %	8 %	0 %	9 %	
Szenario 3	*syn*	precision	33 %	33 %	75 %	41 %	45 %
		recall	45 %	47 %	96 %	49 %	
	sem	precision	30 %	29 %	62 %	35 %	42 %
		recall	43 %	44 %	83 %	52 %	

Tabelle 2: Precision, Recall und F-Score der Szenarien

Die Recall-Werte mit nur 13 % belegen, dass die automatisierte Abbildung nur 13 % aller Knotenpaare aus A* ermitteln konnte. Allein die Teilmenge der Funktionen erreicht ähnlich wie in Szenario 2 Werte über 20 %. Im Vergleich zu Szenario 2 werden in Szenario 3 deutlich mehr Knotenpaare der Referenzabbildung ermittelt. Mit einem Precision-Wert von 41 % und einem Recall-Wert von 49 % in der syntaktischen Abbildung werden höhere Werte als in Szenario 2, jedoch geringere als in Szenario 1 ermittelt. Der ermittelte *F-Score* zeigt, dass die syntaktische, automatisierte Abbildung in jedem Szenario besser abschneidet als die semantische Abbildung. Lediglich in Szenario 3 ist der Unterschied nur marginal.

5 Diskussion

5.1 Beurteilung der Ergebnisse

Die vorgestellte automatisierte Abbildungserstellung hat gezeigt, dass identische Knotenpaare verschiedener Geschäftsprozessmodelle bereits teilweise ermittelt werden können. Mit einem *F-Score* von 56 % erreicht die syntaktische Abbildung in der kontrollierten Modellierung vergleichbare Werte mit denen der Evaluation aus [15]. Die natürlichen Szenarien erreichen mit 15 % und 45 % einen vergleichsweise geringeren *F-Score*. Über die syntaktische Abbildung konnten in der kontrollierten Modellierung nahezu drei Viertel aller als identisch zu betrachtenden Knoten ermittelt werden. Ähnlich verhält es sich mit der semantischen Abbildung, über die bereits zwei Drittel aller identischen Knoten ermittelt werden konnten.

Die Precision-Recall-Werte der Evaluation belegen jedoch auch, dass in der Abbildungserstellung sowohl Knoten, die als identisch zu betrachten sind, nicht abgebildet wurden, als auch Knoten, die als nicht identisch zu betrachten sind, fälschlicherweise aufeinander abgebildet wurden. Diese Fehler erster und zweiter Art führen dazu, dass der Aufwand, die automatisierte Abbildung in Richtung Referenzabbildung anzupassen, sich nicht allein auf das Identifizieren fehlender Knotenpaarungen beschränkt. Es müssen zusätzlich alle automatisiert ermittelten Knotenpaarungen auf ihre Korrektheit untersucht werden. Durch diese notwendigen Anpassungen der Abbildungen droht der Vorteil einer Automatisierung verloren zu gehen.

Die Evaluation der unterschiedlichen Szenarien hat ergeben, dass in der natürlichen Modellierung, welche die praxisrelevanten Modelle umfasst, weniger Knotenpaare korrekt erfasst werden als in der kontrollierten Modellierung. Doch selbst für die kontrollierte Modellierung als vereinfachtes Szenario erzeugen die automatisierten Abbildungen einen erheblichen Aufwand an Nachbearbeitung. Die semantische, automatisierte Abbildung erzielt in allen Szenarien, in Anbetracht der Fehler erster und zweiter Art, eine geringere Qualität als die syntaktischen Abbildungen.

Auf Grund des erheblichen Aufwands an Nachbearbeitung wurden sowohl die syntaktischen als auch die semantischen Abbildungen auf ihre Fehler in der Bildung der Knotenpaare untersucht. Es konnten sieben Schwachstellen in der automatisierten Abbildungserstellung identifiziert werden, die für die Fehler erster und zweiter Art verantwortlich sind.

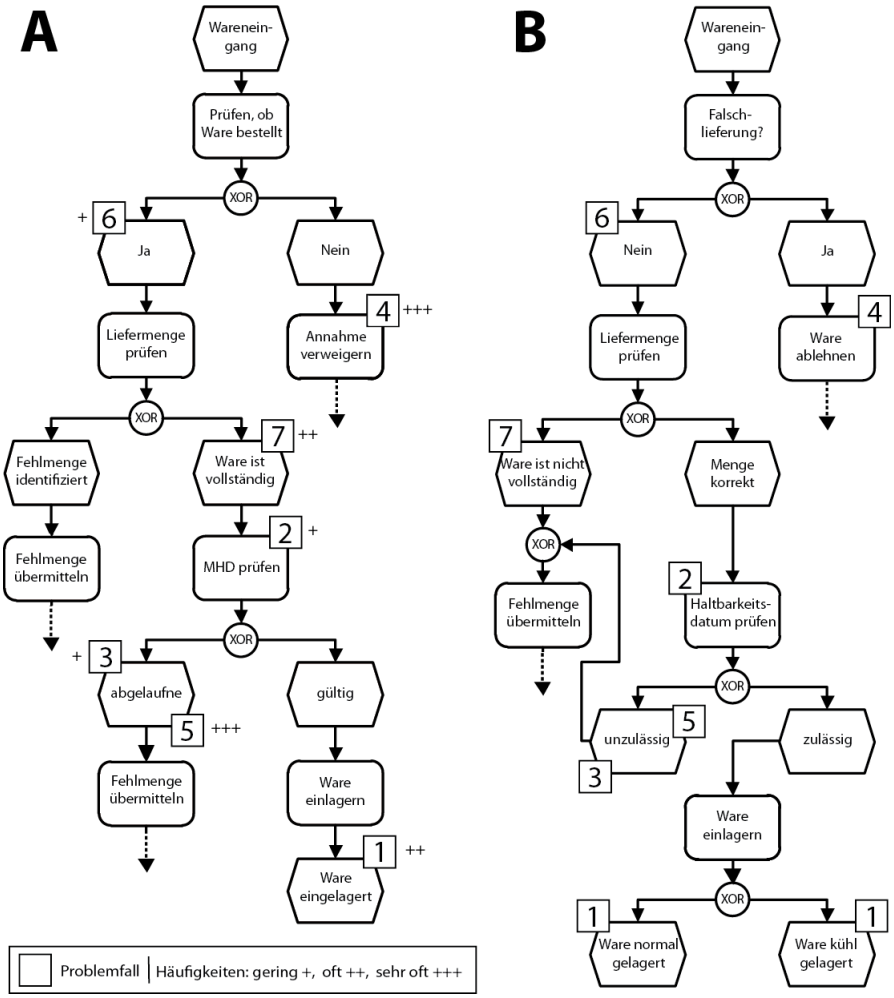


Abbildung 1: Problemfälle der automatisierten Abbildungserstellung

Für jedes Szenario wurden in den Abbildungen gemäß der Referenzabbildung nicht ermittelte Knotenpaarungen untersucht und den Problemfällen eins bis sieben zugeordnet. Abbildung 1 umfasst zwei vereinfachte Modelle A und B zum Wareneingangsprozess, die Beispiele zu den vorgestellten Problemklassen enthalten. Weiterhin wurden die Problemfälle mit der Häufigkeit ihres Auftretens gekennzeichnet, wobei in der Häufigkeit zwischen gering, oft und sehr oft unterschieden wird.

Abbildung (1). Der vorgestellte Algorithmus zur automatisierten Abbildungserstellung ermöglicht lediglich eine 1:1 Abbildung unter den Knoten der Geschäftsprozessmodelle. Dies verursacht in der Bestimmung der automatisierten Abbildung das Problem, dass Knoten, die semantisch zusammenhängen, nicht abgebildet werden. Ein Beispiel für dieses Problem stellen die Knoten „Ware eingelagert“, „Ware normal gelagert“ und „Ware kühl gelagert“ dar. Wird in Modell B zunächst zu Ware eingelagert abstrahiert so kann eine Abbildung zwischen der Abstraktion und „Ware eingelagert“ bestimmen.

*Abkürzungen (2).*Verwendungen von Abkürzungen in Bezeichnern führen sowohl in der semantischen als auch der syntaktischen Abbildung zu Schwierigkeiten. „MHD“ als Abkürzung für Mindesthaltbarkeitsdatum aus Modell A und „Haltbarkeitsdatum“ aus B werden vom semantischen Ähnlichkeitsmaß mit einer Ähnlichkeit von 0 und vom syntaktischen Ähnlichkeitsmaß mit 0,03 bewertet.

Rechtschreibung (3). Schreibfehler im Bezeichner führen in der semantischen Abbildungserstellung zu geringen Precision-Recall-Werten. Die Beiträge [6][8] empfehlen eine Kombination und Gewichtung der syntaktischen und semantischen Ähnlichkeitsmaße, um die Schwächen der syntaktischen und semantischen Vergleiche zu überwinden. Betrachtet man aber zwei Knotenbeschriftungen „abgelaufne“ und „unzulässig“ kann im Rahmen der Ähnlichkeitsprüfung automatisiert selbst über die Kombination keine Abbildung ermittelt werden, da zu „abgelaufne“ keine synonyme Bezeichner existieren und eine syntaktische Ähnlichkeit von „abgelaufne“ und „unzulässig“ nicht vorhanden ist.

Ontologie (4). Der vorgestellte semantische Vergleich hängt stark von der Qualität der zugrunde gelegten Synonym-Datenbank bzw. Ontologie ab. Viele der identifizierten Synonymbeziehungen zwischen Worten der Bezeichner konnten über *GermaNet* nicht ermittelt werden. Beispiel hierfür ist „ablehnen“ aus Modell A und „verweigern“ aus Modell B.

Synonyme (5). Eine manuelle paarweise Überprüfung der Synonymbeziehung der Wortmengen führt jedoch nicht zwingend zu dem gewünschten Ergebnis. Wird der Knoten „abgelaufne“ aus Modell A in „abgelaufen“ korrigiert und paarweise, abstrahiert vom Kontextwissen des Prozessinhalts, über s_{sem} mit dem Knoten „unzulässig“ aus B verglichen führt dies zu einem Ähnlichkeitswert von 0, da beide Worte nicht in jedem Kontext bedenkenlos ausgetauscht werden können.

Homonyme (6). Der mangelnde Einsatz von Kontextwissen führt jedoch nicht nur dazu, dass identische Knoten nicht aufeinander abgebildet werden, sondern auch dazu, dass Knoten, die offensichtlich als nicht identisch zu bestimmen sind, aufeinander abgebildet werden. Probleme können hier durch Homonyme beim semantischen und syntaktischen Vergleich auftreten. Betrachtet man einen Prozess A mit dem Knoten „Prüfen, ob Ware bestellt“ und den darauffolgenden alternativen Ereignissen „Ja“ und „Nein“, und den Prozess B mit dem Knoten „Falschlieferung?“ und den darauffolgenden Ereignissen „Ja“ und „Nein“, dann bereitet die korrekte Abbildung der Ereignisse der beiden Prozesse ohne Kontextwissen große Schwierigkeiten.

Überlappung (7). Ähnlich verhält es sich mit den Knoten die sich syntaktisch nur geringfügig unterscheiden. Bei „Warenmenge ist vollständig“ aus A und „Warenmenge ist nicht vollständig“ aus B führen sowohl die Anwendung des semantischen als auch des syntaktischen Ähnlichkeitsmaßes zu einer Abbildung der beiden Knoten.

5.2 Limitationen

Die Ergebnisse der experimentellen Evaluation beschränken sich lediglich auf drei Szenarien. Durch die Überprüfung von kontrolliert und natürlich erstellten Modellen konnten verschiedene Modellarten experimentell verglichen werden. Es ist jedoch zu erwarten, dass weitere Beispiele der natürlichen Modellierung abweichende Ergebnisse erzielen. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Interpretationsspielraum, der durch den Zugang zur Domäne bedingt ist.

Die Berücksichtigung von Rechtschreibfehlern, die den Problemfall 4 verursacht, stellt kein primäres Problem des Synonymvergleichs dar. Durch eine der Abbildungserstellung vorangestellte Korrektur kann dieses Problem vollständig ausgemerzt werden. Da Rechtschreibfehler in realen Prozessmodellen auftreten und eine manuelle Korrektur die Betrachtung aller Knoten erfordert, geht der Vorteil einer Automatisierung gänzlich verloren.

Der Einsatz von 1:1 Abbildungen verhindert darüber hinaus, dass ein mehrfaches Auftreten identischer Knoten korrekt abgebildet wird. Dies lässt sich jedoch vorab durch eine automatisierte, prozessmodellinterne Berechnung und Verknüpfung identischer Knoten leicht beheben.

Als zusätzliche Limitation der Evaluation ist zum einen die Verwendung der *GermaNet* Datenbank anzusehen, da fehlende Synonymbeziehungen die Qualität der semantischen Abbildungen stark mindern. Zum anderen wurde das verwendete semantische Ähnlichkeitsmaß bisher nicht auf die deutsche Sprache angewandt. Gerade die Vielzahl an Komposita im Deutschen macht einen Synonymvergleich dadurch deutlich schwerer als im Englischen.

Obwohl die Referenzabbildungen unter größter Sorgfalt erstellt wurden, sind Abweichungen in der Erstellung einer Referenzabbildung nicht auszuschließen. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass in der Erstellung von Referenzabbildungen Fälle auftreten, in denen eine Abbildung diskussionswürdig und nicht zwingend eindeutig ist. Die Abbildungen wurden jedoch so erstellt, dass eine breite Akzeptanz unter den Experten herrscht. Über die kontrollierte Modellierung wurde darüber hinaus durch die textuelle Vorgabe des Prozesses eine implizite Referenzabbildung vorgegeben, wodurch eine hohe Qualität der entwickelten Referenz gesichert werden konnte.

6 Resümee

In diesem Beitrag wurde der aktuelle Forschungsstand zur Erstellung automatisierter Abbildungen skizziert. Auf Basis von Ähnlichkeitsmaßen für Knoten von Geschäftsprozessmodellen wurden eine semantische und eine syntaktische automatisierte Abbildungserstellung vorgestellt.

Anhand dreier Szenarien, die einen fiktiven Geschäftsprozess und zwei reale Geschäftsprozesse umfassen, wurden beide automatisierten Abbildungen evaluiert. Zur Evaluation der automatisierten Abbildungen wurden Precision-Recall-Werte berechnet, mittels derer Aussagen über den Umfang der korrekt abgebildeten Knoten getroffen werden konnten. Auf Grund der geringen Precision-Recall-Werte wurden anschließend sieben Problemklassen für Knoten identifiziert, an denen die automatisierte Abbildungserstellung scheitert. Anhand des Beispiels eines Wareneingangsprozess wurden alle Problemklassen veranschaulicht und mit der Stärke ihres Auftretens gekennzeichnet.

Die Ergebnisse der Evaluation haben gezeigt, dass die automatisiert erstellten Abbildungen nur durch aufwändige Bearbeitungsvorgänge an die Qualität der Referenzabbildungen herangeführt werden können. Daher ist eine vollständige Automatisierung der Abbildungserstellung auf Grundlage der bisherigen Ansätze nicht möglich.

Die bisherigen automatisierten Abbildungen können jedoch bereits jetzt schon eine unterstützende Funktion in der manuellen Abbildungserstellung einnehmen. In einem Werkzeug zum Abbilden von Knoten verschiedener Prozessmodelle können auf Basis bereits abgebildeter Knoten und der automatisierten Abbildung Empfehlungen für weitere abzubildende Knoten ausgesprochen werden. Die automatisierten Abbildungen verschaffen dem Anwender darüber hinaus einen schnellen Überblick über ähnliche Bereiche, die im besten Fall über eine korrekt ermittelte Knotenpaarung durch weiteres manuelles Abbilden expandiert werden können.

Danksagung: Die vorgestellten Forschungsergebnisse wurden im Rahmen des Projektes „Konzeptionelle, methodische und technische Grundlagen zur induktiven Erstellung von Referenzmodellen (Reference Model Mining)" erarbeitet, das durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert wird (GZ LO 752/5-1).

7 Literatur

[1] Aalst, W. M. P. v. d., Medeiros, A. K. A. d., Weijters, A.J.M.M. (2006): Process equivalence: comparing two process models based on observed behavior. In: Proceedings of the 4th international conference on Business Process Management, S. 129-144. Springer, Vienna, Austria.

[2] Becker, M., Laue R. (2012): A comparative survey of business process similarity measures. Comput. Ind. 63(2), S. 148-167.

[3] Bellahsene, Z., Bonifati, A., Duchateau, F., Velegrakis, Y. (2011): On Evaluating Schema Matching and Mapping. In: Bellahsene, Z., Bonifati, A., Rahm, E. (eds.) Schema Matching and Mapping, S. 253-291. Springer, Berlin, Heidelberg.

[4] Branco, M. C., Troya, J., Czarnecki, K., Küster, J., Völzer, H. (2012): Matching business process workflows across abstraction levels. In *Proceedings of the 15th international conference on Model Driven Engineering Languages and Systems* (MODELS'12), France, R. B., Kazmeier, J., Breu, R., Atkinson, C. (Eds.), S. 626-641 Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

[5] Cayoglu, U., Dijkman, R., Dumas, M., Fettke, P., Garcia-Banuelos, L., Hake, P., Klinkmüller, C., Leopold, H., Ludwig, A., Loos, P., Mendling, J., Oberweis, A., Schoknecht, A., Sheetritt, E., Thaler, T., Ullrich, M., Weber, I., Weidlich, M. (2013): The Process Model Matching Contest 2013. 4th International Workshop on Process Model Collections: Management and Reuse (PMC-MR'13), Beijing.

[6] Dijkman, R., Dumas, M., Dongen, B. v., Käärik, R., Mendling, J. (2011): Similarity of business process models: Metrics and evaluation. Inf. Syst. 36(2), S. 498-516.

[7] Dijkman, R., Dumas, M., Garcia-Banuelos, L. (2009): Graph Matching Algorithms for Business Process Model Similarity Search. In: Proceedings of the 7th International Conference on Business Process Management, S. 48-63. Springer, Ulm, Germany.

[8] Ehrig, M., A. Koschmider, Oberweis, A. (2007): Measuring similarity between semantic business process models. In: Proceedings of the fourth Asia-Pacific conference on Conceptual modelling - Volume 67, S. 71-80. Australian Computer Society, Inc. Ballarat, Australia.

[9] Euzenat, J., Shvaiko, P. (2007): Ontology Matching. Springer-Verlag New York, Inc.

[10] Gaus, W. (1995): Dokumentations- und Ordnungslehre – Theorie und Praxis des Information Retrieval. Springer, Berlin.

[11] GermaNet: GermaNet Datenbank und API, http://www.sfs.uni-tuebingen.de/lsd. Aufgerufen am 01.09.2013.

[12] La Rosa, M., Dumas, M., Uba R., Dijkman, R. (2010): Merging business process models. In: On the Move to Meaningful Internet Systems, LNCS, vol 6426, S. 96-113. Springer Heidelberg.

[13] Levenshtein, I. V. (1966): Binary Codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. In: Cybernetics and Control Theory, 10, S. 707-710.

[14] Miller, G. A. (1995): WordNet: a lexical database for English. Commun. ACM 38(11), S. 39-41.

[15] Weidlich, M., Dijkman, R., Mendling, J. (2010): The ICoP Framework: Identification of Correspondences between Process Models. In: Pernici, B. (ed.) Advanced Information Systems

Engineering: 22nd International Conference, CAiSE 2010, LNCS 6051, S. 483-498. Springer, Berlin, Heidelberg.

[16] Yahya, B. N., Bae, H. (2011): Generating Reference Business Process Model Using Heuristic Approach Based on Activity Proximity. Watada, J., Phillips-Wren, G., Jain, L. C., Howlett R. J. Intelligent Decision Technologies. 10, S. 469-478. Springer, Berlin, Heidelberg.

Betriebliche Prozesse und Projekte im Spannungsfeld zwischen Standardisierung und Agilität

Peggy Richter

Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften,
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01062 Dresden,
E-Mail: peggy.richter2@tu-dresden.de

Werner Esswein

Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften,
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01062 Dresden,
E-Mail: werner.esswein@tu-dresden.de

Abstract

Die Anwendung agiler Prozesse und standardisierter Projekte resultiert aus der Notwendigkeit zur Anpassung ihrer Organisation und Durchführung an in- und externe Einflüsse und Veränderungen. Jedoch fehlen ganzheitliche Ansätze, die Hinweise auf die agile bzw. standardisierte Ausrichtung betrieblicher Vorhaben geben. Vor diesem Hintergrund widmet sich der vorliegende Beitrag der Fragestellung der Abgrenzung und dem Zusammenspiel von Agilität und Standardisierung. Darauf basierend wird ein kennzahlenbasierter Bewertungsrahmen entwickelt, dessen Anwendung die qualitative Beurteilung betrieblicher Prozesse und Projekte hinsichtlich ihres Agilitäts- und Standardisierungsniveaus in den Bereichen Vorgehen, Mitarbeiter, Qualität und Wissen ermöglicht. Der Bewertungsrahmen dient als Werkzeug zur Ist-Analyse, auf deren Basis Handlungsempfehlungen abgeleitet und die Erreichung von Zielvorgaben überprüft werden können.

1 Einleitung und Motivation

Die Erreichung von Unternehmenszielen findet Umsetzung in der Definition betrieblicher Prozesse oder Projekte. Die beiden Konzepte scheinen auf den ersten Blick disjunkt. Es existieren jedoch Projekte, die in ähnlicher Form bereits mehrfach verwirklicht wurden und sich nur noch in wenigen Parametern unterscheiden. Bisher gesammeltes Erfahrungswissen kann dazu genutzt werden, die Durchführung zukünftiger Projekte optimal zu gestalten und Fehler zu vermeiden [16], indem eine detailliertere Definition der Art und Weise zur Problemlösung vorgenommen wird [14]. Eine Standardisierung repetitiver Bereiche eines Projektes lässt es prozesshafte Züge annehmen. Analog existieren Prozesse, welche sich aufgrund ihrer Komplexität und schnelllebiger Umweltfaktoren agil verhalten und anpassen lassen müssen (z. B. [5],[42]), sodass ihnen projekthafte Eigenschaften innewohnen. Dies erweckt den Anschein, dass sich die Konzepte eines Projektes und eines Prozesses über ihre Standardisierung bzw. agile Gestaltung aufeinander zu bewegen. Entstehende Vermischungen in Form agiler Prozesse und standardisierter Projekte lassen ein Spannungsfeld entstehen, welches die Fragen aufwirft, wie die Konzepte trotz abnehmender Trennschärfe unterschieden werden können, wann ihre Anwendung notwendig und in welcher Form diese zu gestalten ist.

Als grundlegender Schritt zur Beantwortung dieser Fragestellungen wird mit dem vorliegenden Beitrag das Ziel verfolgt, einen Bewertungsrahmen zu entwickeln, der es erlaubt, betriebliche Prozesse und Projekte hinsichtlich ihres Agilitäts- und Standardisierungsverhaltens zu beurteilen und einzuordnen. Das Artefakt des Beitrags kommt somit während der anfänglichen Schritte der Unternehmensmodellierung, als Teil der Analyse des Ist-Zustandes eines Systems zum Tragen. Darauf basierend können Handlungsempfehlungen für die zukünftige Gestaltung abgeleitet werden, sodass der Bewertungsrahmen beispielsweise von Unternehmensberatern oder auch unternehmensintern zur Prozessgestaltung genutzt werden kann.

2 Forschungsmethode

Mit der Entwicklung, Demonstration und Evaluation des Bewertungsrahmens als Forschungsartefakt wird der konstruktionsorientierte Forschungsansatz des Design Science verfolgt [29],[47]. Dem Klassifikationsschema von COOPER [11] entsprechend, wurde eine breit gefächerte, ergebnis- und theorienfokussierte Literaturanalyse durchgeführt, welche die Identifikation und Integration zentraler Eigenschaften von Agilität und Standardisierung zum Ziel hat. Die Entwicklung des Bewertungsrahmens erfolgt theoriebasiert explorativ mittels sowohl konzeptionell-deduktiver als auch argumentativ-deduktiver Analyse. Die Demonstration des theoriebasiert erarbeiteten Artefakts findet anhand einer Fallstudie statt. Dadurch wohnt der Forschungsarbeit zugleich ein behavioristischer Ansatz inne [47]. Die Evaluation des Artefakts ist in einer anschließenden Forschungsarbeit geplant.

3 Theoretische Grundlegung

3.1 Standardisierung

Standardisierung dient der Qualitätssicherung und -verbesserung sowie Risikoreduktion und ermöglicht eine effiziente Gestaltung von repetitiven Fertigungs- und Verwaltungsabläufen [39],[45],[48]. In der wissenschaftlichen Literatur wird Standardisierung daher insbesondere im Zusammenhang mit Themen des Prozess- und Qualitätsmanagements diskutiert. Das Ergebnis der

durchgeführten Literaturanalyse sind folgende Eigenschaften, anhand derer sich die Standardisierung betrieblicher Vorgänge charakterisieren lässt:

- ***Strukturierung:*** Definition benötigter In- und Outputs; Festlegung der Vorgehensweise (Aktivitätenabfolge) und zugehöriger Organisationseinheiten; Möglichkeit zur Modellierung von Abläufen; Abgrenzung des relevanten Einflussbereichs; Möglichkeit der Ermittlung und Quantifizierung externer Einflussfaktoren [17],[20],[48]
- ***Dokumentation:*** Absicherung betrieblichen Wissens; Ermöglichung von Wissensweitergabe/ Lehrbarkeit; Formalisierung von Wissen; Sicherstellung der Verfügbarkeit [33],[45],[46],[48]
- ***Verbindlichkeit:*** Regelgebundenheit; verbindliche und einheitliche Vorgabe der Durchführung und Organisation [39],[46],[48]
- ***Steuerbarkeit:*** Schaffung von Transparenz; Überwachbarkeit; Identifikation von Schwachstellen und von Verbesserungspotenzial; Ermöglichung der Vergleichbarkeit; Überprüfbarkeit der Einhaltung [18],[45]
- ***Sicherheit:*** Handlungssicherheit für Mitarbeiter; Gewährleistung von Wiederholbarkeit und Zuverlässigkeit; Vermeidung von Qualitätsschwankungen (des Vorgehens/ der Produkte); Risiko-/ Zufallsreduktion durch definierte Abläufe und Strukturen [15],[40],[48]

Demzufolge ist die Standardisierung in Form einer detaillierten, formalen Vorgehensfestlegung nur für gut strukturierbare und sich wiederholende Abläufe möglich und sinnvoll [17],[20],[34].

3.2 Agilität

Unternehmen sehen sich mit einer Vielzahl dynamischer und zum Teil unvorhersehbar veränderlichen Rahmenbedingungen konfrontiert. Um ihre Konkurrenz- und Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten, sind sie dazu gezwungen, ihre Fähigkeiten zur Anpassung des Geschäftsbetriebes auszubauen [36]. Bedeutende Einflussfaktoren, in der Literatur als Agility Drivers bezeichnet, sind sich ändernde, zunehmend individuelle Kundenanforderungen, Märkte, Technologien und soziale sowie ökologische Faktoren [13],[22],[36],[51],[52]. Das sich dadurch kontinuierlich oder abrupt wandelnde Geschäftsumfeld ist die treibende Kraft, die nach Agilität verlangt.

Die durchgeführte Literaturanalyse umfasst Literatur aus den Bereichen Agile Manufacturing, Agile Enterprises/ Organisations, Agile Software Development, Agile Supply Chains und Agile Construction. Es existiert keine einheitliche Definition, doch es lassen sich gemeinsame Charakteristika von Agilität im betrieblichen Kontext identifizieren:

- ***Customer:*** Fokus auf Kundenanforderungen; Maximierung des Kundennutzens; kunden-individuelle Produkte (Individualisierung) [7],[10],[22],[28],[51]
- ***Cost:*** Sparsamkeit; Minimierung sämtlicher Kosten [10],[19],[31],[51]
- ***Speed:*** Schnelligkeit (insbesondere als Reaktionsfähigkeit); kurze Produktions-/ Lieferzeiten; kontinuierliche Bereitschaft; schnelle Partnerschaftsentwicklung [7],[9],[10],[22],[31],[51]
- ***Responsiveness:*** Reaktionsfreudigkeit/ -vermögen; d.h. die Fähigkeit mit Veränderungen umgehen zu können [7],[9],[10],[19],[22],[28],[31],[51]
- ***Flexibility:*** Flexibilität; Anpassungsfähigkeit an plan-/ voraussagbare Veränderungen (z.B. durch Rekonfiguration) [7],[10],[19],[22],[28],[31],[51]
- ***Proactive:*** Initiatives, vorausschauendes Handeln; Wandel willkommen heißen [9],[10],[19],[51]

- ***Learning:*** Lernen aus Veränderungen; Fokus auf kontinuierlicher Verbesserung [10],[31]

Diese Eigenschaften implizieren notwendige unternehmerische Fähigkeiten um unerwartetem Wandel begegnen zu können. Im Folgenden wird das Zusammenspiel von Standardisierung und Agilität sowie betrieblichen Prozessen und Projekten untersucht.

3.3 Einordnung im Prozess- und Projektumfeld

Betriebliche Vorhaben lassen sich als Prozesse oder Projekte realisieren. *Wiederholbarkeit* der Vorgänge aufgrund repetitiver Problemstellungen [20],[38],[45] sowie *Determinierbarkeit* des Vorgehens zur Problemlösung aufgrund guter Strukturier- und damit Kontrollierbarkeit der Problemdomäne [1],[20],[23],[38],[45] lassen sich als elementare Prozesseigenschaften identifizieren. Dahingegen sprechen *Einzigartigkeit*, im Sinne von Neuartigkeit der Problemstellung, sowie *Komplexität* und der damit einhergehenden schlechten Strukturier- und Formalisierbarkeit eines Vorhabens für seine Durchführung als Projekt [20],[35],[45]. Die Gegensätzlichkeit dieser Kerneigenschaften identifiziert Prozesse und Projekte als konträre Ansätze. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Projekten auch insofern prozesshafte Eigenschaften innewohnen, als dass Phasen zur zeitlich und inhaltlich koordinierten Projektdurchführung in Form von Vorgehensmodellen definiert werden [20]. Diese beschreiben einen Rahmen zur Projektdurchführung, stellen jedoch keine detaillierten Lösungsschritte zur Zielerreichung bereit.

Entsprechend der theoretischen Aufarbeitung lassen sich Analogien zwischen Standardisierung und betrieblichen Prozessen sowie Agilität und betrieblichen Projekten beobachten. Standardisierung erzeugt definierte, kontrollier-, wiederholbare Prozesse [48]. Die Gemeinsamkeit der Konzeptinhalte liegt hierbei insbesondere in der guten Strukturierbarkeit der Problemdomäne und der damit klaren Determinierbarkeit des Vorgehens zur Problemlösung. Neuartige, komplexe und damit schlecht strukturierbare Vorhaben bringen unerwartete Zustände und kontinuierliche Veränderungen mit sich, denen mithilfe agiler Projektstrukturen begegnet werden kann [12],[31].

Neben klassischen Projekten und Prozessen existieren Mischformen. Aufgrund der Ähnlichkeit zu früher durchgeführten Projekten und dem dabei gesammelten Erfahrungswissen reduziert sich die Komplexität eines aktuellen Projektes. Damit nehmen die elementaren Eigenschaften (Einzigartigkeit und Komplexität) in ihrer Ausprägungsstärke ab. Das Projekt kann in Hinblick auf die gewonnene Projekterfahrung standardisiert werden, was *standardisierte Projekte* entstehen lässt. Analog verhält es sich mit Prozessen zunehmend komplexer Natur in einer dynamischen Problemdomäne. Aufgrund veränderlicher Anforderungen an die Prozesse handelt es sich nicht mehr um stets repetitive, wenngleich ähnliche Problemstellungen. Demzufolge nehmen die elementaren Eigenschaften (Wiederholbarkeit und Determinierbarkeit) in ihrer Ausprägungsstärke ab, was die agile Prozessgestaltung notwendig macht und *agile Prozesse* entstehen lässt.

Die Existenz von Mischformen bestätigt, dass Agilität und Standardisierung sich nicht isoliert voneinander betrachten lassen, sondern die beiden Enden eines Kontinuums darstellen, auf dessen Spektrum eine passende Strategie gewählt wird. Dies ähnelt der Argumentation von LAMPEL und MINTZBERG, die Individualisierung und Standardisierung als die Enden eines Kontinuums darlegen [24]. Der hiesige Ansatz integriert Individualisierung unter dem Merkmal Customer als eine von mehreren agilen Eigenschaften, die in Ihrem Zusammenwirken die agile Durchführung und Organisation betrieblicher Vorhaben ermöglichen.

Für die argumentierte konzeptuelle Gegensätzlichkeit betrieblicher Projekte und Prozesse bedeutet das identifizierte Kontinuum zwischen Standardisierung und Agilität, dass sich beide Konzepte über die

Anwendung agiler bzw. standardisierender Maßnahmen ineinander überführen lassen, sofern die elementaren Eigenschaften eines Vorhabens es zulassen. Das heißt, dass ein Projekt allein durch die Anwendung möglichst vieler Standardisierungsmaßnahmen nicht per se als Prozess betrachtet werden kann. Solange weiterhin die Eigenschaften der Einzigartigkeit und Komplexität zu erkennen sind, handelt es sich weiterhin um ein Projekt mit einzelnen Standardisierungen seiner Durchführung und Organisation. Dies gilt analog für die agile Gestaltung von Prozessen. Abbildung 1 veranschaulicht das erarbeitete Theoriegebäude. Eine Einschätzung der Dynamik und Unruhe des Geschäftsumfelds ist anhand von Kriterien wie dem Grad der Maßfertigung, der Vielfalt des Produktangebotes, der Heterogenität und Veränderlichkeit der Kundenanforderungen, dem Schutz durch ein Mutterunternehmen, dem Wettbewerbsdruck sowie der Lieferanten- und Technologieabhängigkeit möglich [50],[52].

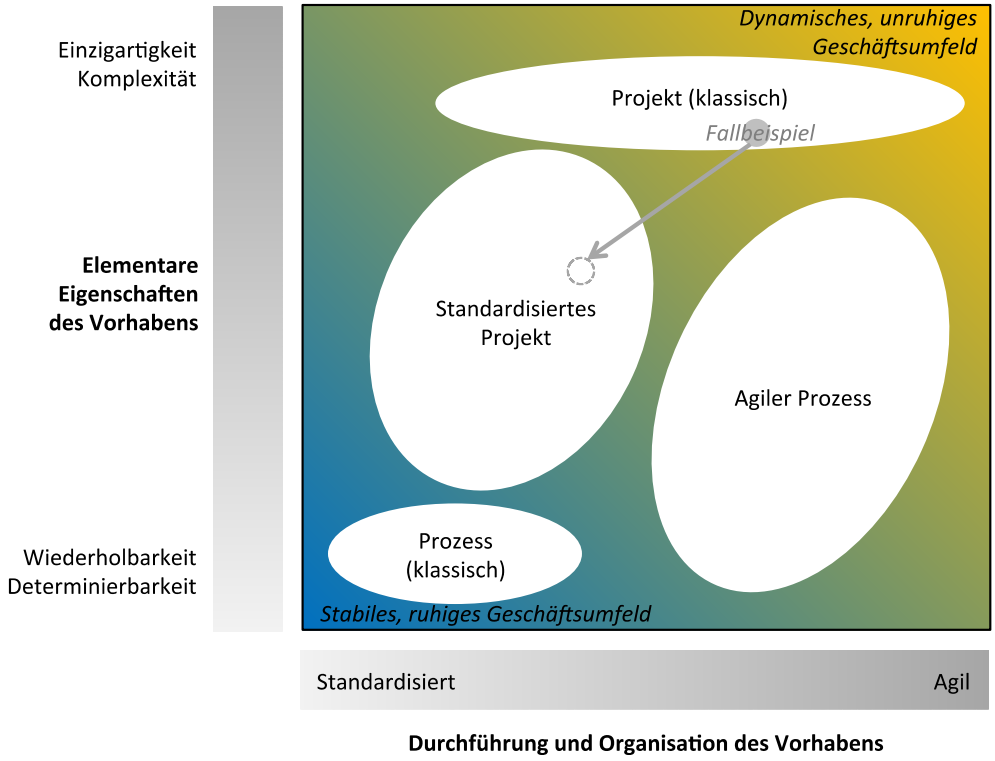


Abbildung 1: Integration der Konzepte

4 Bewertungsrahmen

Zur Beantwortung der Fragestellung wie eine agile oder standardisierte Gestaltung betrieblicher Vorhaben möglich ist, wurden verschiedene Maßnahmen untersucht und zusammengestellt. Mit ihnen werden konkrete Handlungen benannt, deren Anwendung die in den Abschnitten 3.1 und 3.2 identifizierten Eigenschaften von Standardisierung und Agilität hervorrufen. Die Maßnahmen umfassen relevante Gestaltungspunkte in den Kategorien Vorgehen, Mitarbeiter, Qualität und Wissen. Sie sind an entsprechender Stelle in der Tabelle 1 kurz charakterisiert, wobei die grauen Hervorhebungen zunächst unbeachtet bleiben können. Die Zuordnung der mit dem Einsatz einzelner Maßnahmen erzielten Eigenschaften von Agilität und Standardisierung (Kreuze in Tabelle 1) findet ihre Begründung in der Literatur, die entsprechend vermerkt ist.

Die Maßnahmen der Kategorien Vorgehen und Qualität ebenso wie der Unterkategorie Organisationsform sind disjunkt. Dahingegen kann die Gestaltung von Verantwortlichkeiten auch aus

einer Kombination der genannten Maßnahmen, beispielsweise aus individuellen und kollektiven Bereichen, bestehen. Auch in Hinblick auf die Dokumentation von Abläufen und Strukturen existieren Bereiche, die aufgrund externer Determinanten, wie Dokumentationspflichten laut Gesetzen, Normen oder Kundenwünschen, ausführlich zu erfolgen haben, wohingegen andere Wissens- und Informationsbereiche einer betrieblichen Ablaufes auch reduziert dokumentiert werden können.

			Standardisierung					**Agilität**								
			Strukturierung	Dokumentation	Verbindlichkeit	Steuerbarkeit	Sicherheit	Customer	Cost	Speed	Responsiveness	Flexibility	Proactive	Learning		
Kategorie		**Gewichtung g_S , g_A** / **Maßnahme**	0,17	0,09	0,17	0,29	0,28	0,15	0,08	0,12	0,28	0,29	0,05	0,03	**$\Delta g_{S,A}$**	**Einordnung**
VORGEHEN	**Hoher Formalisierungsgrad**	**Ablaufdefinition ohne Varianten** Prozessmodellierung [44]	X	X	X	X	X								1,00	S+
		Ablaufdefinition mit Varianten Flexibilisierung durch Modellierung von Prozessvarianten [33]	X	X	X	X	X				X	X			0,43	S
	Geringer Formalisierungsgrad	**Lineare Vorgehensweise** Sequentielle Vorgehensmodelle, keine späten Änderungen zu erwarten [29,42,44]		X	X		X	X							0,39	S
		Iterative Vorgehensweise Iterative, inkrementelle Vorgehensmodelle, minimale initiale Plaung, iteratives Planungsspiel, aktive Kundeneinbeziehung, späte Änderungerung möglich [8,48]		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	-0,46	A
MITARBEITER	**Verantwortlichkeiten**	**Individuelle Verantwortlichkeiten** Festlegung von Ausführenden/ Verantwortlichen/ Kompetenzen für Aufgaben/ Abschnitte [21,34,44,52]			X	X	X								0,74	S+
		Entscheidungsdezentralisation Delegation von Entscheidungskompetenzen, flache Hierarchien [26,36,40,50]								X	X	X			-0,69	A+
		Kollektive Verantwortlichkeiten Teamarbeit im Vordergrund, Verantwortung vom Team getragen, wechselnde Aufgabengebiete [1,2,36,50]								X	X	X		X	-0,72	A+
	Organisationsform	**Stab-Linien-Organisation** [4,33,34,40]	X		X		X								0,62	S+
		Matrix-Organisation [4,33,40]	X		X		X			X	X	X			-0,07	o
		Reine (Projekt-/ Prozess-) Organisation [4,33,34,44]	X		X		X			X	X	X			-0,07	o
		Selbstorganisierte Teams Anpassbarkeit durch autonome Strukturentwicklung [26,34]								X	X	X		X	-0,72	A+
QUALITÄT		**Formale Qualitätsprüfung** Definierte Prüfziele, quantitative u. qualitative Prüfmerkmale [33,44]	X	X	X	X	X	X	X				X		0,72	S+
		Informelle Qualitätsprüfung Kontinuierliches, kurzzyklisches Abgleichen mit vorrangig informell beschriebenen Kundenanforderungen, aktive Kundeneinbeziehung, Akzeptanztests [48,50]						X	X	X	X		X		-0,68	A+
WISSEN		**Mündliche Kommunikation** Bsp. Standup-Meetings [1,2,12]								X	X				-0,4	A
		Kontinuierliche Weiterbildung Weiterbildungsangebote, Mentoring [20,25,26,31,36,44,50,51]					X				X			X	-0,03	o
		Ausführliche Dokumentation Strikt, ausführlich, hoher Wiederverwendungswert [29,33]	X	X	X	X	X								1,00	S+
		Reduzierte Dokumentation Speichern kritischer Informationen, zweckmäßiger Start, kontinuierliche Ergänzung [1,25]						X	X	X					-0,35	A

Legende

S+ Besonders standardisierende Maßnahme
S Standardisierende Maßnahme
o Beidseitig nützliche Maßnahme
A Agile Maßnahme
A+ Besonders agile Maßnahme

X Durch die Maßnahme wird die Eigenschaft erlangt.

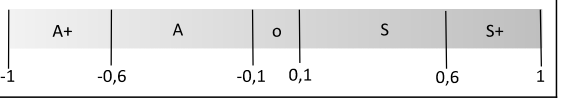


Tabelle 1: Bewertung des Standardisierungs- und Agilitätsniveaus

Um das Agilitäts- bzw. Standardisierungsvermögen der einzelnen Maßnahmen einschätzen zu können, wurden zunächst die normalisierten Gewichte g_S (Standardisierung) und g_A (Agilität) der

Kerneigenschaften mithilfe der Methode des Dominanzpaarvergleichs [6] vorgenommen. Hierzu wurden für Standardisierung und Agilität jeweils alle Eigenschaften paarweise in Hinblick auf ihre relative Bedeutung mit Indexwerten zwischen 1 (Kriterium A ist gleich wichtig wie Kriterium B) und 9 (Kriterium A ist extrem bedeutender als Kriterium B) bzw. 1/1 und 1/9 (Kriterium A ist völlig unbedeutend gegenüber Kriterium B) beurteilt. Die Bewertung basiert auf der Häufigkeit der Merkmalsnennung in der untersuchten Literatur. Beispielsweise wird die Fokussierung der Kundenanforderungen (Agilitätsmerkmal Customer) wesentlich häufiger betont als die Eigenschaft, aus Veränderungen zu lernen (Agilitätsmerkmal Learning), weshalb Kriterium A (Customer) viel wichtiger als Kriterium B (Learning) eingeschätzt und das Verhältnis mit dem Wert 6 bewertet wurde. Die beiden entstandenen Vergleichsmatrizen (weiße Zellen in Tab. 2 u. 3) wurden normalisiert (hellgraue Zellen in Tab. 2 u. 3), um eine vergleichbare Gewichtung der Eigenschaften zu ermöglichen. Die Gesamtgewichtungen g_S und g_A der einzelnen Eigenschaften ergeben sich als Durchschnitt der normalisierten Kriteriengewichte der entsprechenden Tabellenzeilen.

Krit. A \ Krit. B	Strukturierung		Dokumentation		Verbindlichkeit		Steuerbarkeit		Sicherheit		g_s
Strukturierung	1,00	0,14	4,00	0,33	0,50	0,07	0,50	0,15	0,50	0,15	**0,17**
Dokumentation	0,25	0,03	1,00	0,08	0,50	0,07	0,50	0,15	0,33	0,10	**0,09**
Verbindlichkeit	2,00	0,28	2,00	0,17	1,00	0,14	0,33	0,10	0,50	0,15	**0,17**
Steuerbarkeit	2,00	0,28	2,00	0,17	3,00	0,43	1,00	0,30	1,00	0,30	**0,29**
Sicherheit	2,00	0,28	3,00	0,25	2,00	0,29	1,00	0,30	1,00	0,30	**0,28**
Summe	7,25	1,00	12,00	1,00	7,00	1,00	3,33	1,00	3,33	1,00	1,00

Tabelle 2: Vergleichsmatrix (weiße Zellen), normalisierte Vergleichsmatrix (hellgraue Zellen) und Gewichte g_S für Eigenschaften der Standardisierung

Krit. A \ Krit. B	Customer		Cost		Speed		Responsiveness		Flexibility		Proactive		Learning		g_A
Customer	1,00	0,10	4,00	0,24	2,00	0,20	0,25	0,08	0,25	0,08	4,00	0,20	6,00	0,21	**0,15**
Cost	0,25	0,02	1,00	0,06	0,33	0,03	0,25	0,08	0,25	0,08	3,00	0,15	4,00	0,14	**0,08**
Speed	0,50	0,05	3,00	0,18	1,00	0,10	0,33	0,10	0,33	0,10	3,00	0,15	4,00	0,14	**0,12**
Responsiveness	4,00	0,39	4,00	0,24	3,00	0,30	1,00	0,31	1,00	0,31	4,00	0,20	6,00	0,21	**0,28**
Flexibility	4,00	0,39	4,00	0,24	3,00	0,30	1,00	0,31	1,00	0,31	5,00	0,24	6,00	0,21	**0,29**
Proactive	0,25	0,02	0,33	0,02	0,33	0,03	0,25	0,08	0,20	0,06	1,00	0,05	2,00	0,07	**0,05**
Learning	0,17	0,02	0,25	0,02	0,25	0,03	0,17	0,05	0,17	0,05	0,50	0,02	1,00	0,03	**0,03**
Summe	10,17	1,00	16,58	1,00	9,92	1,00	3,25	1,00	3,20	1,00	20,50	1,00	29,00	1,00	1,00

Tabelle 3: Vergleichsmatrix (weiße Zellen), normalisierte Vergleichsmatrix (hellgraue Zellen) und Gewichte g_A für Eigenschaften der Agilität

Nach der literaturbasierten Beurteilung, welche Eigenschaften die Anwendung einer Maßnahme realisieren, werden jeweils die Gewichte in den Bereichen Standardisierung und Agilität addiert und ihre Differenz $\Delta g_{S,A}$ berechnet (Formel (1)), um schließlich eine Gesamtbeurteilung der Maßnahme vornehmen zu können. Die Einordnung wurde entsprechend des in der Legende von Tabelle 1 dargestellten Spektrums vorgenommen.

$$\Delta g_{S,A} = \sum g_S - \sum g_A \qquad (\Delta g_{S,A} \in R, -1 \leq \Delta g_{S,A} \leq 1) \qquad (1)$$

$$g_{gesamt} = \frac{(\sum \Delta g_{S,A} - \Delta g_{S,A_{min}})}{(\Delta g_{S,A_{max}} - \Delta g_{S,A_{min}})} \qquad (g_{gesamt} \in R, 0 \leq g_{gesamt} \leq 1) \qquad (2)$$

Der entwickelte Bewertungsrahmen ermöglicht eine Aussage über den Ist-Zustand eines betrieblichen Prozesses oder Projektes in Hinblick auf seine standardisierte oder agile Ausgestaltung. Mit der

Berechnung der normierten Gesamtgewichtung g_{gesamt} (Formel (2)) für die Summe aller angewandten Maßnahmen $\sum \Delta g_{S,A}$ ist ein betrachteter Vorgang schließlich im integrierten Konzeptgefüge (Abbildung 1) hinsichtlich Durchführung und Organisation positionierbar, wobei 0 für das höchste Agilitäts- und 1 für das höchste Standardisierungsniveau steht. Die Normierung basiert auf den maximal erreichbaren Summen von allein Standardisierungs- bzw. Agilitätsgewichten $\Delta g_{S,A_{max}} = 4{,}47$ und $\Delta g_{S,A_{min}} = -4{,}05$.

5 Demonstration

Die Anwendung des Bewertungsrahmens wird anhand eines Fallbeispiels demonstriert. Dabei handelt es sich um einen studentischen Verein, dessen Mitglieder jährlich einen einsitzigen, rein elektrisch angetriebenen Rennwagen konzipieren, konstruieren und fertigen. Am Ende einer Saison treten sie mit dem entwickelten Fahrzeug gegen andere Hochschulteams an und werden von Experten aus Motorsport-, Automobil- und Zuliefererindustrie hinsichtlich statischer und dynamischer Disziplinen bewertet.

Zu Beginn jeder Saison wird eine neue Projektleitung eingesetzt. Mit dem Ziel den Konstruktions- und Entwicklungsprozess möglichst fehlerfrei und effizient zu gestalten, findet zu jedem Projektbeginn eine Analyse vorangegangener Projekte statt. Vor dem Hintergrund der Bestrebungen, bis dato gewonnene Erfahrungen und Wissen zu erhalten und gewinnbringend einzusetzen, stellte sich die Frage nach möglichem Standardisierungspotenzial – ob und an welcher Stelle. Der Einsatz des entwickelten Bewertungsrahmens ermöglicht der neuen Projektleitung eine qualitative Ist-Aufnahme der aktuellen (bisherigen) Abläufe und Organisation sowie Positionierung des aktuellen Standardisierungs- und Agilitätsniveaus.

Zwei strukturierte, mündliche Befragungen [6] des Projektleiters der aktuellen Saison ermöglichten einen umfassenden Einblick in die Organisation und Vorgehensweise während der Konzept-, Konstruktions- und Entwicklungsphasen. Weiterhin dienten das Vereins-Wiki, Protokolle zur Konzeptfindung sowie das Wettbewerbs-Regelwerk als Informationsquellen. Es konnte die Anwendung der in Tabelle 1 grau hervorgehobenen Maßnahmen identifiziert werden. In Summe ergibt sich $\sum \Delta g_{S,A} = -1{,}09$ und damit g_{gesamt} gerundet zu 0,35. Dies deutet auf eine eher agile Durchführung und Organisation des Vorhabens hin.

Insgesamt handelt es sich um ein komplexes Vorhaben, dessen Einzigartigkeitscharakter aufgrund der sich saisonal stark ähnelnden Zielstellungen reduziert ist. Diese Einschätzungen kombiniert mit der qualitativen Bewertung des Gesamtvorhabens ergibt die Positionierung des Fallbeispiels in Abbildung 1 – ein Projekt, dessen einzelne Schritte und Aktivitäten innerhalb der definierten Phasen häufig ad hoc und agil formuliert werden. Unter Einbeziehung der Einschätzung des Geschäftsumfelds lassen sich jedoch Entwicklungsempfehlungen ableiten. Einerseits ist das Produkt hochgradig maßgefertigt, der Wettbewerbsdruck, aufgrund der Zielstellung der bestmöglichen Platzierung beim Bewertungs-Event, sehr hoch und die Abhängigkeit von Lieferanten von nicht selbstgefertigten Bauteilen groß, weshalb insbesondere der letztgenannte Bereich Auswirkungen auf den Entwicklungsprozess haben kann. Andererseits beschränkt sich das Produktangebot innerhalb einer Saison auf ein Fahrzeug in Einzelfertigung. Eine gewisse Vielfalt zeigt sich ausschließlich in Form von Neuentwicklungen in der Saisonfolge. Ebenso sind die Anforderungen der Kunden (Wettbewerbsinitiatoren, Sponsoren) von vornherein spezifiziert, homogen und innerhalb einer Saison stabil. Aus diesem Grund lässt sich das Geschäftsumfeld im Fallbeispiel als eher ruhig und stabil einordnen.

Diese Eigenschaft spricht für Entwicklungspotenzial in Richtung eines standardisierten Projektes (in Abbildung 1 mittels Pfeil angedeutet). Unter Beachtung der Ergebnisse der Ist-Analyse ist eine Standardisierung insbesondere in den Bereichen der Qualitätsprüfung und Dokumentation aussichtsreich. Der Ausbau der Dokumentationsarbeit, beispielsweise hin zur Aufbereitung und Nutzung von Lessons Learned, kann zugleich für eine dezidierte Qualitätsprüfung, insbesondere für die Fehler- und Risikoanalyse, genutzt werden. Eine Standardisierung ist damit möglich, reduziert den Komplexitätsgrad des Vorhabens und trägt zu seiner effizienten Gestaltung bei.

6 Evaluationsvorhaben

Die Evaluation des entwickelten Bewertungsrahmens dient dazu, seine Effektivität und Effizienz zu untersuchen [29]. Aus den Ergebnissen lassen sich Verbesserungsvorschläge für eine Artefakt-Evolution ableiten. Hierfür ist die Anwendung und Eischätzung des Bewertungsrahmens durch unabhängige Teilnehmer im Zuge einer größeren Fallstudie mit mehreren zu untersuchenden praktischen Anwendungsfällen geplant. Daran werden zum einen inhaltliche Eigenschaften, wie Umfang und Detaillierungsgrad, evaluiert, um das erarbeitete Theoriegebäude empirisch zu untermauern. Dies trifft insbesondere auf die bisher rein literaturbasierte Zusammenstellung der Standardisierungs- und Agilitätsmaßnahmen zu, welche abhängig von den Evaluationsergebnissen möglicherweise detaillierter und umfassender gestaltet werden können. Zum anderen ist die Anwendbarkeit sowohl im Sinne der Verständlichkeit der Methode als auch im Sinne der Kosten-Nutzen-Relation ein Evaluationskriterium. Dazu wird eine Kosten- und Zeitabschätzung beim Einsatz des Bewertungsrahmens vorgenommen. Die Nützlichkeit der Methodenergebnisse kann anhand der im betrachteten Anwendungsfall tatsächlichen Umsetzbarkeit der Empfehlungen beurteilt werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Nach einer theoretischen Aufarbeitung der Kerneigenschaften von Standardisierung und Agilität sowie betrieblichen Prozessen und Projekten konnte ein integriertes Konzeptverständnis abgeleitet werden. Der entwickelte Bewertungsrahmen ermöglicht die qualitative Beurteilung betrieblicher Prozesse und Projekte hinsichtlich ihres Agilitäts- und Standardisierungsverhaltens in den Bereichen Vorgehen, Mitarbeiter, Qualität und Wissen. Die Ergebnisse seiner Anwendung erlauben die Einordnung im argumentierten Spannungsfeld zwischen Standardisierung und Agilität als zwei Enden eines Kontinuums. Elementare Charakteristika des Vorhabens sowie seines betrieblichen Umfelds determinieren schließlich die Gesamteinordnung im Prozess- und Projektbereich. Der Bewertungsrahmen dient damit als Werkzeug zur Ist-Analyse der Durchführung und Organisation eines betrieblichen Vorganges. Basierend auf den Analyseergebnissen können Handlungsempfehlungen abgeleitet und die Erreichung von Zielvorgaben überprüft werden.

Mit kritischem Blick auf die eigene Arbeit ist die geringe Anzahl standardisierender und agiler Maßnahmen aufgrund relativ generalisierter Maßnahmenbündel anzumerken. Daher ist eine Spezifizierung und tiefere Gliederung der bisher betrachteten Maßnahmen im Bewertungsrahmen wünschenswert, um ein individuelleres und situationsadäquateres Spektrum abzubilden. Dies kann im Zuge der geplanten Evaluation stattfinden. Weiterhin ist die Subjektivität der Methode des Dominanzpaarvergleichs zur Bestimmung der Gewichtungen g_S und g_A kritisch zu reflektieren. Zwar ist Konsistenz gewahrt, da die Einschätzung von einer Person vorgenommen wurde, jedoch sollten die aktuellen Gewichtungen in einem iterativen Entwicklungszyklus durch den Vergleich mit den Ergebnissen verschiedener Beurteilender überprüft werden. Hierbei muss jedoch die Problematik der

Konkordanz beachtet werden [6]. Weiterhin ist eine gewichtete Summierung der ausgewählten Maßnahmengewichtungen $\Delta g_{S,A}$ überlegenswert, um mögliche Verzerrungen durch einzelne, stark gewichtige Maßnahmen auszuschließen.

Mit Blick auf zukünftige Forschungsvorhaben bietet das erarbeitete Konzeptgefüge das Potenzial zur Einordnung anderer Ansätze, wie aus dem Bereich serviceorientierter Architekturen. Weiterhin ist die Entwicklung einer Methode möglich, mit welcher nicht nur der aktuelle Ist-Zustand eingeschätzt, sondern auch eine auf externe und interne Anforderungen sowie Zielstellungen ausgerichtete Empfehlung zum Soll-Zustand generiert wird. Die Differenz aus der identifizierten aktuellen und der empfehlenswerten zukünftigen agilen oder standardisierten Durchführung und Organisation eines untersuchten Vorhabens spiegelt dann anforderungsbasierten Handlungsbedarf wider.

8 Literatur

[1] Ambler, S (2002): Agile Modeling: Effective Practices for eXtreme Programming and the Unified Process. John Wiley & Sons, New York.

[2] Beck, K; Beedle, M; van Bennekum, A et al. (2001): Manifesto for Agile Software Development. http://www.agilemanifesto.org/. Abgerufen am 01.08.2011.

[3] Becker, J; Kahn, D (2008): Der Prozess im Fokus. In: Becker, J; Kugeler, M; Rosemann, M (Hrsg): *Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung.* 6. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg.

[4] Becker, J; Winkelmann, A; Mathas, C (2009): Geschäftsprozessmanagement. Springer, Berlin, Heidelberg.

[5] Borowski, E; Henning, K (2013): Agile Prozessgestaltung und Erfolgsfaktoren im Produktionsanlauf als komplexer Prozess. Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2011/2012: 27–40.

[6] Bortz, J; Döring, N (2006): Forschungsmethoden und Evaluation. 4. Auflage. Springer, Heidelberg.

[7] Christopher, M (2000): The Agile Supply Chain - Competing in Volatile Markets. Industrial Marketing Management 29:37–44.

[8] Coldewey, J (2003): Agile Entwicklung - ein Überblick. In: Heilmann, H; Strahringer, S (Hrsg): *Neue Konzepte in der Softwareentwicklung.* HMD - 231, Jg. 40. dpunkt, Heidelberg.

[9] Conboy, K; Fitzgerald, B (2004): Toward a conceptual framework of agile methods: a study of agility in different disciplines. In: *Proceedings of the ACM workshop on Interdisciplinary software engineering research*. Newport Beach.

[10] Conboy, K (2009): Agility from First Principles: Reconstructing the Concept of Agility in Information Systems Development. Information Systems Research 20(3):329–354.

[11] Cooper, HM (1988): Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. Knowledge in Society 1(1):104–126.

[12] Dybå, T; Dingsøyr, T (2008): Empirical studies of agile software development: A systematic review. Information and Software Technology 50:833–859.

[13] Elkins, DA; Huang, N; Alden, JM (2004): Agile manufacturing systems in the automotive industry. International Journal of Production Economics 91:201–214.

[14] Engwall, M (2003): No project is an island: linking projects to history and context. Research Policy 32:789–808.

[15] Feldbrügge, R; Brecht-Hadrashek, B (2008): Prozessmanagement leicht gemacht. 2. Auflage. Redline, München.

[16] Fürstenau, B; Langfermann, J; Klauser, F; Born, V (2005): Erfahrungswissen sichern und aufbereiten - Zur effizienten Gestaltung von Wissensmanagementprozessen bei der BMW AG im Projekt "Werksaufbau Leipzig". In: Ferstel, OK.; Sinz, EJ; Eckert, S; Isselhorst, T (Hrsg): *Tagungsband der 7. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik: eEconomy, eGovernment, eSociety*. Bamberg.

[17] Freund, J; Götzer, K (2008): Vom Geschäftsprozess zum Workflow. Hanser, München.

[18] Geiger, W; Kotte, W (2008): Handbuch Qualität. 5. Auflage. Vieweg, Wiesbaden.

[19] Gunasekaran, A; Yusuf, YY (2002): Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and technological imperatives. International Journal of Production Research 40(6):1357–1385.

[20] Hässig, K (2000): Prozessmanagement: erfolgreich durch effiziente Strukturen. Versus, Zürich.

[21] Hirzel, M (2008): Prozess-Zuständigkeit: Das Management der Wertschöpfungskette etablieren. In: Hirzel, M; Kühn, F; Gaida, I (Hrsg): *Prozessmanagement in der Praxis.* 2. Auflage. Gabler, Wiesbaden.

[22] Iacocca Institute (1991): 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy: An Industry-Led View. Vol. 1, Lehigh University, Bethlehem, PA.

[23] Kueng, P; Kawalek, P (1997): Goal-based business process models: creation and evaluation. Business Process Management Journal 3:17–38.

[24] Lampel, J; Mintzberg, H. (1996): Customizing Customization. Sloan Management Review 38(1):21-30.

[25] Lin, CT; Chiu, H; Chu, PY (2006): Agility index in the supply chain. International Journal of Production Economics 100:285–299.

[26] Lindvall, M; Basili, V; Boehm, B; Costa, P et al. (2002): Empirical findings in agile methods. In: Proceedings of the Second XP Universe and First Agile Universe Conference on Extreme Programming and Agile Methods - XP/Agile Universe.

[27] Meso,P; Jain, R (2006): Agile Software Development: Adaptive Systems Principles and Best Practices. In: Information Systems Management 23(3):19–30.

[28] Narasimhan, R; Swink, M; Kim, SW (2006): Disentangling leanness and agility: An empirical investigation. Journal of Operations Management 24:440– 457.

[29] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, M; Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24(3):45–77.

[30] Pfetzing, K; Rohde, A (2006): Ganzheitliches Projektmanagement. 2. Auflage. Versus, Zürich.

[31] Qumer, A; Henderson-Sellers, B (2008): An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method engineering. Information and Software Technology 50:280–295.

[32] Raschke, RL (2010): Process-based view of agility: The value contribution of IT and the effects on process outcomes. In: International Journal of Accounting Information Systems 11:297–313.

[33] Rosemann, M; Schwegmann, A; Delfmann, P (2008): Vorbereitung der Prozessmodellierung. In: Becker, J; Kugeler, M; Rosemann, M (Hrsg): *Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung*. 6. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg.

[34] Schmelzer, HJ; Sesselmann, W (2008): Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufrieden stellen - Produktivität steigern - Wert erhöhen. 6. Auflage. Hanser, München.

[35] Schulte-Zurhausen, M (2010): Organisation. 5. Auflage. Vahlen, München.

[36] Sharifi, H; Zhang, Z (1999): A methodology for achieving agility in manufacturing organisations: An introduction. International Journal of Production Economics 62:7–22.

[37] Sharp, JM; Irani, Z; Desai, S (1999): Working towards agile manufacturing in the UK industry. In: International Journal of Production Economics 62:155–169.

[38] Stöger, R (2009): Prozessmanagement: Qualität, Produktivität, Konkurrenzfähigkeit. 2. Auflage. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

[39] Tassey, G (2000): Standardization in technology-based markets. Research Policy 29:587–602.

[40] Töpfer, A (2004): Six Sigma als Projektmanagement für höhere Kundenzufriedenheit und bessere Unternehmensergebnisse. In: Töpfer, A (Hrsg): *Six Sigma. Konzeption und Erfolgsbeispiele für praktizierte Null-Fehler-Qualität*. 3. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg.

[41] Töpfer, A (2007): Betriebswirtschaftslehre. 2. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

[42] Vanderhaeghen, D; Fettke, P; Loos, P (2010): Organisations- und Technologieoptionen des Geschäftsprozessmanagements aus der Perspektive des Web 2.0. Wirtschaftsinformatik 52 (1):17–32.

[43] Versteegen, G (2000): Projektmanagement mit dem Rational Unified Process. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

[44] Vokurka, RJ; Fliedner, G: The journey toward agility. Industrial Management & Data Systems 98(4):165–171.

[45] Wallmüller, E (1995): Ganzheitliches Qualitätsmanagement in der Informationsverarbeitung. Hanser, München, Wien.

[46] Wettig, J (2002): New developments in standardisation in the past 15 years – product versus process related standards. Safety Science 40:51–56.

[47] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. Wirtschaftsinformatik 49(4):280–287.

[48] Wilhelm, R (2007): Prozessorganisation. 2. Auflage. Oldenbourg, München.

[49] Wolf, H; Roock, S; Lippert, M (2005): eXtreme Programming: eine Einführung mit Empfehlungen und Erfahrungen aus der Praxis. dpunkt, Heidelberg.

[50] Yauch, CA (2011): Measuring agility as a performance outcome. Journal of Manufacturing Technology Management 22(3):384–404.

[51] Yusuf, YY; Sarhadi, M; Gunasekaran, A (1999): Agile manufacturing: The drivers, concepts and attributes. International Journal of Production Economics 62:33–43.

[52] Zhang, Z; Sharifi, H (2000): A methodology for achieving agility in manufacturing organisations. International Journal of Operations & Production Management 20(4):496–512.

[53] Zollondz, H-D (2006): Grundlagen Qualitätsmanagement. 2. Auflage. Oldenbourg, München.

Developing an Ontology for Enterprise Crowdsourcing

Lars Hetmank

TU Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insbes. Informationsmanagement, 01062 Dresden, E-Mail: lars.hetmank@tu-dresden.de

Abstract

The improvement of the efficacy of enterprise crowdsourcing activities is heavily dependent on finding, sharing, and integrating the right information for certain use cases. These efforts may include activities such as recommending a crowdsourcing task to a competent worker or evaluating an ongoing or completed crowdsourcing project. However, to pave the way for intelligent enterprise crowdsourcing platforms, the semantic richness of the data must be improved. Therefore, an ontology including a wide set of classes and properties is proposed in this paper. The ontology development is based on the ontology engineering methodology. A first general assessment of the ontology is given at the end of the paper, which describes how it addresses major crowdsourcing requirements.

1 Introduction

Crowdsourcing is a fertile research area and a powerful mechanism for outsourcing tasks that are traditionally performed by designated employees to a large and undefined group of potential contributors [7]. Enterprises use this mechanism for a variety of applications, such as collecting and evaluating ideas [27], solving geometric problems [5], creating knowledge repositories [31], or collaboratively developing new products [15]. The main advantage of enterprise crowdsourcing lies in the way it significantly changes the business processes by harnessing the skills, knowledge, or other resources of a distributed crowd of workers to achieve an outcome at lower cost and in shorter time [29]. The development of a crowdsourcing system as well as its integration into an existing information and communication technology (ICT) infrastructure, however, can be a risky and challenging undertaking. First, the relevant tasks have to be reallocated to an undefined large group of users. Identifying the right task that matches the interest and ability of a worker or a well-organized working group is a complex process that requires a lot of additional context-sensitive information, such as the task requirements, users' qualifications, or underlying social network relationships [24]. Second, some of the data that are required for efficient crowdsourcing, such as data of human resources or social networks, already exist in other business applications and should be reused. Third, several attributes of the task specification, such as the target audience, the type and nature of the reward, or the chosen evaluation procedure, determine the success of a crowdsourcing initiative and should be deliberately configured [8]. In order to meet these challenges, the overall objective of this work is to develop a practically useful and lightweight ontology to capture, store, and share crowdsourcing data. The central motivation behind this technical artifact is that requesters obtain a controlled vocabulary to communicate specific details about their crowdsourcing activity. Based on this, crowdsourcing or other business applications may embed all information that is required to solve a certain crowdsourcing task into a webpage along with other existing displaying information. This will have several profound advantages. First, contributors can easily and very precisely search for tasks that correspond to their interests, skills, knowledge, or availability. Second, enterprise crowdsourcing systems but also crowdsourcing intermediaries outside the firewall of an organization may extract the crowdsourcing data that comes from other business applications, such as project management, enterprise resource planning, or social software, and use it for further processing without retyping and copying the data. Third, these systems or intermediaries are able to proactively recommend a crowdsourcing task to potential contributors, e.g., based on their social network profiles. Finally, enterprise or external semantic search engines may exploit the structured data and provide enhanced search, browsing, or navigation capabilities.

The remainder of this article is organized as follows: In section 2, we introduce the methodology and explain how the first version of the ontology is developed. In section 3, several requirements that an ontology for enterprise crowdsourcing must address are discussed in detail. The section concludes with a set of central questions that give further guidance for the ontology development. After that, all classes and properties of the ontology are explained in-depth in section 4. Finally, in section 5, the requirements illustrated in section 3 are revised and each of them is briefly assessed to demonstrate the applicability of the proposed ontology. The article concludes with a review of aspects that require further discussion and gives an outlook for future research.

2 Methodology

The development process of the ontology follows the ontology engineering approach proposed by Uschold and King [26]. Although this methodology has its limitations, it provides the necessary simplicity and less overhead to guide the development of a first and lightweight version of the ontology. The following steps must be performed: (i) identify the purpose and scope of the ontology, (ii) build the ontology, (iii) evaluate the ontology, and (iv) document the ontology.

Purpose and scope: In this paper, we aim to design an ontology that facilitates the structured recording of enterprise crowdsourcing data in an organized and meaningful way. Typical instruments that are beneficial to define the scope and purpose of the ontology are motivating scenarios and informal competency questions [11]. In a preliminary work, three distinct business scenarios were created to demonstrate the general applicability of a potential ontology for enterprise crowdsourcing [13]: (i) evaluate product design proposals, (ii) translate a technical specification, and (iii) build a company-wide virtual library. To further support the conceptualization process of the ontology, we draw up a set of requirements and central questions (section 3).

Build the ontology: Based on the three motivating scenarios, we derived an initial set of semantic elements, which is now extended and supported by findings of a previously undertaken review of existing crowdsourcing literature [12]. The conceptual model of the crowdsourcing ontology is visualized as a Unified Modeling Language (UML) class diagram and exemplarily implemented in the Web Ontology Language (OWL) by using the open-source ontology development editor Protégé (section 4).

Evaluate the ontology: As a frame of reference to evaluate the ontology, we use the requirements and central questions stated in section 3. We will also give some examples how the ontology is applied in practice (section 5).

Document the ontology: One of the main barriers to the widespread dissemination of an ontology is an inadequate documentation of the ontology. Thus, the results of the ontology development process will be provided as a well-documented specification explaining each of the classes and properties in detail.

3 Requirements

The motivating scenarios showed that employing the right crowdsourcing data for a particular use case and working context may significantly enhance a crowdsourcing activity. Supported by literature and based on the scenarios, five key requirements are derived to guide the design of the ontology. To give some further guidance, central questions are posed for each requirement statement (see Table 1):

- *R1: Task specification. A crowdsourcing ontology should facilitate an appropriate architectural support to define tasks* [22] [31].
- *R2: Task allocation. A crowdsourcing ontology should support both the user in selecting a task (pull method) and the system in recommending a task (push method) taking aspects into account, such as the suitability of a task for a worker, the worker's availability, or the confidentiality of a task. Current* crowdsourcing systems require an intelligent task routing mechanism based on an elaborate specification of task requirements and detailed user profiles [6][21].
- *R3: Team building. A crowdsourcing ontology should provide concepts to identify existing as well as to form new working groups.* The flexible, dynamic, and proactive assembly of globally

distributed teams with members that have either similar or diverse cross-functional skills, knowledge, or experiences is often a prerequisite to solve large and complex tasks [28].

- *R4: Transaction transparency and quality control. A crowdsourcing ontology should include properties that the recipient of a task can consult and statistically evaluate in order to optimize the crowdsourcing activity* [16].
- *R5: Interoperability. A crowdsourcing ontology should improve the data integration and exchange between the crowdsourcing system and other ICT systems*, e.g., social software, enterprise dictionaries, knowledge repositories, or expert systems [30].

Requirement		Central question
Task specification		Which semantic elements support requesters in their efforts of specifying a crowdsourcing task that will draw an audience?
Task allocation	Task distribution (requester-oriented)	Which semantic elements aid requesters in proposing a crowdsourcing task to an appropriate and available user with the required qualifications?
	Task selection (participant-oriented)	Which semantic elements improve the self-selection of a crowdsourcing task that fits best to the participants' knowledge, skill, and experience?
Team building	Team identification (requester-oriented)	Which semantic elements are used to identify existing teams, working groups, or online communities of a particular knowledge domain in social networks that are suitable for a certain crowdsourcing task?
	Team formation (participant-oriented)	Which semantic elements help to foster the self-formation process of the participants?
Transaction transparency and quality control		Which semantic elements support the evaluation process of a crowdsourcing user or contribution and are essential to improve the transparency of a crowdsourcing activity according to specific roles?
Interoperability, data integration, and data exchange		Which elements are required to support the interoperability between the crowdsourcing system and other business and social software applications?

Table 1: Requirements and central questions

4 Elements of the Ontology

In this section, we propose an ontology[1] for capturing, storing, and linking crowdsourcing data (see Figure 1). The designed ontology includes 24 classes as well as 22 object and 30 unique datatype properties to describe the main aspects of a crowdsourcing model (csm). In the next subsections, we introduce the key conceptual entities of the crowdsourcing ontology, namely user, project, task, requirement, reward mechanism, evaluation mechanism, and contribution. To increase the human readability of the class instances, we add to some of the core classes a title and a description attribute. The title consists of a short phrase and the description offers longer sentences to describe the instance in a meaningful way. Along with the key concepts, we describe additional classes, subclasses and properties. Class names begin with capital letters and property names with lower case letters after the namespace prefix (csm).

[1] A detailed specification and documentation of the csm ontology can be found at: http://purl.org/csm/1.0.

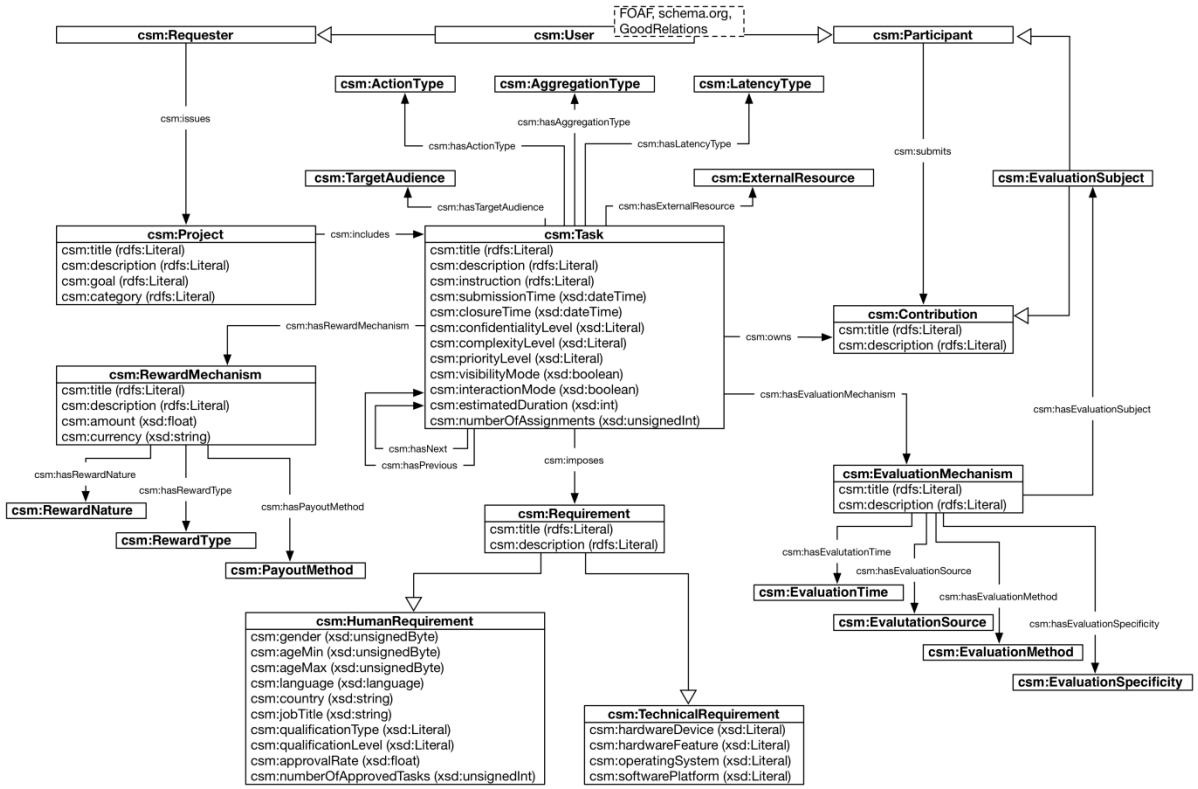


Figure 1: Classes, object and datatype properties of the crowdsourcing ontology

4.1 User

Klinger and Lease showed that the user identity, such as the real name or a reference to an existing public profile on a social networking site, improves the trustworthiness of the relationship between the worker and the requester [17]. Thus, the requester and the participant class are introduced into the ontology. Both concepts are subclasses of the user class (csm:User), which is in turn equivalent to the union of the person and organization concept of both the FOAF and the schema.org vocabulary. To specify the legal form, size, and role in the value chain, the user can also be related to the business entity concept of the GoodRelations ontology. The requester class (csm:Requester) identifies the initiator of a crowdsourcing project (csm:Project) and is either an individual, a company, a public organization, or a crowdsourcing intermediary. As opposed to the requester, the participant (csm:Participant) searches for an issued task or accepts a manually or automatically assigned crowdsourcing task (csm:Task). After accepting a task, the participant might also submit one or more contributions (csm:Contribution).

4.2 Project

Each project (csm:Project) consists of one or more crowdsourcing tasks (csm:Task) and requires a well-defined and meaningful goal (csm:goal) to lead the crowd in the right direction [3]. Additionally, a category describing the general crowdsourcing activity, such as idea generation, problem-solving, or content creation, may be defined. All datatype properties and possible values of the project class are summarized in Table 2.

Element	Possible values
csm:goal	free text that contains the goal of the task
csm:category	idea generation, problem-solving, content creation, etc.

Table 2: Datatype properties of the project class

4.3 Task

Eickhoff and De Vries demonstrated that crowd selection based on worker origin as well as implicit crowd filtering based on task design has a significant impact on the prevalence of malicious workers, and hence on the quality of the overall outcome [10]. For that reason, the ontology contains classes and properties to describe the task and the required participants in detail. Since the appropriate specification of human and technical requirements is a core success factor of any crowdsourcing process, an independent class (csm:Requirement) is designed, which is described in the subsequent section.

A task (csm:Task) is the smallest indivisible unit of work that is clearly described by a single instruction (csm:instruction), such as rating a new product idea, labeling a picture, translating text, or finding an advertising slogan. Sometimes, an instruction is not sufficient enough to describe all aspects. External resources (csm:ExternalResource) refer to all additional inputs that are required to accomplish the crowdsourcing task, for example, web applications, documents, or datasets. A web application may be an online survey tool that is not part of the crowdsourcing system itself but has to be used to solve the problem. The requester sets the submission time (csm:submissionTime) when the task is accessible for the crowd and the closure time (csm:closureTime) when the task expires.

The identification of the target audience (csm:TargetAudience) allows to set an initial general restriction of the size of the crowd. The crowdsourcing task can be addressed either to the employees of the enterprise, to the public domain, i.e., people who are not employees of the company, or to both the employees and the public community. Thus, the target audience can be set as an internal, external, or hybrid crowd [29]. Setting the target audience of a crowdsourcing activity is important for the company if the confidentiality of the contributions becomes an issue. Additionally, the level of confidentiality (csm:confidentialityLevel) informs the participants whether technical documents or additional data can be passed on to third parties.

Doan et al. introduce several types of target problems. The participants in a crowdsourcing activity can evaluate, share, network, build artifacts, or execute tasks [8]. Likewise, Corney et al. classify crowdsourcing work into three main types of tasks: creation tasks, evaluation tasks, and organizational tasks [4]. The specification of an action type (csm:ActionType) that has to be performed can support the participant in searching a suitable task. Moreover, crowdsourcing tasks often differ in complexity and range from simple, moderate, to sophisticated tasks [23]. Other classification schemes group crowdsourcing tasks into simple, complex, and creative tasks [25]. A division into three complexity degrees is adopted, namely simple, moderate, and complex *(csm:complexityLevel).*

Three semantic elements focus on the task significance, urgency, and effort. Depending on the importance of concurrent tasks, the requester may either increase or decrease the attention of the crowd. This can be done by indicating different priority levels (csm:priorityLevel). For some tasks, such as the collaborative creation of a knowledge repository, the focus lies on the accuracy of the contribution. In this case, the latency (csm:LatencyType) between issuing a task and getting an answer to the task does not matter. These tasks are defined as untimed. In other cases, such as an instant

translation during a meeting, receiving an immediate reply is critical for the quality experience of the requester [19]. This class particularly addresses the increasing prevalence of real-time crowdsourcing [2]. Finally, the required effort can be determined by setting the estimated time required to complete the task (csm:estimatedDuration).

Influencing the degree of interaction between crowd members has a significant impact on the quality of the crowdsourcing outcome [1]. The ontology provides two mechanisms to control the interaction among crowd members. The first one influences the interaction indirectly by setting the visibility of contributions (csm:visibilityMode). The visibility defines whether the workers can see each other's contributions. This decision regarding visibility is critical for the outcome of the task, as it may either foster collaboration to incrementally approach a better solution or promote greater diversity of contributions if they are kept locked. The second mechanism enables or disables peer-to-peer collaboration by forbidding or permitting direct communication between the participants (csm:interactionMode).

Schenk and Guittard distinguish between two central aggregation mechanisms (csm:AggregationType) to combine the contributions of the crowd, namely integrative and selective crowdsourcing [25]. In an integrative crowdsourcing process, the individual's contribution only becomes valuable when combined with other contributions. In contrast to integrative crowdsourcing, selective crowdsourcing perceives the individual's contribution as inherently valuable, as it addresses a specific problem directly. It is assumed that for both mechanisms the creation of the individual's contribution can proceed in parallel. However, if the outcome of a crowdsourcing process relies on improving a contribution iteratively by responding to contributions from other participants, such as creating a document and refining it step by step, a third aggregation mechanism called iterative crowdsourcing is introduced. The number of people who work in either of these three modes are determined by the datatype property csm:numberOfAssignments. An overview of all classes and properties related to the task class is given in Table 3.

Element	**Possible values**
csm:instruction	free text that contains the instruction for the task
csm:submissionTime	time when the task is accessible for the crowd
csm:closureTime	time when the task expires
csm:TargetAudience	internal, external, hybrid
csm:confidentialityLevel	low (limited impact), moderate (serious impact), high (severe impact)
csm:ActionType	evaluate, share, network, build artifacts, or execute tasks
csm:complexityLevel	simple, moderate, complex
csm:priorityLevel	low, neutral, high
csm:LatencyType	immediate, untimed
csm:estimatedDuration	estimated time required to complete the task
csm:visibilityMode	hidden (false), visible (true)
csm:interactionMode	disabled (false), enabled (true)
csm:AggregationType	integrative, selective, iterative
csm:numberOfAssignments	number of participants who will be assigned to one task

Table 3: Classes and properties related to the task class

4.4 Requirements

The requirement class (csm:Requirement) consists of two subclasses (see Table 4 and Table 5): the human requirement class (csm:HumanRequirement) and the technical requirement class (csm:TechnicalRequirement). As mentioned before, attracting, finding, and selecting the right users for a given crowdsourcing task is highly nuanced and context-sensitive, requiring the configuration of several demographic characteristics of the crowd, such as the gender, the age, the spoken language, or the country of origin (csm:gender, csm:ageMin, csm:ageMax, csm:language, csm:country). Other properties define the qualifications of the participant. These are the job title, the qualification type, the corresponding qualification level, and the number of approved tasks of a certain qualification type (csm:jobTitle, csm:qualificationType, csm:qualificationLevel, csm:numberOfApprovedTask). From a technical point of view, some forms of crowdsourcing, such as mobile crowdsourcing, require mechanisms to set hardware and software specifications beforehand (csm:hardwareDevice, csm:hardwareFeature, csm:operatingSystem, csm:softwarePlatform).

Element	Possible values
csm:gender	1-digit gender code according to ISO/IEC 5218
csm:ageMin	minimum age in years
csm:ageMax	maximum age in years
csm:language	2-digit language code according to ISO 639-1
csm:country	3-digit country code according to ISO 3166-1 alpha-3
csm:jobTitle	6-digit code of the standard occupational classification (SOC)
csm:qualificationType	any academic degree, certificate, or skill needed to solve the task
csm:qualificationLevel	the proficiency level of a qualification (poor, fair, good, very good, excellent)
csm:approvalRate	the ratio of properly solved tasks to the number of submitted tasks
csm:numberOfApprovedTasks	the number of properly solved tasks

Table 4: Datatype properties of the human requirement class

Element	Possible values
csm:hardwareDevice	any hardware device (e.g., personal computer, mobile phone, smartphone, tablet computer)
csm:hardwareFeature	any build-in feature of the hardware device (e.g., processor, memory, GPS, camera, accelerometer, gyrometer)
csm:operatingSystem	any operating system for personal computers or mobile devices (e.g., Microsoft Windows, OS X, Linux, Android, Windows Phone, iOS)
csm:softwarePlatform	any operating system independent platform (e.g., Java, Firefox)

Table 5: Datatype properties of the technical requirement class

4.5 Reward Mechanism

One challenge in enterprise crowdsourcing is to provide an appropriate mix of incentives to motivate the crowd to participate in a crowdsourcing activity [18]. As the requester has little or no influence on the intrinsic motivation of the participants, the ontology focuses mainly on incentives representing different types of direct compensation. Other types of motives and corresponding incentives are modeled only indirectly. For example, the incentive to foster self-marketing may be provided by the

functionality to create user profiles that allow the participants to present their skills, experience, and knowledge to the crowd community.

To customize a reward, three classes can be related to the reward mechanism class (csm:RewardMechanism). First, the nature of the reward (csm:RewardNature) describes how a worker's contribution is rewarded. A reward may either be fixed, such as a certain amount of money disbursed after completing a task, proportional, such as a share of virtual points, or performance-based, such as a prize that depends on the ranking in a competition [4]. If no reward is stated, the nature of the reward is marked as voluntary. Second, the type of the reward (csm:RewardType) allows to specify what kind of reward is offered. On the one hand, a reward may be of immaterial value, such as providing virtual points that improve the worker's reputation, money in the form of a bonus that increases the salary, or access to a resource, which may or may not be related to the actual crowdsourcing initiative itself, for example, a knowledge repository. In addition, physical goods may be used to compensate workers for their efforts. Third, the payout method (csm:PayoutMethod) defines which participants in the crowdsourcing activity are rewarded, for example, all, the winner only, or the top ten participants. Finally, the amount (csm:amount), including an optional currency code (csm:currency), indicates the number of points or the monetary value of the reward. All classes and properties that are related to the reward mechanism class are recapitulated in Table 6.

Element	**Possible values**
csm:RewardNature	voluntary, fixed, proportional, performance-based
csm:RewardType	none, virtual points, money, discount, coupon, lottery, good, resource access
csm:PayoutMethod	all, winner, top 10
csm:amount	number of points or monetary value
csm:currency	3-digit currency code according to ISO 4217

Table 6: Classes and properties related to the reward mechanism class

4.6 Evaluation Mechanism

In the evaluation mechanism class (csm:EvaluationMechanism), two evaluation subjects (csm:EvaluationSubject) are distinguished: the user and the contribution. A user may be evaluated before starting the first task (ex-ante) or after finishing a task (ex-post). The former applies to entry questions, pre-qualification tasks, or gold standard data to determine the expertise or skill level of a worker [5]. The latter considers acceptance and rejection decisions about historic contributions [20]. The users may also get feedback on the quality of the contribution during the work in progress. Thus, the evaluation mechanism class differentiates between three points of evaluation time, although they do not all logically apply to both evaluation subjects; for instance, a contribution cannot be evaluated before its creation.

The next class of the evaluation mechanism represents the choice of the evaluation source (csm:EvaluationSource). Zhao and Zhu note that the quality of contributions may either be checked manually by experts or peer workers, often by using a voting and rating mechanism, or automatically by the crowdsourcing system itself, using a specific data processing technique, such as a data mining or machine learning algorithm [32]. Additionally, evaluation services offered by third party organizations may be employed. Dow et al. mention two further sources of evaluation [9]. The contributors may assess their own work or the requesters may make the evaluation themselves.

Hirth et al. describe two major evaluation methods (csm:EvaluationMethod): the majority decision and the control group approach [14]. The majority decision approach assigns the task to multiple users who submit their individual results to the crowdsourcing system, and finally selects the most frequent result. In contrast, the control group approach assigns the task to one worker who completes the task. Afterwards, the crowdsourcing system sends the control group multiple validation tasks with the request to rate the submitted solutions. The solution will be accepted if the majority of the control group members decide it is correct.

The last class of the evaluation mechanism refers to the specificity of the evaluation (csm:EvaluationSpecificity), which may be a simple acceptance or rejection, a rating, for example, on a five star rating scale, an assessment form that codifies domain knowledge into pre-authored statements, or a custom free text response [9]. Table 7 summarizes all classes related to the evaluation mechanism class.

Element	Possible values
csm:EvaluationSubject	user, contribution
csm:EvaluationTime	before, simultaneously, after
csm:EvaluationSource	requester, self, expert, peer workers, third party, algorithm
csm:EvaluationMethod	majority decision, control group
csm:EvaluationSpecificity	accept or reject, rating, assessment form, free form

Table 7: Classes related to the evaluation mechanism class

4.7 Contribution

Contributions (csm:Contribution) comprise all data records, content items, documents, or code fragments that are part of the solution of the crowdsourcing task (csm:Task).

5 Evaluation

The proposed ontology is an attempt to increase the semantics in enterprise crowdsourcing environments. Although a full evaluation based on the annotation of existing crowdsourcing data assets is in progress, the following brief assessment shows first evidence that the key representational requirements are well covered. The general applicability of the ontology is proven with respect to the requirements and central questions stated in section 3:

- *R1: Task specification.* The ontology defines a wide range of classes and properties to create a consistent and complete task specification, such as the goal, the instruction, or the reward and evaluation mechanism. A crowdsourcing system may guide the requester of a task through each of these elements by providing valuable hints on how to compose meaningful and consistent descriptions. A requester can also apply the ontology to search for participants who have already solved a crowdsourcing task with similar task characteristics.
- *R2: Task allocation.* The ontology provides several classes and properties to describe human and technical requirements of a crowdsourcing task in detail. On the one hand this allows the participants to easily find and select a task that fits best with their experience and knowledge. On the other hand a crowdsourcing system may recommend automatically a crowdsourcing task according to the self-defined qualifications or demographic characteristics of the user. Besides the

human and technical requirements, a potential user might search for available crowdsourcing tasks according to preferred rewards, time constraints, or certain task types (evaluate, create, etc.).

- *R3: Team building.* The proposed ontology allows for the definition of multiple requirements to form homogenous or heterogeneous competence clusters. A crowdsourcing system may suggest additional team members that have skills, experiences, or knowledge that are still missing in order to accomplish the task. The integration of the FOAF and schema.org vocabulary gives access to the enterprise social network and hence to existing virtual communities of the user.
- *R4: Transaction transparency and quality control.* The ontology allows the tracking of the status of a crowdsourcing project, for example, we can apply the ontology to query how many and what type of participants contributed to a task. Additionally, we might learn about appropriate reward (type, nature, and amount) and evaluation mechanisms (time, method, source, specificity) for certain action types of a crowdsourcing task by statistically evaluating previously completed projects.
- *R5: Interoperability.* The definition of a common shared set of classes and properties that are equally understood among software architects and developers supports the integration of a crowdsourcing system into an existing ICT infrastructure and allows for standardized data exchange between diverse systems.

6 Conclusion

The principal outcome of this work is a lightweight ontology to support enterprise crowdsourcing activities. Although the ontology that is expressed as an OWL ontology provides a reasonable set of classes and properties to describe diverse crowdsourcing activities, several challenges remain to be addressed in future research and discussed among a wider audience. First, some of the datatype properties, such as the confidentiality level or the qualification type, are currently modeled as literal data types but might be candidates for individuals. As the objective is to develop a lightweight and practically useful ontology, balancing between simplicity and semantics of the crowdsourcing ontology remains a key challenge. Second, the proposed ontology currently adopts only concepts and properties from the FOAF, schema.org, and GoodRelations specifications. The semantic web community strongly recommends the reuse of existing standards and vocabularies. Therefore, future research should focus on the integration of additional specifications, such as Dublin Core, activitystrea.ms, SIOC, or PROV-O. This may, for example, prove useful in describing the contribution and external resource classes in more detail. Third, even though the ontology suggests a set of classes and properties to describe the reward and evaluation mechanism of a crowdsourcing activity, additional investigation and adjustment of the ontology is required in order to represent even more complex configurations. Therefore, we encourage researchers from the enterprise modeling, crowdsourcing, linked data, and semantic web community to critically review, comment, and where necessary to change or to extend the ontology. Further rigorous evaluation steps, such as conducting interviews with experts or annotating large crowdsourcing data assets, should be pursued in order to achieve successive adjustment and improvement as well as the widespread dissemination and acceptance of the ontology in research and practice.

7 References

[1] Aparicio, M; Costa, CJ; Braga, AS (2012): Proposing a system to support crowdsourcing. In: *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication*. ACM, New York.

[2] Bernstein, MS; Brandt, J; Miller, RC; Karger, DR (2011): Crowds in two seconds: enabling realtime crowd-powered interfaces. In: *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User Interface Software and Technology*. ACM, New York.

[3] Chandler, D; Kapelner, A (2013): Breaking monotony with meaning: Motivation in crowdsourcing markets. Journal of Economic Behavior & Organization *90*(0):123–133.

[4] Corney, JR; Torres-Sanchez, C; Jagadeesan, AP; Regli, WC (2009): Outsourcing labour to the cloud. International Journal of Innovation and Sustainable Development 4(4):294–313.

[5] Corney, JR; Torres-Sánchez, C; Jagadeesan, AP; Yan, XT; Regli, WC; Medellin, H (2010): Putting the crowd to work in a knowledge-based factory. Advanced Engineering Informatics 24(3):243–250.

[6] Cosley, D; Frankowski, D; Terveen, L; Riedl, J (2007): SuggestBot: Using intelligent task routing to help people find work in Wikipedia. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent User Interfaces*. ACM, New York.

[7] Das, R; Vukovic, M (2011): Emerging theories and models of human computation systems: A brief survey. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Ubiquitous Crowdsouring*. New York.

[8] Doan, A; Ramakrishnan, R; Halevy, AY (2011): Crowdsourcing systems on the World-Wide Web. Communications of the ACM, 54(4):86–96.

[9] Dow, S; Kulkarni, A; Klemmer, S; Hartmann, B (2012): Shepherding the crowd yields better work. In: *Proceedings of the Conference on Computer Supported Cooperative Work*. New York.

[10] Eickhoff, C; de Vries, AP (2011): How crowdsourcable is your task? In: *Proceedings of the Workshop on Crowdsourcing for Search and Data Mining (CSDM) at the Fourth ACM International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM)*. Hong Kong.

[11] Grüninger, M; Fox, MS (1995): Methodology for the design and evaluation of ontologies. In: *IJCAI'95, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*. Montreal.

[12] Hetmank, L (2013). Towards a Semantic Standard for Enterprise Crowdsourcing – A Scenario-based Evaluation of a Conceptual Prototype. In: *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems*. Utrecht.

[13] Hetmank, L (2013). Components and Functions of Crowdsourcing Systems – A Systematic Literature Review. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik*. Leipzig.

[14] Hirth, M; Hossfeld, T; Tran-Gia, P (2011): Cost-optimal validation mechanisms and cheat-detection for crowdsourcing platforms. In: *Proceedings of the 5th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS)*. Seoul.

[15] Jayakanthan, R; Sundararajan, D (2012): Enterprise crowdsourcing solution for software development in an outsourcing organization. In: Harth, A; Koch, N (Hrsg), *Current Trends in Web Engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg:177–180.

[16] Kittur, A; Khamkar, S; André, P; Kraut, R (2012): CrowdWeaver: Visually managing complex crowd work. In: *Proceedings of the ACM 2012 Conference on Computer Supported Cooperative Work*. ACM, New York.

[17] Klinger, J; Lease, M (2011): Enabling trust in crowd labor relations through identity sharing. Proceedings of the American Society for Information Science and Technology: 48(1):1–4.

[18] Leimeister, J M; Huber, M; Bretschneider, U; Krcmar, H (2009): Leveraging crowdsourcing: Activation-supporting components for IT-based ideas competition. Journal of Management Information Systems, 26(1):197–224.

[19] Liu, Y; Lehdonvirta, V; Kleppe, M; Alexandrova, T; Kimura, H; Nakajima, T (2010): A crowdsourcing based mobile image translation and knowledge sharing service. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*. ACM, New York.

[20] Mashhadi, A J; Capra, L (2011): Quality control for real-time ubiquitous crowdsourcing. In: *Proceedings of the 2nd International Workshop on Ubiquitous Crowdsouring*. ACM, New York.

[21] Nielsen, M (2011): Reinventing discovery: The new era of networked science. Princeton University Press.

[22] Pedersen, J; Kocsis, D; Tripathi, A; Tarrell, A; Weerakoon, A; Tahmasbi, N; Jie Xiong; Wei Deng; Onook Oh; de Vreede, G-J (2013): Conceptual foundations of crowdsourcing: A review of IS research. In: *HICCS-46 Hawaii International Conference on System Science*. Maui.

[23] Rouse, AC (2010): A preliminary taxonomy of crowdsourcing. In: *Proceedings of the 21st Australasian Conference on Information Systems*. Brisbane.

[24] Schall, D. (2012): Service-oriented crowdsourcing : Architecture, protocols and algorithms. Springer, New York.

[25] Schenk, E; Guittard, C (2011): Towards a characterization of crowdsourcing practices. Journal of Innovation Economics 7(1):93–107.

[26] Uschold, M; King, M (1995): Towards a methodology for building ontologies. Technical Report, Artificial Intelligence Applications Institute (AIAI), Edinburgh.

[27] Villarroel, JA; Reis, F (2010): Intra-corporate crowdsourcing (ICC): Leveraging upon rank and site marginality for innovation. In: *Proceedings of the CrowdConf 2010*. San Francisco.

[28] Vukovic, M (2009): Crowdsourcing for enterprises. In: Conference on Services – I. Los Angeles.

[29] Vukovic, M; Bartolini, C (2010): Towards a research agenda for enterprise. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Leveraging Applications of Formal Methods, Verification, and Validation*. Heraclion.

[30] Vukovic, M; Laredo, J; Rajagopal, S (2010): Challenges and experiences in deploying enterprise crowdsourcing service. In: Benatallah, B; Casati, F; Kappel, G; Rossi, G (Hrsg), *Web Engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg: 460–467.

[31] Vukovic, M; Lopez, M; Laredo, J (2010): PeopleCloud for the globally integrated enterprise. In: Dan, A; Gittler, F; Toumani, F (Hrsg), *Service-Oriented Computing. ICSOC/ServiceWave 2009 Workshops*. Springer, Berlin/Heidelberg: 109–114.

[32] Zhao, Y; Zhu, Q (2012): Evaluation on crowdsourcing research: Current status and future direction. Information Systems Frontiers, 1–18.

Teilkonferenz: Geschäftsmodelle und Digitalisierung

Geschäftsmodelle sind zu einem etablierten Thema der Wirtschaftsinformatik geworden. Die Forschung dazu geht in die zweite Phase. In der ersten Phase standen definitorische und grundlegende Fragen im Mittelpunkt. In der zweiten Phase geht es um die konkreten Ausprägungen von Geschäftsmodellen. Alle sechs für diesen Track akzeptierten Beiträge sind dieser zweiten Kategorie zuzuordnen. Vier Beiträge setzen an einzelnen Branchen und zwei an konkreten Technologien an. In die erste Kategorie fallen die Beiträge zu den Geschäftsmodellen für die Computer- und Videospielindustrie, für das E-Learning, für Suchmaschinenanbieter und für die Logistik. In die zweite Kategorie fallen Beiträge zur Entwicklung von Geschäftsmodellen aus dem Cloud-Computing und aus dem Big-Data-Konzept heraus.

Im Programmkomitee für diesen Track haben mitgewirkt: Thomas Hess, (LMU München, Vorsitz), Jörg Becker (Universität Münster), Alexander Benlian (TU Darmstadt), Peter Buxmann (TU Darmstadt), Dennis Kundisch (Universität Paderborn), Marco Leimeister (Universität Kassel / Universität St. Gallen), Peter Loos (Universität des Saarlandes), Hubert Österle (Universität St. Gallen), Martin Spann (LMU München) und Daniel Veit (Universität Augsburg).

Dieser Track knüpft an den Workshop zum Thema Geschäftsmodelle auf der letzten MKWI an. Aus diesem Workshop ist u.a. ein programmatisch ausgerichtetes Papier zur Geschäftsmodell-Forschung in der Wirtschaftsinformatik entstanden, siehe Veit et al: Business Models – An Information Systems Research Agenda, erscheint in: Wirtschaftsinformatik/ Business and Information Systems Engineering 1/2014.

Dezember 2013

Thomas Hess

(Teilkonferenzleitung)

Integrierte Preisvergleiche in Suchmaschinen und deren Auswirkung auf das Geschäftsmodell klassischer Preissuchmaschinen

Christian Matt

Ludwig-Maximilians-Universität München, Ludwigstr. 28, 80539 München,
E-Mail: matt@bwl.lmu.de

Christian Suffel

Ludwig-Maximilians-Universität München, Ludwigstr. 28, 80539 München,
E-Mail: suffel@campus.lmu.de

Research in Progress Paper

Abstract

Aufgrund der Vielzahl an Händlern im Internet greifen viele Konsumenten vor anstehenden Produktkäufen auf Preissuchmaschinen (PSM) zurück, um sich einen Überblick über verfügbare Preise zu verschaffen. Neben eigenständigen PSM-Anbietern bieten Internetsuchmaschinen (ISM) vergleichbare Dienste mittlerweile ebenfalls an (z.B. Google Shopping); letztere haben gegenüber den klassischen Anbietern allerdings den Vorteil, ihr Angebot in den Suchprozess des Nutzers frühzeitig einbinden und besonders hervorheben zu können. Dennoch ist weitgehend unklar, wie sich die neue Wettbewerbssituation auf die Geschäftsmodelle klassischer PSM-Betreiber auswirkt. Wir untersuchen mit Hilfe eines nutzerzentrierten Internetexperiments den Einfluss von in Internetsuchmaschinen integrierten Preisvergleichen auf die Nutzung von klassischen PSMs und variieren dabei die Qualität der Ergebnisse der integrierten PSM. Erste Ergebnisse zeigen, dass die neuen Mitbewerber eine Gefahr für klassische PSMs darstellen, deren Akzeptanz aber stark von der Qualität der Suchergebnisse abhängt.

1 Einführung

Zu Beginn der E-Commerce-Entwicklung bestand die Annahme, dass Preisdifferenzen zwischen Händlern im Internet mit der Zeit verschwinden könnten („law of one price“). Bekanntermaßen variieren die Preise zahlreicher Produkte bei verschiedenen Händlern weiterhin [12]. Aufgrund der Anbietervielfalt im Internet ist es für Konsumenten jedoch oft kaum möglich, alle infrage kommenden Online-Shops direkt oder über Internetsuchmaschinen (vgl. Pfade a und d in Bild 1) aufzusuchen und sich einen Überblick über Preise für ein Produkt zu verschaffen. Preissuchmaschinen (PSMs) sollen Nutzer bei der Auswahl des günstigsten Anbieters unterstützen. Traditionell sind PSMs eigene Webseiten (im Folgenden daher „externe PSM“ (ePSM) genannt), die entweder direkt über eine URL oder ebenfalls über eine Internetsuchmaschine aufgerufen werden können (Pfade b und c). Neue Bewegung kam in den Markt, als sich einige ISMs im Zuge der fortwährenden Ausweitung ihrer Dienstleistungen entschlossen, eigene PSMs in ihre Webseiten zu integrieren (im Folgenden werden diese als „integrierte PSM“ (iPSM) bezeichnet). Durch die neu hinzugekommenen iPSMs eröffnet sich für Nutzer ein neuer Weg (Pfad e), um eine Übersicht über Produktpreise zu erhalten, ohne den zusätzlichen Weg über eine ePSM gehen zu müssen.

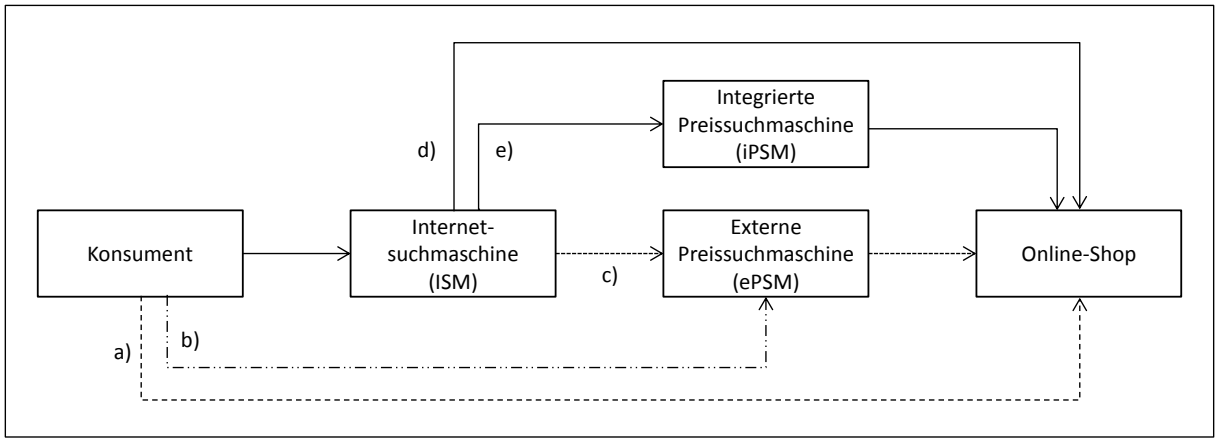


Bild 1: Möglichkeiten der Preis- und Händlersuche im Internet

Für Betreiber von ePSMs (wie z.B. idealo.de oder guenstiger.de) bedeutet dies aber vor allem neue Konkurrenz durch integrierte Angebote wie etwa Google Shopping. Letztere haben gegenüber ePSMs den Vorteil, dass sie ihre Ergebnisse oberhalb der organischen Suchergebnisse anzeigen und hierdurch Nutzer (d.h. ohne den Besuch einer gesonderten Webseite) direkt auf das Produktangebot leiten können. Der Eintritt von ISMs in den Markt der Preissuche schafft darüber hinaus weiteres Potential für Interessenskonflikte. So wurde Betreibern von ISMs in der Vergangenheit immer wieder eine bewusste Beeinflussung der regulären Suchresultate vorgeworfen. Seit November 2010 läuft etwa ein EU-Kartellrechtsverfahren gegen Google mit dem Vorwurf, dass das Unternehmen seine Marktmacht missbrauche und eigene Angebote gegenüber der Konkurrenz bevorzuge. So erscheint es auch durchaus möglich, dass Internetsuchmaschinen externe PSMs in den Suchrankings bewusst niedriger positionieren, um eigene Angebote zu stärken.

Die Frage der Priorisierung von Inhalten stellt sich aber auch für die eigentliche Preissuche selbst, denn auch hier unterscheiden sich viele integrierte und externe PSMs. Während ePSMs meist ein vollständiges Preisangebot anstreben, kündigte bspw. Google im Frühjahr 2013 an, dass Google Shopping fortan rein werbefinanziert arbeiten werde. Bei diesem „pay-to-play“-Modell lautet die Maxime demnach nicht, alle im Markt verfügbaren Preise auszulisten, sondern nur die Anbieter, die ein entsprechendes Entgelt für die Darstellung ihrer Produkte zahlen. Es bleibt allerdings fraglich, ob

dieser Umstand den meisten Internetnutzern bekannt ist, oder ob diese beim Kauf von Produkten über die iPSM die günstigsten Preise erwarten, ohne weitere Preisrecherchen durchzuführen. Aus diesem Kontext heraus ergeben sich die zugrunde liegenden Fragestellungen:

1) Ein vergleichbares Leistungsspektrum vorausgesetzt, welchen Einfluss hat die Präsenz der integrierten PSM auf externe PSMs?

2) Welchen Einfluss hat die Vollständigkeit der Suchergebnisse der integrierten PSM auf ihre Akzeptanz?

Um diese Fragestellungen zu beantworten, führen wir ein Internetexperiment durch, welches die Perspektive eines Internetnutzers abbildet. Die Beantwortung dieser Forschungsfragen verspricht weitere Erkenntnisse in Bezug auf das Potenzial dieses neuen Geschäftsmodells für Suchmaschinenbetreiber sowie die resultierenden Auswirkungen auf Betreiber klassischer Preissuchmaschinen.

Der restliche Aufbau ist wie folgt unterteilt: Zunächst werden Grundlagen zu Preissuchmaschinen dargestellt und erläutert. Im darauf folgenden Abschnitt werden das Forschungsmodell und der Analyserahmen erläutert. Die Konzeption, die Umsetzung und die ersten Ergebnisse sowie die Limitationen des Experiments schließen sich an.

2 Preissuchmaschinen im Internet

Internetsuchmaschinen haben in den letzten Jahren ihren Einfluss stetig vergrößert und sind für viele Nutzer mittlerweile Alltag geworden [8]. Das Geschäftsmodell von ISMs beruht dabei auf der Bündelung von Informationen und der Abstimmung von Suchanfragen und dazu passenden Suchresultaten, was letztlich der Reduktion von Suchkosten auf Seiten der Nutzer dient [11; 13]. Bei PSMs hingegen ist das Leistungsangebot speziell auf die Identifikation und den Preisvergleich von Produktangeboten über verschiedene Online-Shops hinweg ausgerichtet. Dies ist für Nutzer relevant, da auch auf elektronischen Märkten Preisdispersion (d.h. Unterschiede in Produktpreisen zwischen Händlern [5]) weiterhin präsent ist, wie zahlreiche Studien belegen [4; 10; 12]. PSMs aggregieren die Preise von verschiedenen Online-Shops und sollen damit den Suchaufwand für Nutzer reduzieren und eine etwaige Informationsüberlastung vermeiden [7]. Studien kamen dabei jedoch zu dem Ergebnis, dass die in PSMs enthaltenen Preise keinesfalls immer vollständig sind und dass signifikante Unterschiede in der Qualität der Suchresultate zwischen verschiedenen PSMs bestehen können [1].

PSMs generieren Erlöse zumeist sowohl durch Werbung als auch durch Transaktionen, letztere etwa in Form von erfolgten Weiterleitungen auf Webseiten (pay-per-click), Kundenanfragen (pay-per-lead) oder Verkäufen (pay-per-sale). Derlei Gebühren können als sog. „Third-Party-Payer“-Geschäftsmodell an Konsumenten weitergereicht und somit zu höheren Preisen führen [6]. Für den Nutzer ist zudem nicht immer transparent, inwieweit eine gebührenfinanzierte PSM überhaupt noch ihren eigentlichen Zweck – die objektive und vollständige Auflistung der günstigsten verfügbaren Produktpreise – erfüllt. Unterschiedliche Konditionen mit einzelnen Online-Shops könnten durchaus ein Grund für deren bewusste Bevorzugung oder Benachteiligung bei Suchrankings darstellen.

Für den Fall, dass eine PSM keine vollständigen Suchresultate liefert, könnte dies zu fehlendem Vertrauen in die PSM und folglich geringerer Nutzung der PSM führen. Aufgrund asymmetrischer Informationsverteilung ist es Nutzern jedoch nur schwer möglich, die Qualität der Suchergebnisse einschätzen zu können. Dies wiederrum könnten sich Betreiber von PSMs bewusst zunutze machen und gegen Zahlung zusätzlicher Erlöse gewisse Anbieter bevorzugen, ohne dass sie dies den Nutzern

kommunizieren. Durch den Eintritt der iPSMs in den Markt der Preissuchmaschinen stellt sich diese Vertrauensfrage für den Nutzer gleich doppelt – weder bei iPSM noch ePSM können sich Nutzer bewusst sein, wirklich die günstigsten Preise aufgelistet zu bekommen. Es bleibt somit auch unklar, welche der zwei Optionen von Nutzern bevorzugt wird, oder ob diese verstärkt auf den Einsatz von Preissuchmaschinen verzichten.

3 Analyserahmen

PSMs sollen Nutzer unterstützen, einen schnellen Überblick über die im Markt für ein Produkt verfügbaren Preise zu erhalten, um somit Suchkosten zu reduzieren. Als primäres Ziel gelten aus Sicht der Nutzer somit vorwiegend die Vollständigkeit und die Unverfälschtheit der Suchergebnisse, d.h. dass die PSM die derzeit niedrigsten Preise primär anzeigt.

Vorausgesetzt die Funktionalitäten von iPSM und ePSM unterscheiden sich in diesem Punkt nicht substantiell, dann sollte (ceteris paribus) durch die hinzugekommene Konkurrenz die Nutzung der ePSM zurückgehen. Dies lässt sich auch dadurch begründen, dass die iPSM zu abermals geringeren Suchkosten auf Seiten der Nutzer führen kann, da der zusätzliche Besuch einer weiteren Webseite entfällt und Nutzer stets bestrebt sind, Suchkosten zu minimieren [14]. Hinzu kommt, dass die integrierte PSM durch eine präsentere Darstellung der Suchergebnisse (an oberster Position innerhalb der Suchresultate und untermalt durch zusätzliche Produktfotos) weitere vermeintliche Vorteile gegenüber der externen PSM aufweist. Die Frage ist jedoch nicht nur, ob ePSM an Marktanteil verlieren, sondern vor allem auch, welche Nutzungseinbußen die klassischen PSMs aufgrund der neu hinzugekommen iPSMs zu verzeichnen haben. Diese Fragestellung stellt somit den ersten Schwerpunkt der hiesigen Untersuchung dar.

Wie zuvor diskutiert, ist die Qualität der Suchergebnisse einer PSM (d.h. die Vollständigkeit in Bezug auf die günstigsten Preise) für den Nutzer meist nicht transparent erkennbar. Eine unvollständige Auflistung der günstigsten Preisangebote kann beim Nutzer zu höheren Kaufpreisen führen. Ist dieser Umstand Nutzern bekannt, kann dies Einfluss auf das Vertrauen von Nutzern gegenüber der PSM haben. Nutzer hinterfragen Suchergebnisse jedoch relativ oft nicht [9]. Daher stellt sich zum einen die Frage, ob Nutzer die Unvollständigkeit der Preisinformationen überhaupt feststellen. Andererseits, selbst wenn Nutzer Qualitätsunterschiede zwischen PSMs bemerken, können andere Faktoren (bspw. die Gewöhnung an das Nutzerinterface) die Nachteile schlechterer Suchresultate gegenüber anderen PSMs, aber auch gegenüber einer manuellen Preissuche, ausgleichen. Hierdurch kann es für Nutzer rational sein, sich bewusst für die Suchmöglichkeit mit den geringsten Suchkosten zu entscheiden, auch wenn diese schlechtere Suchresultate impliziert. Bei dieser Abwägung ist jedoch zu berücksichtigen, dass Suchkosten im Internet weit niedriger sind als in der physischen Welt [3]. Geringe Suchkosten ermöglichen Nutzern einerseits zumindest eine kostengünstige stichprobenartige Überprüfung der Suchresultate der PSM über verschiedene Online-Shops hinweg. Andererseits lassen sie auch vermuten, dass viele Nutzer möglicherweise nicht bereit sind, sich im Falle höherer Preise bewusst für die Nutzung der iPSM zu entscheiden. Um dies zu überprüfen, wird daher die Nutzungshäufigkeit der integrierten PSM in Abhängigkeit von deren Vollständigkeit der Suchergebnisse untersucht.

Die hiesige Fragestellung wird im Rahmen eines Internetexperiments untersucht. Ein Internetexperiment ist hierfür besonders geeignet, da in der kontrollierten Experimentalumgebung die Wechselwirkungen zwischen iPSM und ePSM direkt beobachtet, gemessen und ausgewertet werden können. Nicht nur, dass Felddaten in diesem Bereich schwer zugänglich sind, sie wären darüber

hinaus vermutlich zahlreichen Störeinflüssen (wie bspw. dem Einfluss von Markennamen, stetig schwankenden Preisen) unterworfen, die im Rahmen eines Experiments gezielt vermieden werden können.

4 Implementierung als Internetexperiment

Unser Internetexperiment verfolgte das Ziel, die reale Anwendungsumgebung bestmöglich nachzubilden (vgl. Bild 2). Da Verzerrungen gegenüber der Realität dennoch nicht ganz auszuschließen waren, wurden zusätzlich Kontrollgruppen als Basisfälle implementiert, in denen iPSM und-/oder ePSM nicht präsent waren, um deren Effekte gezielt isolieren zu können. Als zweiter Faktor wurde im Rahmen des Experiments die Qualität der iPSM in Bezug auf die günstigsten Preise im Markt, ebenfalls in zwei Stufen, variiert. Insgesamt wurden sechs Gruppen, zu denen Teilnehmer randomisiert zugeordnet wurden, implementiert (vgl. Tabelle 1).

Jeder Teilnehmer absolvierte fünf Runden, wobei keine Veränderung der Treatments im Verlauf der fünf Runden stattfand. In jeder Runde hatten die Teilnehmer die Aufgabe, ein Smartphone (Samsung Galaxy 4) zu einem möglichst günstigen Preis zu erwerben. Die Teilnehmer konnten dabei wählen, ob sie über die Internetsuchmaschine jeweils einen oder mehrere der 20 Online-Shops ansteuerten, oder sich über die iPSM oder die ePSM zunächst einen Preisvergleich anzeigen ließen und hierüber dann die Online-Shops der Händler auswählten (Pfade c/d/e in Bild 1). All diese Optionen waren beliebig oft möglich und zogen keine monetären Kosten für die Teilnehmer nach sich.

Gruppe	Interne PSM	Externe PSM	Reguläre Suchresultate
1	-	-	1-20
2	1-5	-	1-20
3	6-10	-	1-20
4	-	1-10	1-20
5	1-5	1-10	1-20
6	6-10	1-10	1-20

Tabelle 1: Preisabdeckung der einzelnen Marktteilnehmer

Alle der 20 vertretenen Händler kamen in den Suchresultaten jeweils nur einmal vor, die Ermittlung der Reihenfolge erfolgte randomisiert. Auf Suchmaschinenwerbung und zusätzliche Produktinformationswebseiten, welche sich in der Praxis zumeist ebenfalls in den Suchresultaten wiederfinden, wurde verzichtet. Aus Vereinfachungsgründen wurden lediglich eine ePSM/und eine iPSM implementiert. Die iPSM wurde oberhalb der regulären Suchergebnisse positioniert und enthielt Verweise zu fünf Online-Shops, wobei zu jedem zusätzlich ein Produktbild angezeigt wurde. Aufgrund des „pay-to-play"-Modells der iPSM bildet diese nicht notwendigerweise den gesamten Markt und verfügt somit nicht unbedingt über den günstigsten Preis. So bot die iPSM in den Gruppen 3 und 6 nur die Plätze 6-10 der günstigsten Angebote an.

Die ePSM nahm den obersten Link der regulären Suchergebnisse ein, was der bestmöglichsten Ausgangslage entspricht. In der Praxis kann es je nach Suchanfrage durchaus vorkommen, dass die

ePSM tiefere Positionen innerhalb der Suchresultate einnimmt. Die hier ermittelten Nutzungswerte würden im Falle einer Verschlechterung des Ranks der ePSM wohl noch geringer ausfallen, da der Aufruf von Webseiten stark von deren Rang innerhalb einer ISM abhängt. In der ePSM waren die 10 günstigsten Händler in aufsteigender Reihenfolge der Produktpreise verzeichnet.

Die verfügbaren Preise wurden für jede Runde und für jeden Teilnehmer neu berechnet und den einzelnen fiktiven Händlern zugewiesen. Dies bedeutet, dass unabhängig davon, worüber der Händler aufgerufen wurde (iPSM/ePSM/direkt), der Preis gleich hoch war. Die Preis-Gestaltung und die Abweichungen zwischen den Händlern lehnte sich an frühere Studien und an Marktbeobachtungen an, wobei eine Standardnormalverteilung mit einem mittleren Preis von 520 € und 4% Standardabweichung, welche auf die dreifache Standardabweichung begrenzt ist, gewählt wurde [2]. In den im Experiment angezeigten Preisen waren alle Nebenkosten (bspw. MwSt., Versand) bereits explizit enthalten.

5 Vorläufige Ergebnisse

Das Web-Experiment schlossen 347 Teilnehmer, mit einem hohen Anteil an Studenten, vollständig ab. Die Datenauswertung ist noch nicht vollständig abgeschlossen, sodass eine abschließende Bewertung hier noch nicht vorgenommen werden kann und auf eine Diskussion der Ergebnisse verzichtet wird.

Einen ersten Überblick über die Ergebnisse liefert Tabelle 2, welche neben dem durchschnittlich gezahlten Kaufpreis, den Rang der günstigsten Preises im Markt, die Anzahl der Suchvorgänge, sowie den Anteil der jeweiligen Bereiche, über den der Kauf initiiert wurde, enthält. Die Ergebnisse zeigen substantielle Unterschiede zwischen den einzelnen Treatment-Gruppen, welche sich in der Präsenz der einzelnen Suchmaschinen und in der Qualität der Suchergebnisse der iPSM unterscheiden, auf.

Gruppe	1	2	3	4	5	6
N	55	67	58	53	54	60
Durchschn. Kaufpreis (€)	494,27	485,19	496,49	487,52	483,08	490,52
Durchschn. Rang des Kaufpreises	3,68	1,46	3,75	2,23	1,35	2,92
Anzahl Suchvorgänge	12,82	6,29	9,06	7,44	6,15	6,81
Anteil Käufe über iPSM (%)	-	82,39	34,48	-	61,48	17,33
Anteil Käufe über ePSM (%)	-	-	-	69,06	28,15	54,33
Anteil Käufe über Suchresultate (%)	100,00	17,61	65,52	30,94	10,37	28,33

Tabelle 2: Ergebnisse in den einzelnen Gruppen

Generell sinkt im Vergleich zur Kontrollgruppe 1 (ohne iPSM und ePSM) die Suchhäufigkeit in allen anderen Gruppen. Die Präsenz von einer Suchmaschine führt demnach zu einer Reduktion der Suchkosten auf Seiten der Nutzer. Ebenso scheint insbesondere die iPSM im Fall der Vollständigkeit der Suchergebnisse (d.h. es werden die 1-5 günstigsten Preise angezeigt) das Suchergebnis der Teilnehmer positiv beeinflusst zu haben. So fanden mit einem durchschnittlichen Rang der Kaufpreise

von 1,46 (Gruppe 2) und von 1,35 (Gruppe 5) Nutzer deutlich häufiger den günstigsten Preis im Markt im Vergleich zu den anderen Gruppen. Ganz im Gegensatz dazu scheint eine schlechtere Qualität der Suchergebnisse der iPSM bei Gruppe 3 und 6 (nur die 6-10 günstigsten Preise) den Nutzern bei der Suche nach den günstigsten Preisen geschadet zu haben.

In Bezug auf unsere Forschungsfragen zeigt sich weiterhin, dass die Präsenz der iPSM mit einem der ePSM vergleichbaren Leistungsumfang zu einer starken Verteilung der Nutzungszahlen zugunsten der iPSM führt. In den Gruppen 2 und 5 mit optimaler Qualität der Suchergebnisse der iPSM wurden 82,39% resp. 61,48% der Produktkäufe über sie initiiert. Im gleichen Zuge sinkt bei schlechterer Qualität die Nutzungshäufigkeit der iPSM stark. Liefert diese nur noch die 6-10 günstigsten Preise, so sinkt der Nutzungsanteil beträchtlich und geht sogar unter den der regulären Suchresultate zurück. Viele Nutzer scheinen die Suboptimalität der Suchergebnisse der iPSM schnell bemerkt zu haben und wählten daher eine der beiden Alternativen.

Die finale statistische Validierung dieser ersten Erkenntnisse steht noch aus, in der Grundtendenz scheint sich jedoch eine wohlwollende Akzeptanz der iPSM durch Nutzer anzudeuten, jedoch nur für den Fall, dass die iPSM vollständige Suchresultate liefert.

6 Limitationen des Experiments

Aufgrund der verwendeten Methodik in Form eines Experiments konnten diverse Parameter nicht bzw. nur in restriktiver Form implementiert werden. So wurde den Teilnehmen ein festes Produkt vorgegeben, wenngleich deren tatsächliche Präferenzen abweichen mögen. Ebenso wurden andere möglicherweise relevante Parameter, wie u.a. die Reputation der Händler oder zusätzliche Nebenkosten (bspw. Versandkosten) nicht berücksichtigt. Weiterhin handelte es sich bei dem Experiment um eine fiktive Kaufentscheidung, die Teilnehmer mussten das Produkt daher nicht real kaufen und bezahlen. Längerfristige Geschäftsbeziehungen mit einzelnen Händlern und das daraus entstanden Vertrauen können ebenfalls Einfluss auf die Händlerauswahl nehmen.

7 Literaturverzeichnis

[1] Allen G und J Wu (2010): How well do shopbots represent online markets? A study of shopbots' vendor coverage strategy. European Journal of Information Systems 19 (3):257-272.

[2] Baye MR, J Morgan und P Scholten (2004): Price dispersion in the small and in the large: Evidence from an Internet price comparison site. The Journal of Industrial Economics 52 (4):463-496.

[3] Brynjolfsson E, YJ Hu und D Simester (2011): Goodbye pareto principle, hello long tail: The effect of search costs on the concentration of product sales. Management Science 57 (8):1373-1386.

[4] Chandra A und M Tappata (2011): Consumer search and dynamic price dispersion: an application to gasoline markets. The RAND Journal of Economics 42 (4):681-704.

[5] Clemons EK, I-H Hann und LM Hitt (2002): Price dispersion and differentiation in online travel: An empirical investigation. Management Science 48 (4):534-549.

[6] Clemons EK und N Madhani (2010): Regulation of digital businesses with natural monopolies or third-party payment business models: Antitrust lessons from the analysis of Google. Journal of Management Information Systems 27 (3):43-80.

[7] Hinz O und J Eckert (2010): The impact of search and recommendation systems on sales in electronic commerce. Business & Information Systems Engineering 2 (2):67-77.

[8] Kink N und T Hess (2008): Search engines as substitutes for traditional information sources? An investigation of media choice. The Information Society 24 (1):18-29.

[9] Pan B, H Hembrooke, T Joachims, L Lorigo, G Gay und L Granka (2007): In Google we trust: Users' decisions on rank, position, and relevance. Journal of Computer-Mediated Communication 12 (3):801-823.

[10] Smith MD und E Brynjolfsson (2001): Consumer decision-making at an Internet shopbot: Brand still matters. The Journal of Industrial Economics 49 (4):541-558.

[11] Su B-C (2008): Characteristics of consumer search on-line: How much do we search? International Journal of Electronic Commerce 13 (1):109-129.

[12] Tang Z, MD Smith und A Montgomery (2010): The impact of shopbot use on prices and price dispersion: Evidence from online book retailing. International Journal of Industrial Organization 28 (6):579-590.

[13] Teece DJ (2010): Business models, business strategy and innovation. Long Range Planning 43 (2):172-194.

[14] Zhang J, X Fang und OR Liu Sheng (2007): Online Consumer Search Depth: Theories and New Findings. Journal of Management Information Systems 23 (3):71-95.

Towards Adaptive Business Models for Intelligent Information Logistics in Transportation (Abstract Only)

Kurt Sandkuhl, Ulrike Borchardt, Birger Lantow, Dirk Stamer, Matthias Wißotzki

Universität Rostock, Institut für Informatik, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik, 18057 Rostock
E-Mail: kurt.sandkuhl@uni-rostock.de

Abstract

Technological innovations in the area of wireless sensor networks have established themselves as enablers for new kinds of IT services in many application domains. In order to fully exploit the potential of these technologies, which offer features such as self-organization and spontaneous networking, various industries show examples for innovations on the level of service management as well as with respect to the underlying business models. This contribution investigates potential links between technological innovations, service management and business model flexibility for an example of intelligent information logistics services in transportation and logistics. Based on a case study from transportation, it is shown how self-organization built into a technological platform creates the basis for new types of services and how this affects business models. The implementation of self-organization is based on an application ontology capturing domain knowledge from transportation, the structure and operations of the information logistics service infrastructure, and constituents and dependencies in the business model. The contributions of this paper are (a) an industrial case illustrating new kinds of information logistics services, (b) an analysis of this case from the viewpoints of service management, knowledge architecture and business model, and (c) an analysis how technological infrastructure and business model effect each other.

The full version of this paper is available at:

K. Sandkuhl, U. Borchardt, B. Lantow, D. Stamer, M. Wißotzki (2012) Towards Adaptive Business Models for Intelligent Information Logistics in Transportation. In: N. Aseeva, E. Babkin and O. Kozyrev (Eds.): Perspectives in Business Informatics Research - 11th International Conference, BIR 2012, Nizhny Novgorod, Russia, September 24-26, 2012. Satellite Workshop & Doctoral Consortium Proceedings. Higher School of Economics, Nizhny Novgorod, Russia. ISBN 978-5-502-00042-0.

Literaturübersicht: Geschäftsmodellkomponenten in der Computer- und Videospieleindustrie

Nicolai Hanner

Technische Universität Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin,
E-Mail: nicolai.hanner@tu-berlin.de

Koray Erek

Technische Universität Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin,
E-Mail: koray.erek@tu-berlin.de

Rüdiger Zarnekow

Technische Universität Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin,
E-Mail: ruediger.zarnekow@tu-berlin.de

Abstract

In den letzten Jahren lässt sich in der Computer- und Videospieleindustrie eine starke Marktdynamik beobachten. Es entstehen neue Spiele-Plattformen, neue Erlösmodelle - bei gleichzeitiger Verkürzung der Lebenszyklen einzelner Technologien. Welche Auswirkungen dies auf die Geschäftsmodelle in dieser Industrie hat, ist unklar. Nach wie vor ist aber nur wenig über Geschäftsmodelle in der Computer und Videospieleindustrie bekannt. Diese forscherische Lücke soll Ausgangspunkt für die Zielsetzung des Beitrages sein, den Status Quo von Geschäftsmodellen in dieser Industrie aufzeigen. Dazu wird eine Übersicht wissenschaftlicher Arbeiten erstellt, die die Geschäftsmodellkomponenten in der Computer- und Videospieleindustrie beschreiben. Ferner sollen die Inhalte dieser Arbeiten verglichen und in ein Geschäftsmodell-Framework eingeordnet werden. Daraus werden anschließend weitere Forschungsfelder abgeleitet.

1 Einleitung und Motivation

Die Computer- und Videospieleindustrie soll laut Schätzungen in fünf Jahren weltweit einen jährlichen Umsatz von 70 bis 83 Milliarden Dollar erwirtschaften [17, 37]. Neben der steigenden wirtschaftlichen Bedeutung ist die Computer- und Videospieleindustrie geprägt durch einen hohen Innovationsgrad (in der Entwicklung von Software und Technologien), einer hohen Marktdynamik (z.B. die Etablierung unterschiedlicher und neuer Spiele-Plattformen) und sich schnell wandelnden Wertschöpfungsstrukturen [29, 36, 38, 41]. In den letzten Jahren vollzog sich in der Computer- und Videospieleindustrie, vergleichbar mit anderen Industrien, der Wandel zum E-Commerce [25, 36]. Insbesondere der Wertbeitrag durch Informations- und Kommunikationstechnologien, wirft die Frage nach dem Geschäftsmodell einer Unternehmung auf [2]. Die Geschäftsmodelltheorie trägt hier zum Verständnis der Wertschöpfung, des Wertbeitrags als auch der Erlösmodelle eines Unternehmens bei [9, 12, 28]. Aktuell sind die Geschäftsmodelle der Computer- und Videospieleindustrie aber kaum untersucht und verstanden [31]. Daher soll dieser Beitrag ein erster Schritt in diese Richtung sein.

Ziel dieses Beitrages ist es somit, die existierende Literatur zu Geschäftsmodellkomponenten in der Computer- und Videospieleindustrie zu analysieren um daraus den Status quo der Forschungserkenntnisse zu Geschäftsmodellen in dieser Industrie aufzuzeigen. Dazu wird eine umfassende Literaturübersicht erstellt. Diese stützt sich auf einen Ansatz aus der Geschäftsmodellforschung, um die für die Geschäftsmodelle in der Computer- und Videospieleindustrie relevanten Konzepte zu analysieren und zu synthetisieren. Als Ergebnis soll eine Forschungsagenda abgeleitet werden, die die Erkenntnisse verdichtet, sowie offenen Forschungs- und Handlungsfelder aufdeckt. Der Beitrag adressiert somit folgende Forschungsfragen:

Welchen Erkenntnisbeitrag liefern wissenschaftliche Untersuchungen der Computer- und Videospielindustrie zu Geschäftsmodellen in selbiger?

Welche Implikationen ergeben sich für die weitere Forschung in diesem Themengebiet?

Der Beitrag wird daher wie folgt aufgebaut: Zunächst wird das Forschungsdesign vorgestellt (Abschnitt 2). Dazu gehört auch ein Überblick über die untersuchte Industrie (Abschnitt 2.2.1) sowie die Darstellung und Herleitung das zur Literatursynthese verwendete Geschäftsmodellkomponenten (Abschnitt 2.2.2). In Abschnitt 3 werden die Ergebnisse der umfassenden Literaturübersicht in einer Literaturanalyse und -synthese aufbereitet. In der Forschungsagenda (Abschnitt 4) werden die gewonnen Erkenntnisse zusammengetragen und diskutiert, um daraus Rückschlüsse für den weiteren Forschungsbedarf zu ziehen. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung.

2 Forschungsdesign und Methodik

Ziel einer Literaturübersicht ist es, durch die Auswertung von Primäruntersuchungen ein umfassendes Verständnis für bereits geleistete Forschungsergebnisse zu schaffen und bisher wenig beachtete Forschungsfelder aufzuzeigen [5, 13, 16, 46]. Webster und Watson betonen dabei die Notwendigkeit einer methodischen Strukturierung der Literaturübersicht und einer geeigneten Präsentation der Ergebnisse [46]. Das Vorgehen in diesem Beitragt basiert auf dem fünfphasigen Konzept von Vom Brocke et al. [45]:

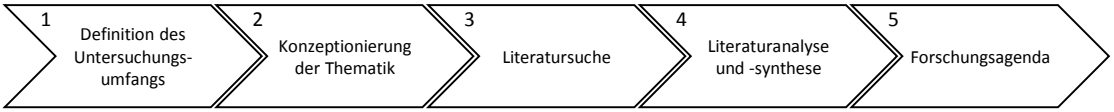


Abbildung 1: Phasen der Erstellung einer Literaturübersicht (Vgl. [44])

2.1 Definition des Untersuchungsumfangs

Die Definition des Untersuchungsumfangs dient der Eingrenzung und Verdeutlichung des Forschungsvorhabens. Die Einteilung folgt der von Cooper vorgestellten Taxonomie [13] (siehe Abbildung 2, die grau hinterlegten Felder stellen die Ausprägungen dar). Der Fokus liegt primär auf Forschungsergebnissen und Erfahrungen, die in der zu untersuchenden Literatur beschrieben werden. Ziel dieser Literaturübersicht ist die Identifikation zentraler Themen und deren Integration in Geschäftsmodelldimensionen. Dies erfolgt anhand einer konzeptionellen Struktur. Die Perspektive nimmt ihre Position durch die Suche nach Geschäftsmodellkomponenten ein. Da überwiegend Erfahrungen und Forschungsergebnisse aus der Computer- und Videospieleindustrie diskutiert werden, eignet sich dieser Beitrag für Forscher, die sich dieser Industrie widmen. Der Umfang der Literaturübersicht ist vollständig, mit einer selektiven Auswahl einzelner Inhalte.

Charakteristik	Kategorie			
Fokus	**Forschungs-ergebnis**	Forschungs-methode	Theorie	**Erfahrung**
Ziel	**Integration**	Kritik		**zentrale Themen**
Struktur	historisch	**konzeptionell**		methodisch
Perspektive	neutraler Standpunkt		**Einnahme einer Position**	
Zielgruppe	Allgemeine Öffentlichkeit	Praktiker	Forscher im Allgemeinen	**Spezialisierte Forscher**
Umfang	Vollständig	**vollständig und selektiv**	repräsentativ	zentral/ ausschlaggeben

Abbildung 2: Charakteristika einer Literaturübersicht (Vgl. [13])

2.2 Konzeptionierung der Thematik

Aus der Forschungsfrage abgeleitet, müssen zwei Thematiken behandelt werden. Zum einen steht die Computer- und Videospieleindustrie im Vordergrund, die in folgendem Abschnitt 2.2.1 vorgestellt wird. Auf der anderen Seite muss die Geschäftsmodellperspektive erläutert werden. Dazu wird in Abschnitt 2.2.2 eine kurze Herleitung des Geschäftsmodell-Frameworks gegeben, das der Einordnung der Beiträge in Kapitel 3 dient.

2.2.1 Computer- und Videospieleindustrie

Das Medium Videospiel ist das Endprodukt der Wertschöpfung in der Computer- und Videospieleindustrie [22]. Die Unterscheidung zwischen Computer- und Videospiel [14, 15] folgte aus der Differenzierung zwischen den Spiele-Plattformen, dem PC (Computerspiel) und der Spielekonsole, die häufig dem Oberbegriff Videospiel zugeordnet wird [4, 43]. Historisch gesehen entwickelten sich die Spiele-Plattformen unterschiedlich (siehe dazu z.B. [1, 15, 40]) und wurden in

den letzten Jahren durch den stetig wachsenden Markt des *online* und *mobile gaming* erweitert [36, 49]. Unter *online games* versteht man Spiele die ausschließlich über das Internet gespielt werden können. Obwohl diese, wie Computerspiele, häufig auf einem PC gespielt werden, lassen sie sich dennoch von einem klassischen Computerspiel abgrenzen. Unter anderem da das Spielerlebnis stark von anderen Spielern abhängt und sich die Spieler in reinen Onlinewelten bewegen. Unter *mobile gaming* versteht man die Nutzung von Smartphones oder Tablets zum Konsum von Videospielen, die in Deutschland nach dem PC mittlerweile am häufigsten genutzte Spiele-Plattform [7]. Die einleitend angesprochene Marktdynamik zeigt sich an dem schnell wachsenden Marktanteil neuer Spiele-Plattformen und dem Wettbewerb zwischen den Plattformen. Beispielsweise entstand der Begriff „*system wars"* um den harten Wettbewerb der großen Konsolenhersteller zu verdeutlichen [6]. Des Weiteren ist die Computer- und Videospieleindustrie geprägt von einem starken Technologiefokus, dazu zählen einerseits die hardwareseitigen Anforderungen, als auch die Qualität der Software [29]. Dieser wettbewerbsorientierte Markt mit stark zunehmenden e-Commerce Anteil kann als beispielhaft für den Erfolgsdruck auf das Geschäftsmodell gesehen werden. Es ist daher von Bedeutung zu verstehen, wie die Wertschöpfung eines Unternehmens in der Computer- und Videospieleindustrie aufgebaut ist und welchen Wertbeitrag es leistet.

2.2.2 Geschäftsmodelle in der Forschung

Aus der Forschung zu Geschäftsmodellen entwickelte sich eine Vielzahl von Konzepten und Definitionen [9,50]. Osterwalder beschreibt ein Geschäftsmodell als "the rationale of how an organization creates, delivers, and captures value" [34]. Für die konzeptionelle Einordnung der Literatur wird ein komponentenbasierter Ansatz benötigt.

Aus der Literaturübersicht von Zott et al. [50] lassen sich folgende Themen eines Geschäftsmodells ableiten: *Wertbeitrag, finanzielle Aspekte (Finanzen)* und *Wertschöpfungsarchitektur*. Um eine präzisere Unterteilung zu erreichen, werden diese Themen aufgeteilt und um zwei weitere Dimensionen ergänzt. In: *Wertschöpfung*, den dadurch erzeugten *Wertbeitrag*, die Ausgestaltung des *Vertriebs*, die *Kundensegmente* und die *Finanzen* [26, 28, 34, 48]. Diesen Dimensionen eines Geschäftsmodells lassen sich insgesamt neun Komponenten eines Geschäftsmodells nach Osterwalder zuordnen. Osterwalder nennt zur Wertschöpfungs-Dimension drei Teilaspekte: *Ressourcen, Aktivitäten* sowie *Partnerschaften* [34]. Eine Untergliederung lässt sich auf Vertriebsseite finden, in der Osterwalder zwischen *Vertriebskanälen* und *Kundenbeziehungen* unterscheidet [34]. In der Finanzdimension lassen sich *Erlöse* und *Kosten* trennen [34]. Somit ergibt sich nach Osterwalder folgende Struktur für die Geschäftsmodellkomponenten (siehe Abbildung 3) die sich den zuvor genannten Geschäftsmodelldimensionen zuordnen lassen.

Dimensionen des Geschäftsmodels	Untergliederung (Komponenten)
Wertschöpfung	Aktivitäten
	Ressourcen
	Partnerschaften
Wertbeitrag	
Vertrieb	Vertriebskanäle
	Kundenbeziehungen
Kundesegmente	
Finanzen	Erlöse
	Kosten

Abbildung 3: Geschäftsmodellkomponenten

2.3 Literatursuche

Ziel dieser Literatursuche ist es aktuelle und relevante Literatur für die weitere Literaturübersicht zu identifizieren. Webster und Watson als auch Vom Brocke empfehlen bei einer Literaturübersicht die Verwendung von Beiträgen aus Fachzeitschriften und Tagungsbänden [45, 46]. Das Vorgehen bei der Literatursuche orientiert sich dabei an dem von Webster und Watson vorgeschlagenes Vorgehen [46]. Um die Aktualität der Artikel zu gewährleisten werden nur Beiträge berücksichtigt, die nach Januar 2000 veröffentlicht wurden. Dieser Zeitpunkt wurde einerseits aufgrund der aufkommenden Literatur zu Geschäftsmodelle gewählt [9], andererseits ergeben Stichproben, vor diesem Zeitraum, nur wenige bis keine Treffer, zur Computer- und Videospieleindustrie.

Im ersten Schritt wurden die Inhaltsübersichten von führenden Fachzeitschriften/Konferenzen (A+ bis A des VHB Jourqual, Version 2.1) ausgewertet. Dazu wurden alle Artikel (im oben genannten Zeitraum) aus den ausgewählten Journals und Konferenz durch eine Übersicht der Titel vorselektiert. Bei den ausgewählten Artikeln wurde das Abstract gelesen und auf dessen thematische Relevanz bewertet. Eine thematische Relevanz war dann gegeben, wenn im Abstract folgende Fragestellungen beantwortet wurde: Ist die Computer- und Videospieleindustrie Untersuchungsgestand des Artikels? Werden die unter 2.2.2. genannten Geschäftsmodellkomponenten adressiert?

Im zweiten Schritt wurde die Literatursuche in den Datenbanken *Thomson Reuters „Web of Knowledge"* sowie *Ebsco Host „Business Source Complete"* durchgeführt (im Zeitraum von 2000-2013). Zur Präzisierung der Ergebnisse wurden jeweils der Titel, das Abstract und die Schlüsselbegriffe durchsucht. Ebenso wurden nur akademische Publikationen durchsucht. Zur Identifikation möglicher relevanter Literatur wurden die englischsprachigen Begriffe „Video Game" oder „Computer Game" in Verbindung mit „Business" (22 Treffer *Ebsco Host „Business Source Complete"* | 86 Treffer *Thomson Reuters „Web of Knowledge"*) / „Industry" (138|220) / „Business Model" (0|4) verwendet. Zudem wurden die in den Geschäftsmodelldimensionen aufgeführten Termini als Suchbegriffkombinationen mit Video Game" oder „Computer Game" verwendet: „Value"(44|220) / „Partner" (4|29) / „Resource" (20|103) / „Customer" (13|29) / „Cost" (21|143) / „Revenue" (6|12) / „Distribution" (17|97) / „Relation" (13|174). Lediglich der Begriff „Activities" wurde aufgrund der Abstraktheit nicht verwendet. Anschließend wurden alle Treffer durch eine Begutachtung des Abstracts auf eine mögliche Relevanz bewertet, wobei derselbe Bewertungsmaßstab wie in Schritt 1 angewandt wurde.

Im Ergebnis konnten durch die Auswertung im ersten Schritt sechs relevante Beiträge identifiziert werden. Die Literatursuche über Datenbanken ergab 56 neue und relevante Beiträge. Im Folgenden wurde jeder als relevant eingestufte Artikel vollständig gelesen und ausgewertet.

Anschließend wurden die bis dahin 62 identifizierten Artikel einer Literatursuche nach dem Prinzip der Rückwärtssuche (in den Artikeln zitierte Beiträge) sowie einer Vorwärtssuche (Suche über die Web of Knowledge Datenbank, welche Beiträge den Ausgangsartikel zitieren) unterzogen [46]. Dabei wurde, wie in Schritt 1 und 2, die Relevanz durch die Auswertung des Abstracts bewertet. Über die Vorwärts- und Rückwärtssuche konnten weitere 23 Artikel identifiziert werden. Die ebenfalls vollständig ausgewertet wurden. Folgende Abbildung fasst das bisher beschriebene Vorgehen bei der Literatursuche zusammen.

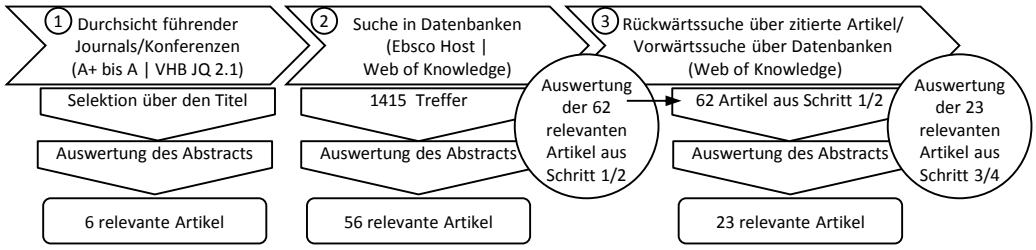


Abbildung 4: Literatursuche

3 Literaturanalyse und -synthese

Folgender Abschnitt präsentiert die analysierte Literatur und ordnet die Inhalte der Beiträge den in Abschnitt 2.2.2 vorgestellten Dimensionen eines Geschäftsmodells (Wertschöpfung, Werte, Kundensegmente, Vertrieb und Finanzen) zu. Tabelle 1 ordnet die selektierte Literatur in die Geschäftsmodellkomponenten ein. Für die Literaturanalyse und –synthese wurden 27 Beiträge ausgewählt die jeweils eine oder mehrere Geschäftsmodellkomponenten ausführlich beschreiben. Eine ausführliche Beschreibung war dann gegeben, wenn mindestens einer der Geschäftsmodellkomponenten präzise und tiefgreifend beschrieben wird und die daraus gewonnenen Erkenntnisse einen zentralen Bestandteil des Artikels darstellen (siehe Tabelle 1: deutliche Abdeckung). Sofern ein Beitrag, neben seinem Fokus weitere Komponenten nur peripher beschreibt, wird dies als eine leichte Abdeckung gewertet (siehe Tabelle 1. leichte Abdeckung).

		Wertschöpfung				Vertrieb			Finanzierung		Fokus				
Autoren	Jahr	Aktivitäten	Ressourcen	Partnerschaften	Wertbeitrag	Vertriebskanäle	Kundenbeziehung	Kundensegmente	Kosten	Erlöse	Computerspiele	Videospiele	Online games	Mobile games	*Anzahl der deutlicher Abdeckung je Artikel*
Aoyama, Y. & Izushi, H.	2003	✓	✓	(✓)	(✓)		(✓)					✓			2
Arakji, R. & Lang, K.	2007	✓	✓								✓				2
Binken, J. & Stremersch, S.	2009	(✓)			✓	(✓)		✓				✓			2
Broekhuizen et al.	2013					✓					✓				1
Cadin, L. & Guérin, F.	2006	(✓)		✓	(✓)				(✓)	(✓)	✓	✓			1
Cadin et al.	2006	✓							✓		✓	✓			2
Gaume, N.	2006	✓	✓					✓	✓		✓	✓			4
Gidhagen et al.	2011	✓		✓	(✓)	✓	✓	✓			✓				5
Gretz, R.	2010				✓							✓			1
Gretz, R. & Basuroy, S.	2013				✓	(✓)						✓			1
Hotho, S. & Champion, K.	2011	✓							(✓)		✓				1
Johns, J.	2006			✓		✓					✓	✓	✓		2
Lui, H.	2010									✓		✓			1
Maruyama, M. & Ohkita, K.	2010					✓						✓			1
Messinger et al.	2009							(✓)		✓			✓		1
Moreno et al.	2012			(✓)		✓				✓			✓		2
Ojala, A. & Tyrvianen, P.	2011					✓			✓	✓			✓		3
Ozcan, P. & Eisenhardt, K.	2009			✓							✓		✓	✓	1
Readman, G. & Grantham, A.	2006	✓		✓	(✓)	✓	✓			✓	✓	✓			5
Sapsed et al.	2007	✓		(✓)							✓				1
Schilling, M.	2003	✓	✓		✓	✓			✓		✓	✓			5
Tschang, F.	2007	✓						✓			✓	✓			2
Tschang, F. & Szczypula, J.	2006	✓			✓					✓	✓	✓			3
Turner et al.	2011									✓	✓	✓	✓	✓	1
Venkatraman, N. & Chi H.	2004			✓								✓			1
Williams, D.	2002	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			7
Wu et al.	2013				✓					✓			✓		2
Anzahl je Geschäftsmodellkomponente:		14	4	10	11	11	3	6	7	10					
											Anzahl je Plattform:	16	17	7	2

Legende	✓ deutliche Abdeckung	(✓) leichte Abdeckung

Tabelle 1: Befunde der Literaturanalyse

3.1 Wertschöpfung

Aktivitäten: Einige Autoren stellen den Entwicklungsprozess als eine zentrale Herausforderung dar. Es gilt die Balance zwischen einem einerseits kreativen Prozess und andererseits einer wirtschaftlichen Entwicklung zu finden [11, 42]. Gaume sowie Tschang sehen eine Diskrepanz zwischen kreativer Arbeit und technologieorientierter Softwareentwicklung [18, 43]. Nach Cadin et al. stellt die Spieleentwicklung besondere Anforderungen an das Personalmanagement, da es die richtigen Entwickler einstellen muss [11]. Tschang & Szczypula sowie Gaume beschreiben eine gestiegene Komplexität in der Wertschöpfung, die auf die zunehmenden Entwicklerteams zurückzuführen ist.

Laut der zuvor genannten Autoren arbeiten bis zu 200 Teammitglieder an einem Spiel [18, 43]. Laut Tschang und Hothi & Champion führen die Veränderungen in der Computer- und Videospieleindustrie gezwungenermaßen zu einer Rationalisierung des Spieleentwicklungsprozesses [23, 42].

Ressourcen: Zu den Ressourcen in der Computer- und Videospieleindustrie zählen insbesondere die Mitarbeiter [3]. Arakji & Lang beschreiben das geistige Eigentum an Softwaretechnologie als Ressource der Computer- und Videospieleindustrie [4]. Weiter sind Hardware-Technologien für Konsolenhersteller von Bedeutung [40]. Laut Gaume sind die finanziellen Mittel, die ein Entwicklerstudio besitzt, entscheidend für deren Entwicklungspotential [18].

Partnerschaften: Cadin & Guérin gliedert die Produktionskette in Entwicklung, Publishing und Vertrieb [10]. Publisher stellen in den Wertschöpfungsketten die stärksten Wirtschaftsakteure dar [32, 38, 39]. Readman & Grantham beschreiben komplexere Wertschöpfungsstrukturen, die durch das Outsourcing einzelner Entwicklungssaufgaben wie dem Grafikdesign, der Middleware (einzelne Softwaremodule eines Spiels) oder der Vertonung entstehen [38]. Ozcan & Eisenhardt untersuchten die Fähigkeit von Unternehmung der Computerspieleindustrie die richtigen Netzwerkpartner aufzubauen und diese Verbindungen aufrechtzuerhalten. Im Ergebnis sehen die Autoren darin eine starke Bedeutung für den Unternehmenserfolg [35]. Gidhagen et al. beschreiben, dass die eigentliche Wertschöpfung nicht nur in einem Wertschöpfungsnetzwerk aus Unternehmen entsteht, sondern auch durch die Spieler selbst aufgrund der Interaktion zwischen Spielern und Entwicklern zustande kommt [19].

3.2 Wertbeitrag

Schilling, Gretz sowie Gretz & Basuroy bewerten die Performance der Hardware (insb. bei Konsolen) als technologischen Nutzen für den Kunden [20, 21, 40]. Einige Autoren sehen einen Superstar-Titel als zentralen Wertbeitrag an, also ein Spiel das sich durch eine besonders hohe Qualität auszeichnet [6, 11, 38, 42, 47]. Wu et al. sehen die Größe des Spielernetzwerks als einen Mehrwert für die Kunden [49]. Gretz & Basuroy bewerten die Vielfalt der verfügbaren Videospiele einer Spiele-Plattform als Kundennutzen [21].

3.3 Vertrieb

Vertriebswege: Im Bereich der Distribution beschreibt Johns eine durch den E-Commerce eingesetzte Veränderung der bisherigen Vertriebsstrukturen [25]. Broekhuizen et al. untersuchen die durch E-Commerce entstehende Möglichkeit, die nachgelagerten Vertriebs- und Distributionsketten oder den Publisher zu umgehen, und das Produkt direkt an den Kunden zu liefern [8]. Moreno et al. und Ojala & Tyrvianen beschreiben einen serviceorientierteren Ansatz (*Gaming as a Service*) als Onlinevertriebskonzept, der an das *as a Service* Prinzip des Cloud Computing angelehnt ist [32, 33]. Binken & Stremersch und Williams sehen einen positiven Zusammenhang zwischen Superstar-Titeln und dem Verkauf der Hardware (Konsolen) [6, 47]. Ein weiter Aspekt ist nach Maruyama und Ohkita die Entscheidung eines Publishers bzgl. der Spiele-Plattformen die ein Videospiel unterstützen soll [30].

Kundenbeziehung: Readman und Grantham zeigen, dass auch andere Medien (Filme, Bücher) die Kommunikation rund um ein Videospiel ergänzen können [38]. Für Gidhagen et al. gilt es zudem das Netzwerk an Spielern durch gezielte Kommunikation zu erweitern [19]. Nach Auyoma & Izushi sollen Superstar-Titel eine loyale Fangemeinde aufbauen können [3].

3.4 Kundensegmente

Williams segmentiert die Spielerseite in Konsolennutzer und PC-Nutzer, die sich in der Präferenz des Spielegenres unterscheiden [47]. Demografische Daten zeigen eine breite Verteilung aller Altersklassen und eine ausgewogene Verteilung der Geschlechter von Video- und Computerspielern [18, 42, 47]. Gidhagen et al. beschreiben die Bereitschaft von Spielern in einer Community rund um ein Spiel mitzuwirken [19].

3.5 Finanzierung

Kosten: Cadin et al. beschreiben aus einer historische Betrachtung der Computer- und Videospieleindustrie, dass die Kosten für die Spieleentwicklung stetig gestiegen sind [10]. Gaume schätzt die notwendigen Entwicklungskosten für große Titel auf 10 bis 20 Mio. US-Dollar [18]. Laut Cadin et al. sind in Einzelfällen weitaus höhere Aufwendungen nötig [10]. Ein Großteil der Kosten entsteht durch die personenstundenintensive Entwicklung [47]. Williams beschreibt den Unterschied zwischen der Video- und der Computerspieleindustrie. Aufgrund des starken Wettbewerbs im Konsolenmarkt, sind höhere Ausgaben für die Produktwerbung nötig [47]. Seitens der Videospieleindustrie subventionieren die Hardwarehersteller ihre Konsolen, um die Spielerbasis zu vergrößern. Die Aufwendungen sollen dann durch die Einnahmen zusätzlicher Spieleverkäufe ausgeglichen werden [47]. Laut Schilling kommen für die Entwickler für Konsolen auch Lizenzgebühren hinzu [40]. Ojala und Tyrvianen untersuchen zudem die Kostenstrukturen bei Onlinespieleanbietern bei denen der Betrieb der technischen Infrastruktur als weitere Kostenkomponente anfällt [33].

Erlöse: Lui sowie Williams beschreiben das etablierte Erlösmodell bei dem die Einmalzahlung des Kunden für Spiele auf jeden Akteur der Wertschöpfungskette aufgeteilt wird [27, 47]. Aus Sicht von Readman & Grantham und Tschang sind Superstars-Titel von großer Wichtigkeit für den wirtschaftlichen Erfolg einer Unternehmung [38, 42]. Cadin et al. beschreiben die kurzen Lebenszyklen von Videospielen. Folglich muss sich ein Spiel in kürzester Zeit gut verkaufen, um die Vorfinanzierung zu decken und damit profitabel zu sein [11]. Messinger et al. beschreiben eine Zunahme der möglichen Erlösmodelle in den letzten Jahren [31]. In Onlinespielen würden häufig monatliche Gebühren für die Bereitstellung des Spieles verlangt werden [49]. Bei Onlinespielen ist laut Ojala & Tryvianen und Moreno et al. die Entwicklung zu einem serviceorientierten Erlösmodell (z.B. kostenlose Probespielzeit) zu beobachten [32, 33]. Ein alternatives Erlösmodell, das einige Autoren beschreiben, ist der Verkauf von virtuellen Gütern [49]. Laut Messinger könnten über dieses Erlösmodell, die Entwicklung als auch der Betrieb des Spiels finanziert werden [31]. Zudem soll die Vermeidung von Verlusten durch Softwarepiraterie ein großer Vorteil dieses Erlösmodells sein [31]. Messinger als auch Turner et al. beschreiben das bezahlte Einblenden von Werbung als ein weiteres Erlösmodell für die Computer- und Videospieleindustrie [31, 44].

4 Forschungsagenda

Die Forschung leistet einen wesentlichen Beitrag für die Betrachtung von Geschäftsmodellkomponenten in der Computer- und Videospieleindustrie.

Dennoch beschreiben nur wenige der untersuchten Beiträge mehrere Komponenten eines Geschäftsmodells (der Median liegt bei der ausführlichen Beschreibung zweier Komponenten pro Artikel). Dies verdeutlicht, dass sich die meisten Artikel der Thematik nicht aus Geschäftsmodellperspektive nähern, sondern mit der Motivation einen bestimmten Aspekt der Computer- und Videospieleindustrie zu untersuchen. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Literatursuche wieder (siehe Kapitel 2.3) dort konnten mit dem Suchbegriff *Business Model*, im Kontext der Computer- und Videospieleindustrie, nur 4 Treffer erzielt werden. Messinger et al. fassen dies wie folgt zusammen: „Yet despite the importance of the topic, surprisingly little research has been done on business models for electronic gaming and virtual worlds […]“ [31].

Daher sollten sich zukünftige Forschungen vermehrt der Untersuchung von Geschäftsmodellen in der Computer- und Videospieleindustrie widmen. Der Vergleich der Spiele-Plattformen zeigt, dass sich der aufkommende Trend zu *mobile gaming* und auch *online gaming* noch nicht in der Literatur widerspiegelt. Daher zeigt sich hier eine Forschungslücke bezüglich der Geschäftsmodellkomponenten neuer Spiele-Plattformen.

Die Erkenntnisse zur Wertschöpfung fördern das Verständnis der Aufgaben einzelnen Akteure einer Wertschöpfungskette und deren Leistungsbeiträgen. Der Fokus der untersuchten Artikel liegt dabei auf den Aktivitäten und den benötigten Partnerschaften. An dieser Stelle bietet sich eine tiefgreifende Untersuchung der benötigten Ressourcen an.

Die Artikel zum Wertebeitrag für den Konsumenten fokussieren sich auf die Konzepte der Superstar-Titel und dem technologischen Nutzen. Angerissen werden weitere Konzepte wie Netzwerkeffekte durch die Menge der Auswahl von Spieletiteln oder auch der Anzahl von Spielern. Hier wäre weitere Forschung wünschenswert. Insbesondere der Erfolg von *mobile* als auch *online games* zeigt Zusammenhänge zu Netzwerkeffekten zwischen Spielern [49]. In diesem Kontext sollte untersucht werden, in wie weit dies im Geschäftsmodell berücksichtigt werden kann.

Die Auswertung der Finanzdimension ergibt eine hohe Relevanz des Erlösmodells. Insbesondere neuere Erlösformen, wie virtuelle Items oder Werbung, werden als relevant bewertet, sind aber noch nicht gänzlich verstanden. Die dadurch entstehenden neuen Marktpotentiale, führen zu neuen Fragestellungen in der Industrie. Z.B. welche Erlösmodelle sich für *mobile games* oder *online games* eignen und wie diese gestaltet sein müssen, um nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg zu gewährleisten [29, 49]. Ebenso ist es von Interesse ob diese Erlösmodelle in die Geschäftsmodelle der klassischer Computer- und Videospieleindustrie übertragen werden können.

Zusammenfassend lassen sich folgende fünf Forschungsfragen aus der Forschungsagenda ableiten.

Welche Geschäftsmodelle lassen sich in der Computer- und Videospieleindustrie identifizieren?

Wie unterscheiden sich die Geschäftsmodelle zwischen den Spiele-Plattformen?

Welche Rolle spielen die Ressourcen in der Wertschöpfung der Computer- und Videospieleindustrie?

Welche Netzwerkeffekte in Spielen sind für den Erfolg eines Geschäftsmodells von Bedeutung?

Welche Erlösmodelle eignen sich für welche Geschäftsmodelle in der Computer- und Videospieleindustrie?

5 Zusammenfassung

Die Computer- und Videospieleindustrie zeichnet sich durch eine hohe Marktdynamik, hohen Innovationsgrad und eine sich stetig wandelnde Wertschöpfung aus. Das Ziel dieses Beitrages war es, durch eine umfassende Literaturanalyse und –synthese, Geschäftsmodellkomponenten in der Computer- und Videospieleindustrie zu identifizieren. Dazu wurde das fünfphasige Vorgehen von vom Brocke et al. angewandt. Die konzeptionelle Einordnung der Inhalte einzelner Beiträge erfolgte anhand eines Geschäftsmodell-Frameworks mit den Geschäftsmodellkomponenten von Osterwalder.

Die Antwort auf die erste Forschungsfrage ergibt sich aus den Erkenntnissen des Analyse- und Syntheseprozesses. Die untersuchte Literatur zeigt die Wertschöpfungsstrukturen auf, insbesondere die benötigten Partner und Aktivitäten. Es konnten die Kostenstrukturen der Computer- und Videospieleindustrie identifiziert werden und mögliche Erlösmodelle. Zudem konnten Kundensegmente und Vertriebskonzepte definiert werden.

Darauf aufbauend zeigte die Untersuchungen, im Rahmen der zweiten Forschungsfrage, einen Mangel an Forschung zu Geschäftsmodellen von Unternehmen in der Computer- und Videospieleindustrie. Ebenso wird deutlich, dass Geschäftsmodelle für neue Spiele-Plattformen (*mobile gaming, online gaming*) betrachtet werden müssen. Zudem kann durch die Untersuchung einzelner Geschäftsmodellkomponenten in der Computer- und Videospieleindustrie, sowie deren Zusammenhang zu einem Geschäftsmodell, noch ein wesentlicher Beitrag für die Forschung und Praxis geleistet werden.

Der Beitrag weist einige Limitationen auf. Die Anwendung des Business Model Canvas determiniert, durch die gewählten Suchbegriffe als auch durch die Einordnung der Literatur, die Erkenntnisse dieses Beitrages. Weiter kann aufgrund der Eingrenzung der Datenbanken und der Stichwortsuche keine vollständige Abdeckung aller Literatur gewährleistet werden.

6 Literaturverzeichnis

[1] Alpert F (2007) Entertainment Software: Suddenly Huge, Little Understood. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics 19(1):87–100.

[2] Amit R; Zott C (2001) Value Creation in E-business. Strategic Management Journal 22(6-7):493–520.

[3] Aoyama Y; Izushi H (2003) Hardware Gimmick or Cultural Innovation? Technological, Cultural, and Social Foundations of the Japanese Video Game Industry. Research Policy 32(3):423–444.

[4] Arakji R; Lang K (2007) Digital Consumer Networks and Producer-Consumer Collaboration: Innovation and Product Development in the Video Game Industry. Journal of Management Information Systems 24(2):195–219.

[5] Baker MJ (2000) Writing a Literature Review. Marketing Review 1(2):219.

[6] Binken JL; Stremersch S (2009) The Effect of Superstar Software on Hardware Sales in System Markets. Journal of Marketing 73(2):88–104.

[7] Bitkom (2012) Für die junge Generation gehören Computerspiele zum Alltag. http://www.bitkom.org/de/presse/8477_77024.aspx. Abgerufen am 3.09.2013.

[8] Broekhuizen TL; Lampel J; Rietveld J (2013) New Horizons or a Strategic Mirage? Artist-Led-Distribution versus Alliance Strategy in the Video Game Industry. Research Policy 42(4):954–964.

[9] Burkhart T; Krumeich J; Werth D; Loos P (2011) Analyzing the Business Model Concept — A Comprehensive Classification of Literature. In: *Thirty Second International Conference on Information Systems*. Shanghai.

[10] Cadin L; Guérin F (2006) What Can We Learn from the Video Games Industry? European Management Journal 24(4):248–255.

[11] Cadin L; Guérin F; DeFillippi R (2006) HRM Practices in the Video Game Industry. European Management Journal 24(4):288–298.

[12] Cavalcante S; Kesting P; Ulhøi J (2011) Business Model Dynamics and Innovation: (Re)establishing the Missing Linkages. Management Decision 49(8):1327–1342.

[13] Cooper HM (1988) Organizing Knowledge Syntheses: A Taxonomy of Literature Reviews. Knowledge in Society 1(1):104–126.

[14] Entertainment Software Association (2012) Essential Facts About the Computer and Video Game Industry.

[15] Evans DS; Hagiu A; Schmalensee R (2008) Invisible Engines: How Software Platforms Drive Innovation and Transform Industries. MIT, Cambridge, Mass, London.

[16] Fettke P (2006) State-of-the-Art des State-of-the-Art. Wirtschaftsinformatik 48(4):257–266.

[17] Gaudiosi J (2012) New Reports Forecast Global Video Game Industry Will Reach $82 Billion By 2017. http://www.forbes.com/sites/johngaudiosi/2012/07/18/new-reports-forecasts-global-video-game-industry-will-reach-82-billion-by-2017. Abgerufen am 10.09.2013.

[18] Gaume N (2006) Nicolas Gaume's Views on the Video Games Sector. European Management Journal 24(4):299–309.

[19] Gidhagen M; Ridell OP; Sörhammar D (2011) The Orchestrating Firm: Value Creation in the Video Game Industry. Managing Service Quality 21(4):392–409.

[20] Gretz RT (2010) Hardware Quality vs. Network Size in the Home Video Game Industry. Journal of Economic Behavior & Organization 76(2):168–183.

[21] Gretz RT; Basuroy S (2013) Why Quality May Not Always Win: The Impact of Product Generation Life Cycles on Quality and Network Effects in High-tech Markets. Journal of Retailing 89(3):281–300.

[22] Guillory B (2010) Video Games. In: Grant AE; Meadows JH (Hrsg), *Communication Technology Update and Fundamentals*. Focal Press/Elsevier, Amsterdam, Boston.

[23] Hotho S; Champion K (2011) Small Businesses in the New Creative Industries: Innovation as a People Management Challenge. Management Decision 49(1):29–54.

[24] International Game Developer Association (2008) 2008-2009 Casual Games White Paper. http://archives.igda.org/casual/IGDA_Casual_Games_White_Paper_2008.pdf. Abgerufen am 05.08.2013.

[25] Johns J (2006) Video Games Production Networks: Value Capture, Power Relations and Embeddedness. Journal of Economic Geography 6(2):151–180.

[26] Johnson MW; Christensen CM; Kagermann H (2008) Reinventing Your Business Model. Harvard Business Review 86(12):50–59.

[27] Liu H (2010) Dynamics of Pricing in the Video Game Console Market: Skimming or Penetration? Journal of Marketing Research 47(3):428–443.

[28] Magretta J (2002) Why Business Models Matter. Harvard Business Review 80(5):86–92.

[29] Marchand A; Hennig-Thurau T (2013) Value Creation in the Video Game Industry: Industry Economics, Consumer Benefits, and Research Opportunities. Journal of Interactive Marketing (im Erscheinen).

[30] Maruyama M; Ohkita K (2011) Platform Strategy of Video Game Software in Japan, 1984-1994: Theory and Evidence. Managerial and Decision Economics 32:105–118.

[31] Messinger PR; Stroulia E; Lyons K; Bone M; Niu RH; Smirnov K; Perelgut S (2009) Virtual Worlds — Past, Present, and Future: New Directions in Social Computing. Decision Support Systems 47(3):204–228.

[32] Moreno C; Tizon N; Preda M (2012) Mobile Cloud Convergence in GaaS: A Business Model Proposition. In: *45th Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii.

[33] Ojala A; Tyrvainen P (2011) Developing Cloud Business Models: A Case Study on Cloud Gaming. IEEE Software 28(4):42–47.

[34] Osterwalder A; Pigneur Y; Clark T (2010) Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Wiley, Hoboken, NJ.

[35] Ozcan P; Eisenhardt KM (2009) Origin of Alliance Portfolios: Entrepreneurs, Network Strategies, and Firm Performance. Academy of Management Journal 52(2):246–279.

[36] Pauker P (2012) Videospielindustrie im Wandel. Süddeutsche Zeitung. http://www.sueddeutsche.de/digital/videospielindustrie-im-wandel-digitale-revolution-fuer-fortgeschrittene-1.1435162-2. Abgerufen am 1.09.2013.

[37] Radd D (2012) Game Revenues to Grow to USD70 Billion by 2017 DFC 2012. http://www.gamesindustry.biz/articles/2012-06-08-game-revenues-to-grow-to-USD70-billion-by-2017-dfc. Abgerufen am 10.09.2013.

[38] Readman J; Grantham A (2006) Shopping for Buyers of Product Development Expertise: How Video Games Developers Stay Ahead. European Management Journal 24(4):256–269.

[39] Sapsed J; Grantham A; DeFillippi R (2007) A Bridge over Troubled Waters: Bridging Organisations and Entrepreneurial Opportunities in Emerging Sectors. Research Policy 36(9):1314–1334.

[40] Schilling MA (2003) Technological Leapfrogging: Lessons from the U.S. Video Game Console Industry. California Management Review 45(3):6–32.

[41] Tschang FT (2005) Videogames as Interactive Experiential Products and Their Manner of Development. International Journal of Innovation Management 9(1):103–131.

[42] Tschang FT (2007) Balancing the Tensions Between Rationalization and Creativity in the Video Games Industry. Organization Science 18(6):989–1005.

[43] Tschang FT; Szczypula J (2006) Idea Creation, Constructivism and Evolution as Key Characteristics in the Videogame Artifact Design Process. European Management Journal 24(4):270–287.

[44] Turner J; Scheller-Wolf A; Tayur S (2011) Scheduling of Dynamic In-Game Advertising. Operations Research 59(1):1–16.

[45] Vom Brocke J; Simons A; Niehaves B; Riemer K; Plattfaust R; Cleven A (2009) Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: *17th European Conference On Information Systems*. Verona

[46] Webster J; Watson RT (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):xiii-xxiii.

[47] Williams D (2002) Structure and Competition in the U.S. Home Video Game Industry. International Journal on Media Management 4(1):41–54.

[48] Wirtz BW; Schilke O; Ullrich S (2010) Strategic Development of Business Models. Long Range Planning 43(2-3):272–290.

[49] Wu C; Chen Y; Cho Y (2013) Nested Network Effects in Online Free Games with Accessory Selling. Journal of Interactive Marketing (im Erscheinen).

[50] Zott C; Amit R; Massa L (2011) The Business Model: Recent Developments and Future Research. Journal of Management 37(4):1019-1042.

Analysis of Big Data enabled Business Models using a Value Chain Perspective

Oleksandr Sadovskyi, Tobias Engel, Robert Heininger, Markus Böhm, Helmut Krcmar

TU München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I17), Boltzmannstr. 3, D-85748 Garching, E-Mail: o.sadovskyi@tum.de, {tobias.engel|robert.heininger|markus.boehm|krcmar}@in.tum.de

Abstract

This paper evaluates the current state-of-the-art in big data research through conducting an analysis of currently available publications. It describes characteristics of big data, evaluates trends in research and defines the best practices and challenges in adoption of big data-driven business models in organizations. Reflecting on the available showcases and case studies, it is shown how key industries in the private and public sectors innovate with big data. We describe in detail in which value chain activities big data is used to gain competitive advantage, showing a research gap in the logistics field. We conclude with a discussion on necessary research fields and research agenda in order to stimulate big data-oriented approaches for the creation of new business models.

1 Introduction

In the past years, big data has become a relevant topic in academia, private and public sectors. For example, in the period from 2010 to 2011 there was a substantial increase in the number of academic publications [30, 35]. Executives look for new innovative ways to increase the revenues of their organizations and IT leaders actively investigate into new technology trying to embrace the advantages the new trend provides, or at least to understand what benefits it can potentially bring to their organisations [31]. Governments are redefining their policies and releasing new regulations concerning data that they possess in order to cut operational costs and provide better services to the public [14, 27, 40]. Data scientists and data-processing technology giants are constantly working on development of new tools and techniques that make big data analytics more affordable and easier to implement [28]. The number of reviews, case studies and theoretical publications devoted to the topic, as well as the amount of conferences held in the area of data mining and data analytics is growing each year. This can be seen as evidence for the increasing interest to the subject of big data and its acceleration towards the adoption of big data-enabled business models in the industry [28, 33]. This study aims to conduct an analysis of recently published literature, to identify patterns and trends, and to assess difficulties in research and implementation of big data-driven business models.

Generally, the term "big data" refers to qualitatively and quantitatively new types of data, as well as to revolutionary new means of its collection, storage and processing. To characterize "big data" it is often spoken of the so-called three V's [5, 7, 12, 18, 31, 37, 43]:

- Volume: proliferation of digital technology across value chains of organisations, together with constantly decreasing costs of data storage capacities enable the enterprises to accumulate and process vast amounts of all sorts of business-related data.
- Velocity: the speed at which new data is created nowadays, making the old data become obsolete, as well as the increase in the number of time-sensitive processes, elevate the need for nearly real-time data analytics in order to maximize value of the data.
- Variety of data sources, including recently appeared examples like sensor networks, social media and mobile applications, provides the companies with highly diverse data in the sense of its content, structure and format.

What differentiates big data from conventional business analytics is the blend of innovative technology and skills that enables organisations to harness the three V's and transform their data into useful business information. Another important characteristic of big data is the way in which it manages integration of diverse types of data from a large number of relatively unreliable origins in order to provide a meaningful and reliable source of business information. Some refer to this characteristic as to a fourth V – Veracity [18, 37].

The primary objective of this paper is to conduct an analysis of the amount of recently released publications that elaborate on new theoretical developments and real-life big data implementations in the core industries of public and private sectors. At the same time, we attempt to evaluate how big data initiatives help organisations in gaining competitive advantage through creating business models to enhance different value chain activities as defined by Porter [34]. Thus, this paper is guided by the following research questions:

- What are the common patterns and difficulties in design and implementation of big data-driven business models?
- Which industries currently benefit the most from big data?

- Which Porter value chain activities are typically targeted by big data?

The remaining part of the paper is structured as follows: The next section includes a short description of the approach used when reviewing and evaluating the literature. This is followed by a section describing the findings of the study, which contain core definitions, best practices and common challenges of big data implementation. This part also includes graphical representations of the research outcomes as well as conclusions drawn from the findings. The final section of the paper consists of a short discussion on the results and proposes a research agenda.

2 Potential of big data

Big data, however, is not that easy to harness. Although, there is an abundance of unspecialized technological solutions for big data analytics on the market [12], only a few organisations are able to use collected (big) data effectively [22]. As most studies show, obtaining the necessary technology itself is not enough for becoming a true business model innovator, as an organisation previously needs to achieve a certain level of maturity to prepare itself for the introduction of big data. The list of prerequisites may be quite long, and normally includes carrying out specific organisational change, acquiring necessary human resources, intensifying the information value chain and shifting the corporate culture to a data-driven mindset [9, 21, 28, 31].

According to recent reports [5, 28], some industries have more innovative potential in big data than others: The highest potential exists in the finance and insurance industry and decreases throughout the following industries: government, telecommunications and IT, healthcare, science and technology, transportation and trade. The ease of realizing this potential, however also differs throughout the industries.

Along with supporting existing business processes in organisations, big data also enables creation of entirely new products and business models as well as helps achieving competitive advantage in ways that were previously not feasible. In manufacturing, for example, proliferation of big data has led not only to increased automation of production and design processes, but also to a possibility of competitive advantage gain in the areas like customer service and marketing. For instance, Volvo Cars Company now implements automatic fault monitoring through the analysis of data collected from sensors located inside the vehicles. This data, combined with information obtained from maintenance workshops and results of customer analytics processes in social media creates a substantial basis for development of higher-quality products that better correspond to the needs of the customers [41, 43].

In healthcare, the use of big data has enabled business models like real-time patient care monitoring systems, revolutionary data-intensive methods for early disease diagnostics and collaborative research and development in the pharmaceutical industry. Monitoring customer experience with new medications, and predicting flu outbreaks are only basic examples of the use of social media analytics and web mining in healthcare [13, 20, 28, 32].

3 Research Method

In the course of this research, academic papers from six publication databases were reviewed. These include *IEEE Explore*, *ACM Digital Library*, *EBSCO Host*, *CiteSeerX Beta*, *INSPEC* and *Google Scholar*. Thereby, the results contained publications from leading journals in the field of Informatics, Business Informatics and Information Management. These include but are not limited to "*MIS*

Quarterly", "*Business & Information Systems Engineering*", "*Information Management & Consulting*", "*MIT Sloan Management Review*" and "*Harvard Business Review*".

The search was conducted against keywords including "*Big data*", "*Business analytics*", "*Business models*", "*Innovation*", "*Data analytics*", "*Data mining*", "*Competitive advantage*", "*Data management*" and their combinations. In addition, names of the key industries were included in the queries to further specify the research boundaries. These include "*Financial Services*", "*Retail*", "*Advertising and Marketing*", "*Government and Public Services*", "*Manufacturing*", "*Media, Telecommunications and IT*", "*Energy*", "*Healthcare*", "*Transportation and Logistics*", "*Science and Technology*" and "*Security and Public Safety*". Apart from searching the databases, forward and reverse search techniques were used during the literature analysis.

According to the framework, suggested by Webster and Watson in [42], the publications were clustered into five categories based on their content. We differentiate between case studies and showcases, executive briefings, reviews and surveys, theoretical papers and technical papers. Description of these categories can be found in Table 1.

Table 1: Categories of publications

C	Case Study / Showcase	Contains detailed account of implemented cases
E	Executive briefings	Describes technique, methodology, workflow or management issue.
R	Review/Survey article	Summarizes the findings of others studies or experiments; attempts to identify trends or draw broader conclusions.
T	Theoretical	Contains or refers to a set of abstract principles
TP	Technical paper	Describes technical concept or know-how

In addition, all publications were split into groups according to the industries which they relate to. Each publication was also awarded an elaboration score on a scale from 1 to 3, 3 being the highest and 1 being the lowest rating. The assignment of an elaboration score is based on a combination of assessments across following dimensions: overall quality of a publication, rating of the journal in which it was published, relevance to the topic, thoroughness and depth of the approach, degree of innovation. All of these factors were considered equally important and were taken in account during final evaluation. Final ratings of each publication were awarded based on objective judgement after three review rounds. Furthermore, in order to collect information on the value chain activities which are targeted within the scope of each industry, a notion on that was taken during the analysis of each article. Finally, all of the data described above was organized into a research matrix, a partial example of which is depicted in Table 2.

Table 2: Excerpt from the research matrix

	Industry								Relation to Value Chain activities								
	Financial services		Retail		Advertising and Marketing		Government and Public Services		Inbound logistics	Operations	Outbound logistics	Marketing & Sales	Service	Firm Infrastructure	Human Resource Management	Technology development	Procurement
Article	Type	Elab. Depth	Type	Elab. Depth	Type	Elab. Depth	Type	Elab. Depth	Primary Activities					Support Activities			
The Big Data Opportunity. Making government faster, smarter and more personal							R	3		Yes			Yes			Yes	
Big Data im Handel. Chancen und Herausforderungen			R	3						Yes		Yes					
From value to vision: Reimagining the possible with data analytics.			C	1	C	1				Yes		Yes					
Publishing Open Statistical Data: the Spanish Census							E	2		Yes			Yes				
Using big data to combat enterprise fraud	R	1												Yes			

In total, more than 300 publications were discovered, 120 of which were chosen for the detailed analysis. Other publications were discarded due to low relevance to the topic of big data and/or low quality. After a thorough examination of the remaining body of publications, another 43 articles were excluded due to impossibility of identification of relevance to any particular industry or insufficient research value. To sum up, 77 publications, most of which are published in the last three years, serve as the basis for this study.

4 Findings

In this section we look at some basic concepts that characterize big data, derived from the reviewed literature. Then we briefly reflect on best practices that are used for big data-oriented business model introduction and implementation and name the most common challenges that organisations encounter in the process. Finally, we provide visualisations of the results and their detailed description and analysis, with special attention devoted to discovered research gap.

4.1 Definitions

Big data as a concept involves three entities which form its foundation and therefore need to be defined more clearly. First one, *big data analytics* refers to techniques that are based on data mining and statistical analysis theories and models. These include algorithms for classification, clustering, regression, association analysis, factor analysis, network analysis and many others. New developments such as neural networks, genetic algorithms, machine learning, natural language processing and crowdsourcing also belong to the pool of techniques applied in big data analytics [5, 28, 37].

The second term, *big data infrastructure* refers to the underlying technology used to store, aggregate, manipulate, manage and analyse big data. Important developments in this area include Google File System, MapReduce, Hadoop, NoSQL databases and stream processing technologies [5, 12, 28, 37].

Finally, developments in analytics and infrastructure are driven by the increase in diversity, complexity as well as intensity of *big data sources* in terms of volume and rapidity, which

organisations are able to obtain nowadays. These include structured (databases, spreadsheets) semi-structured (XML, e-mail) and unstructured data (geospatial location data, voice, video) [5, 12, 28, 37].

4.2 Best practices and challenges

The design and deployment of new big data-oriented business models follows one generic flow. The first step is to determine highest priority challenges of the organisation and to define available data sources and a functional model of the future big data implementation. The next step includes the choice of necessary technology, expertise and subsequent approval by the management. Following approval, a pilot project is conducted and, if successful, an enterprise-wide deployment follows. First successful deployment is important for enterprises, as gaining confidence with big data analytics enables organisations to actively invest in research to develop more effective business models and tools. To ensure first positive results, most IT leaders apply external experience when introducing big data in their organisations and begin with small initiatives which are guaranteed to work. As soon as an organisation gains more experience with big data, it begins to use more sophisticated data visualisation techniques and advanced modelling as well as starts to employ big data analytics in its strategy. The next stage of big data adoption by an organisation is characterized by the use of a variety of tools and business models to derive sustainable competitive advantage from analytics [22, 24, 37].

Among the typical challenges encountered during big data adoption are building competency in information management, acquiring analytical expertise, introduction of data-oriented culture and ensuring management support throughout the organisation. Acquiring expertise is a challenging task due to scarcity of qualified personnel, main reason for which being that the field of big data itself is very young. Furthermore, a data-oriented culture is needed to strengthen information value chains and provide firms with insight necessary for a more efficient utilization of production capacities. Moreover, it is important that big data initiatives are extensively supported by the management. This allows firms to handle explained challenges more efficiently and overcome internal issues such as resistance to change among the employees. Successful firms are able to handle these challenges appropriately resulting in industry leadership in the field of big data [9, 22, 28].

4.3 Research streams

In this section of the paper we look at how research in big data influences the key industries and try to draw assumptions about which role big data oriented business models will play in the future evolvement of organisations. The visualisations described and discussed in this paragraph reflect on the types of research currently conducted and display how big data shapes organisations' value chains for a sustainable competitive advantage gain.

4.3.1 Publication types in value chain activities

As the first step, we look at the distribution of publication content types across the Porter value chain activities disregarding the industry categorization. To represent this data, we summarize the elaboration depth scores of the articles, which relate to the same value chain activity and have the similar publication type. Looking at the radial diagram in Figure 1 we can observe that there exist a fairly significant number of theoretical development publications. This reflects the fact that the field of big data is relatively new and still finds itself in the phase of theoretical development, where the scientific basis is not yet fully explored.

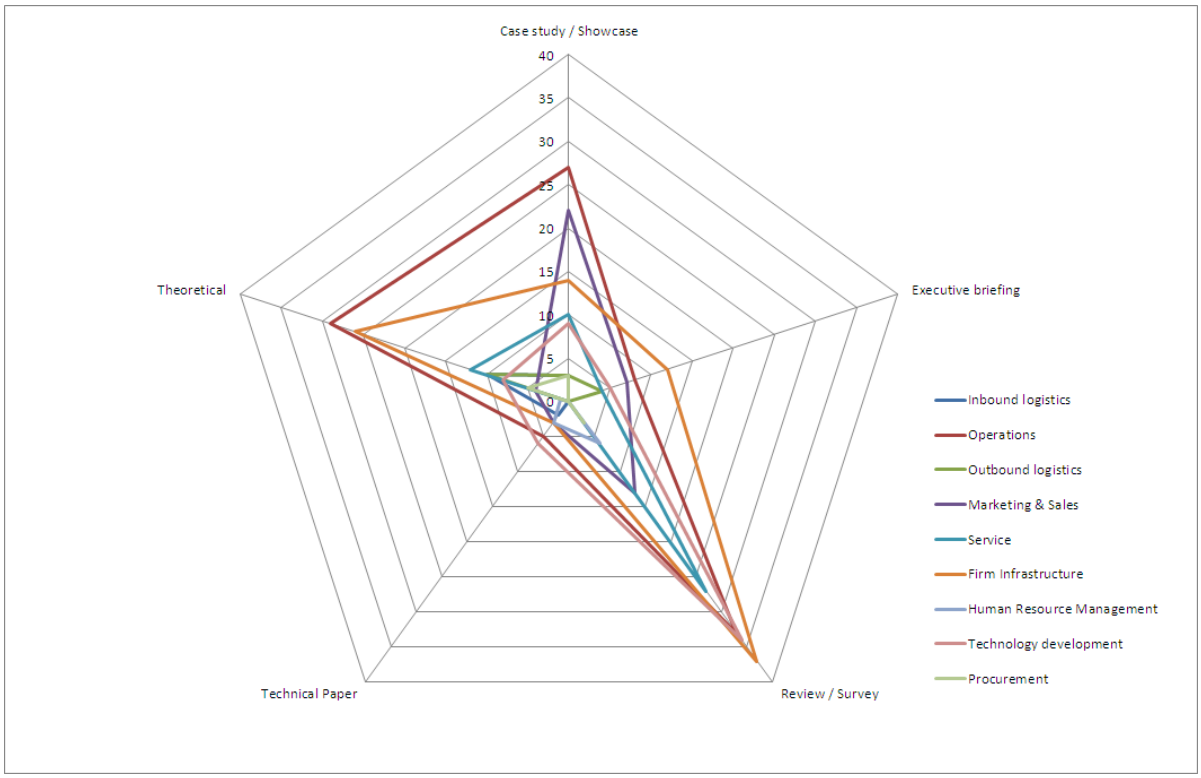


Figure 1: Publication types across Porter's value chain activities (own illustration)

On the other hand, a large number of case study and review publications show that not only scientists have interest in big data. Industry players are actively investigating the ways in which others have attempted to apply new technology and skills in business model design. In this regard, success stories and detailed practical examples serve as introducers of big data to the broader public and are certainly of big interest [13, 25, 38].

The number of articles which fall into the "executive briefing" category proves the increasing attention to big data from the top management of the organizations. Publications from this group are mainly of interest to IT leaders and executives, who are not only starting to evaluate the potential of big data and the benefits their organizations may obtain from it, but are exploring into the managerial and organisational aspects of big data in order to begin introducing data-oriented organizational changes and adapting their strategies to the evolving trend. Publications from this group mostly include contributions from journals like *MIT Sloan Management Review* [2, 7, 21, 22, 24] and *Harvard Business Review* [1, 9, 29, 31].

4.3.2 Publication types in industry branches

Next, we review industry-related publications. In Figure 2 we can see the distribution of publication types with their integrated elaboration value scores across the chosen industries. The result shows that a fairly large portion of publications is devoted to the topic of big data-driven developments in retail, telecommunications and IT, as well as science and technology. The reasons for such outcomes could be that retail, IT and science practitioners have more experience with data storage and processing and possess the necessary level of technology and expertise to begin experimenting with big data. Another reason for this is the high level of data availability, which makes its collection much easier [4, 6, 8, 10, 11, 17, 38].

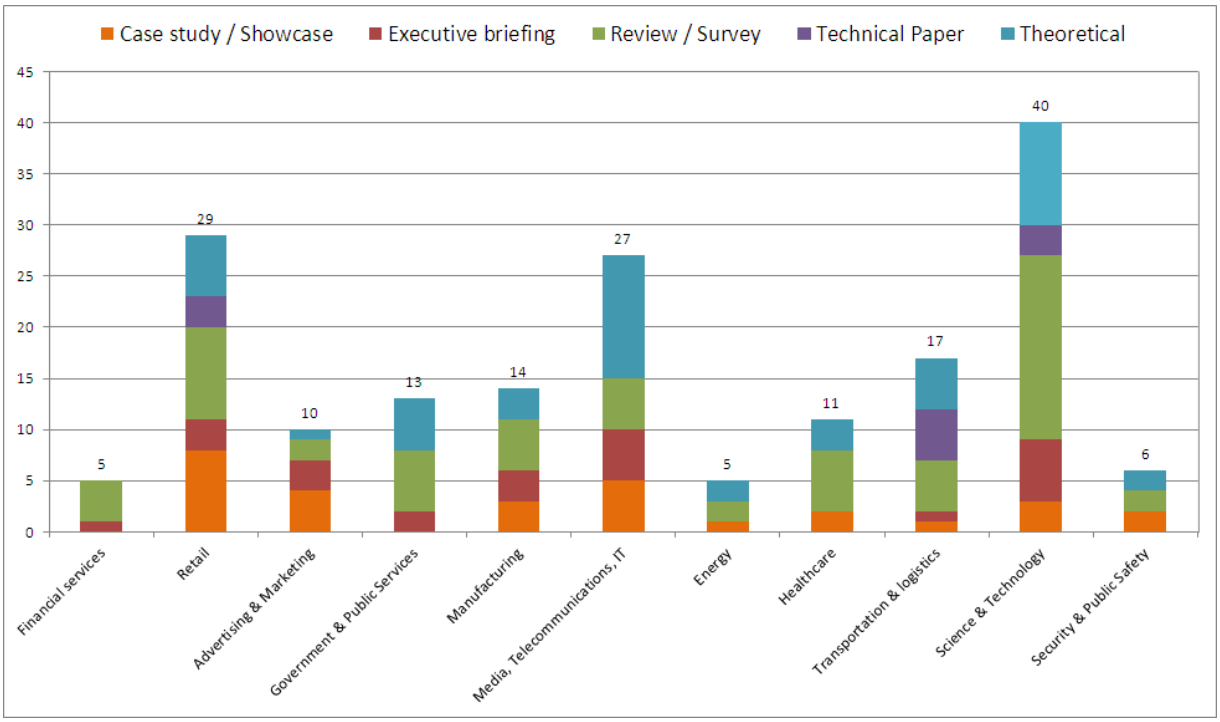


Figure 2: Publication types across the industries (own illustration)

Industries like government, healthcare, security and public safety are, on the other hand suffering from a low data availability level due to legal restrictions, privacy violation risks and personal data policies which are obstructing them from introducing new business models such as universal patient databases for healthcare or facial recognition analysis systems using the data from video surveillance in law enforcement [13, 14, 20, 28, 36, 40].

A good index of elaboration score exists also in manufacturing and transportation industries, where we see a qualitatively diverse range of publications. This demonstrates a high level of interest from all stakeholders and indicates that the evolvement of big data in these fields will be intensified in the years to come [3, 18, 23, 41, 43].

Financial services has very few dedicated publications even though it is considered an extremely data-intensive industry with huge potential in big data with examples of opportunities like big data analytics-based credit assessment, risk management, dynamic pricing or automated real-time financial fraud detection. The insufficient number of developments in financial services may be a result of great complexity of its operations as well as regulatory constraints, which apparently slow down research and restrict possibilities of new big data-driven business model implementations [16, 28].

Big data also offers some interesting developments in energy and resource management and urban management, however so far relatively few successful business models have been carried out. The most interesting examples here are smart grids and big data-aided urban planning [19].

4.3.3 State of research in value chain activities

Figure 3 represents the value chain diagram as it is organized by Porter [34], showing summarized elaboration score for each publication type within particular value chain activities. This visualization helps to understand how big data is being employed to gain competitive advantage in industries, which are viewed as strategic in most industrialized economies.

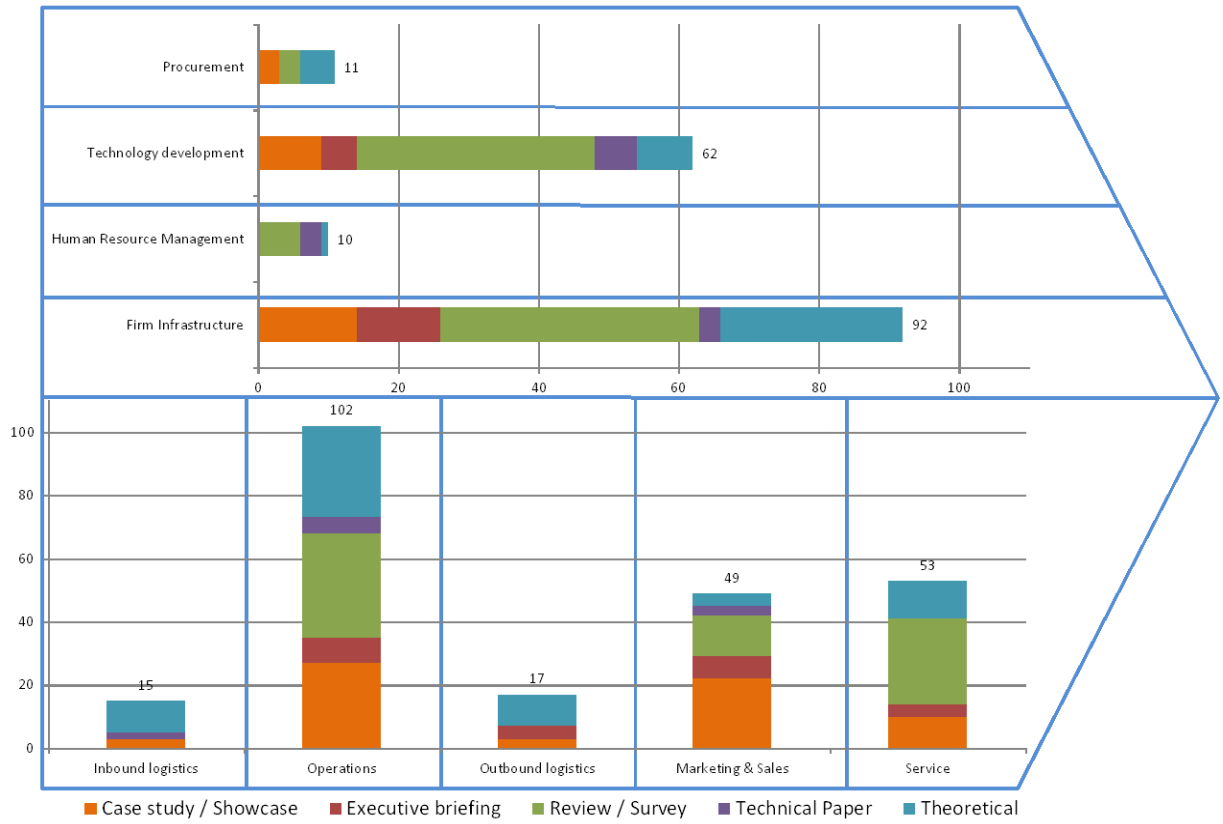


Figure 3: Types of publications and their summarized elaboration scores in the Porter's value chain (own illustration)

For example, we see that there exist many theoretical and practical developments that aim to improve operations. Among the primary value chain activities, operations have become a leader in the adoption of big data due to the significant amount of business-related data that the companies usually accumulate throughout their business processes. Most organizations use this data to analyse and optimize their core processes as the first step towards data-oriented business structure [22].

Value chain activities in the categories of service and marketing have a similar nature in this regard, as necessary customer- and business-related data is nowadays being collected and stored by almost any organization. Another important characteristic is that big data initiatives that involve only organisations' internal data sources have much higher chances of becoming a success due to homogeneous data policies and guidelines.

We look more closely at the research gap that was discovered in the area of big data integration into activities involved in logistics. As seen in the Figure 3, apart from several theoretical developments in this area, there were relatively few publications found.

The discovered big data developments attempt to target logistics-related problems including utilizing RFID technology and sensor network for faster tracking and classification of goods [39], collecting data for transportation logistics planning and scheduling (also known as computational logistics) [15], and data analytics for so-called "health checking" of suppliers and creditors or keeping track of partners' compliance conditions using web mining [43].

In general, it is fair to say that current big data-enabled business models mostly focus on the automation of analytics and the infrastructural side of logistics and have one main characteristic in common: the discovered business models serve only some specific part of supply chain management

or logistic functions, and do not address inter-organizational activities. It is not enough to just analyse the data and provide insight. The complete business model should also provide an automated solution to the problem [43]. For example, automated switching to more suitable suppliers as result of non-compliance or delivery route recalculation based on the data obtained from sensors, located in containers with perishable goods, could be valuable extensions to the found business models.

An important characteristic that distinguishes logistics business processes from other value chain activities is that it normally involves many partners and stakeholders, and therefore introducing technological and organisational changes throughout an entire process is an extremely difficult task. Information sharing among partners is a known problem that hinders effective functioning of supply chain processes. This also applies to big data-supported business models [26]. Another difficulty is that supply chains of different industries may employ radically different business models to carry out their logistics function, therefore no approach can be developed that could be applied universally [43]. In general, logistics is a very hard function to introduce changes to due to its complexity and high number of involved organisations. Therefore such projects require strong collaboration between all parties concerned. This is where cloud computing could potentially come into play, introducing a common platform for joint analysis of large volumes of data provided by stakeholders.

We also assume that the same applies to procurement, while procurement business processes involve many different stakeholders with different information flows and organizational structures that are slowing down big data integration. Big data in technology development involves implementations like data-intensive design, data-aided simulations to improve quality and time-to-market characteristics as well as use of social media and web mining for the purpose of enhancement of existing products and customer-centred design of new products [41, 43]. Unlike others, firm infrastructure activities typically support the entire primary value chain [34], and represent a broad variety of auxiliary processes available for small enhancements and big data experiments.

5 Conclusions and discussion

In the course of this study we have discovered that most of the recent literature on the topic of big data has introductory and informative nature. Case study and review papers together account for more than half of the collective elaboration score. Technical and theoretical developments, on the other hand, constitute only for 1/3 of the total score.

The study demonstrates an uneven distribution of big data researchers' attention across different industries. For example, financial services is considered to have a very strong potential and is expected to become significantly more data-oriented in the years to come [28]. Big data availability and restrictions on personal information redistribution significantly hinder research and application of new big data developments in government, healthcare and security [27, 28]. Furthermore, we have found insufficient amount of practical developments, concerning two primary value chain activities: inbound and outbound logistics. For some key industries like manufacturing, retail and transportation the significance of logistics is hard to overestimate [15, 39, 43]. Therefore, we propose the following research agenda to address these problems:

- Further development of theoretical basis for big data-oriented business models to improve all value chain activities in the different industries.
- Redefinition of data-related policies and review of obsolete related legislation to improve data availability.
- Development of practical concepts, prototypes and models that employ big data methods.

- Exploration of possibilities for integrating big data into interorganisational information flows to support value chain activities in inbound and outbound logistics.

Although our study shows some research gaps, it is fair to say that big data, being a relatively new field, finds itself in an evolving state. The defined gap can be closed by research stimulation from industry and appropriate steering by scientific institutions. Corporate executives and government officials constantly learn more about big data and are starting to turn their weaknesses into strengths to implement effective big data-driven business models and monetize the value of enterprise data.

6 References

[1] Barton, D (2012): Making Advanced Analytics Work For You. Harvard business review 90(10): 78-83.

[2] Beath, C; Becerra-Fernandez, I; Ross, J; Short, J (2012): Finding value in the information explosion. MIT Sloan Management Review 53(4): 18-20.

[3] Becker, M; Wenning, B-L; Görg, C; Jedermann, R; Timm-Giel, A (2010): Logistic applications with wireless sensor networks. *Proceedings of the 6th Workshop on Hot Topics in Embedded Networked Sensors*. Killarney, Ireland.

[4] Chan, C (2012): Big data in computational biology. XRDS 19(1): 64-68.

[5] Chen, H; Chiang, RH; Storey, VC (2012): Business intelligence and analytics: from big data to big impact. MIS Quarterly 36(4): 1165-1188.

[6] Dai, L; Gao, X; Guo, Y; Xiao, J; Zhang, Z (2012): Bioinformatics clouds for big data manipulation. Biology direct 7(1): 43.

[7] Davenport, TH; Barth, P; Bean, R (2012): How 'Big Data' is Different. MIT Sloan Management Review 54(1): 43-46.

[8] Davenport, TH; Mule, LD; Lucker, J (2011): Know what your customers want before they do. Harvard Business review 89(12): 84-92.

[9] Davenport, TH; Patil, D (2012): Data scientist: the sexiest job of the 21st century. Harvard business review 90(10): 70-77.

[10] Demchenko, Y; Zhiming, Z; Grosso, P; Wibisono, A; de Laat, C (2012): Addressing Big Data challenges for Scientific Data Infrastructure. *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2012 IEEE 4th International Conference on*. Amsterdam, Netherlands.

[11] Deng, C; Qian, L; Xu, M; Du, Y; Luo, Z; Sun, S (2012): Federated cloud-based big data platform in telecommunications. *Proceedings of the 2012 workshop on Cloud services, federation, and the 8th open cirrus summit*. San Jose, California, USA.

[12] Dumbill, E (2012): Planning for big data. *Strata Conference: Making Data Work*. New York.

[13] Feldman, B; Martin, EM; Skotnes, T (2012): Big Data in Healthcare. Hype and Hope.

[14] Fernandez, JD; Martinez-Prieto, MA; Gutierrez, C (2011): Publishing open statistical data: the Spanish census. *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times*. College Park, Maryland.

[15] Gorodetsky, V; Karsaev, O; Konyushiy, V; Samoylov, V (2012): Transportation Logistics Services from Cloud. *2012 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT).* Macau, China.

[16] Griffin, R (2012): Using big data to combat enterprise fraud. Financial Executive 28(10): 44-47.

[17] Guo, Y (2013): Big Data, Big Science, Big Collaboration: Delivering Connected R&D for Better Value. Scientific Computing 30(1): 4-7.

[18] Hessman, T (2013): Putting Big Data to Work. Industry Week/IW 262(4): 14-18.

[19] Hinssen, P; Delameilleure, J; Elegem, LV; Mannens, E (2012): Open Data power Smart Cities. Across Technology and EMC Greenplum.

[20] Kayyali, B; Knott, D; Kuiken, SV (2013): How big data is shaping US health care. McKinsey Quarterly: 17.

[21] Kiron, D; Prentice, PK; Ferguson, RB (2012): Innovating with Analytics. MIT Sloan Management Review 54(1).

[22] Kiron, D; Shockley, R (2011): Creating business value with analytics. MIT Sloan Management Review 53(1): 57-63.

[23] Larsen, T (2013): Cross-platform aviation analytics using big-data methods. *Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS), 2013*. Herndon, VA, USA.

[24] LaValle, S; Lesser, E; Shockley, R; Hopkins, MS; Kruschwitz, N (2011): Big data, analytics and the path from insights to value. MIT Sloan Management Review 52(2): 21-32.

[25] Lawrence, R; Perlich, C; Rosset, S; Arroyo, J; Callahan, M; Collins, JM; Ershov, A; Feinzig, S; Khabibrakhmanov, I; Mahatma, S; Niemaszyk, M; Weiss, SM (2007): Analytics-driven solutions for customer targeting and sales-force allocation. IBM Systems Journal 46(4): 797-816.

[26] Lee, HL; Whang, S (2000): Information sharing in a supply chain. International Journal of Manufacturing Technology and Management 1(1): 79-93.

[27] Longbing, C (2012): Social Security and Social Welfare Data Mining: An Overview. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Applications and Reviews 42(6): 837-853.

[28] Manyika, J; Chui, M; Brown, B; Bughin, J; Dobbs, R; Roxburgh, C; Byers, AH (2011): Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. Report. McKinsey Global Institute.

[29] Marchand, DA; Peppard, J (2013): Why IT fumbles analytics. Harvard Business Review 91(1-2): 104-112.

[30] Markl, V; Löser, A; Hoeren T; Krcmar, H; Hemsen, H; Schermann, M; Gottlieb, M; Buchmüller, C; Uecker, P; Bitter, T (2013): Innovationspotentialanalyse für die neuen Technologien für das Verwalten und Analysieren von großen Datenmengen (Big Data Management). BMWi.

[31] McAfee, A; Brynjolfsson, E (2012): Big data: The management revolution. Harvard business review 90(10): 60-66.

[32] McGregor, C (2013): Big Data in Neonatal Intensive Care. Computer 46(6): 54-59.

[33] Moed, H; Kamalski, J; Plume, IKA; Huggett, S; Richardson, M; Halevi, G; Weijen, Dv (2012): Research trends. Special Issue on Big Data. Report.

[34] Porter, ME (2004): Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. F.P.

[35] Pospiech, M; Felden, C (2012): Big Data – A State-of-the-Art. *Proceedings of the 18th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2012)*. Seattle, USA.

[36] Ricanek, K; Boehnen, C (2012): Facial Analytics: From Big Data to Law Enforcement. Computer 45(9): 95-97.

[37] Schroeck, M; Shockley, R; Smart, J; Romero-Morales, D; Tufano, P (2012): Analytics: The real-world use of big data. How innovative enterprises extract value from uncertain data. Executive report. IBM Institute for Business Value.

[38] Sumbaly, R; Kreps, J; Shah, S (2013): The big data ecosystem at LinkedIn. *Proceedings of the 2013 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*. New York, USA.

[39] Swaminathan, S (2012): The Effects of Big Data on the Logistics Industry. http://www.oracle.com/us/corporate/profit/opinion/021512-sswaminathan-1523937.html Accessed on 18 June 2013

[40] Thaler, RH; Tucker, W (2013): Smarter Information, Smarter Consumers. Harvard business review 91(1-2): 44-55.

[41] Van Horn, D; Olewnik, A; Lewis, K (2012): Design Analytics: Capturing, Understanding, and Meeting Customer Needs Using Big Data. *Proceedings of the ASME International Design Engineering Technical Conference & Computers and Information in Engineering Conference*. Chicago, USA.

[42] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. MIS Quarterly 26(2): 13-23.

[43] Young, M; Pollard, D (2012): What businesses can learn from big data and high performance analytics in the manufacturing industry. Independent report. Big Data Insight Group.

Geschäftsmodelle für E-Learning Unternehmen: Konzeptionelle Herleitung eines Rahmenwerks

Christina Di Valentin

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), 66123 Saarbrücken, E-Mail: christina.divalentin@iwi.dfki.de

Muhammet Gündogdu

Universität des Saarlandes (UdS), 66123 Saarbrücken, E-Mail: muhammetguendogdu@gmail.com

Dirk Werth

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), 66123 Saarbrücken, E-Mail: dirk.werth@iwi.dfki.de

Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), 66123 Saarbrücken, E-Mail: peter.loos@iwi.dfki.de

Abstract

Unternehmen wie Apple und Google haben gezeigt, dass die Wahl des richtigen Geschäftsmodells einen wichtigen Erfolgsfaktor darstellt. Insbesondere die E-Learning Branche ist von großer Dynamik und großem Wettbewerbsdruck gekennzeichnet. Um langfristig auf diesem Markt bestehen zu können müssen Firmen ihr Geschäftsmodell genau kennen und analysieren können. In diesem Artikel wird ein Geschäftsmodellrahmenwerk für Unternehmen dieser Branche hergeleitet, das E-Learning Unternehmen ermöglicht, ihr Geschäftsmodell standardisiert zu beschreiben und zu analysieren.

1 Einleitung

Digitale Medien, soziale Netzwerke und mobiles Internet haben sich in nahezu allen Lebensbereichen etabliert. Hierzu zählen insbesondere der Lern- und Lehrbereich [25]. Mit der starken Verbreitung elektronischer Endgeräte sowie digitaler und sozialer Medien gewinnt das E-Learning zunehmend an Bedeutung. Betrachtet über die gesamte Schul- und Hochschulausbildung bis hin zur beruflichen Aus- und Weiterbildung kommt elektronisch gestütztes Lernen zunehmend zum Einsatz [20]. Hierzu zählen auch das Lernen in der Freizeit sowie die persönliche Weiterbildung. Dabei werden drei wesentliche Zielgruppen von E-Learning Software unterschieden: Schulen und Universitäten [2] sowie Unternehmen [33]. Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass der globale E-Learning Markt bis zum Jahr 2015 insgesamt $49,9 Mrd. Wert sein wird [40]. Bereits eine Erhebung aus dem Jahr 2010 ergab einen Wert von $32,1 Mrd. sowie eine Wachstumsrate von 9,2 % [40]. Expertenmeinungen zufolge zählen insbesondere Großunternehmen mit mehr als 1000 Mitarbeitern zu der wertvollsten Zielgruppe, da diese den wichtigsten Werttreiber des E-Learning Marktes repräsentiert [33].

Um sich in einem solch dynamischen Markt langfristig etablieren zu können, ist die Wahl des richtigen Geschäftsmodells ein entscheidender Erfolgsfaktor. Ein Geschäftsmodell liefert eine Erklärung darüber ab, wie ein Unternehmen funktioniert, d.h. es bildet eine abstrakte Sicht auf Aspekte wie die Wertschöpfungskette eines bestimmtes Produktes oder die innerhalb eines Unternehmens vorliegende Organisation ab [9]. Dazu werden anfallende Informationen über kritische Erfolgsfaktoren, Prozesse und Finanzströme überblicksartig dargestellt [37]. Das Geschäftsmodellkonzept hat sich mit dem Aufschwung des Internets sehr stark verbreitet, insbesondere als es darum ging zu identifizieren, wieso sich einige Unternehmen auf dem Markt behaupten konnten während andere Unternehmen von ihren Konkurrenten aus dem Markt gedrängt wurden [11] [14] [18]. Seit dieser Zeit gewinnt die Geschäftsmodellforschung zunehmend an Bedeutung [17].

In der Literatur haben sich schon viele Arbeiten mit dem Geschäftsmodellkonzept befasst, was eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen und Modelle zur Folge hat [11] [17] [13] [1] [22] [29] [38]. Die meisten dieser Konzepte sind generischer Natur, ohne auf einen bestimmten Industriesektor zu fokussieren, was mit einer geringen Aussagekraft im Hinblick auf detaillierte Aussagen zur Konfiguration neuer oder Analyse bestehender Geschäftsmodelle einhergeht. Dieser Umstand gilt auch für die E-Learning-Branche. Hier existieren nur wenige Geschäftsmodellkonzepte, die explizit auf die Charakteristiken dieses Industriebereichs fokussieren.

Ziel dieses Artikels ist die Herleitung eines Rahmenwerks für Geschäftsmodelle für E-Learning-Unternehmen. Das Rahmenwerk soll Unternehmen in der E-Learning Branche dabei unterstützen ihre Geschäftsmodelle standardisiert und nach einem festen Schema zu beschreiben. Adressaten aus der Praxis für dieses Rahmenwerk sind sowohl Unternehmensgründer als auch bereits auf dem Markt bestehende Unternehmen. Unternehmensgründer können mithilfe dieses Rahmenwerks ihr Geschäftsmodell konstruieren, während bereits bestehende Unternehmen mithilfe dieses Rahmenwerks ihr Geschäftsmodell analysieren und bei Bedarf einzelne Aspekte des Geschäftsmodells anpassen können. Der Erkenntnisgewinn für die Wissenschaft stellt ein fundierter Ansatz zur Beschreibung von Geschäftsmodellen dar, indem Geschäftsmodelle anhand von Kategorien, Elementen und Charakteristika von Geschäftsmodellelementen beschrieben werden können, der auch auf weitere Branchen angewendet werden kann. Darüber hinaus bildet das zu entwickelnde Framework eine Ausgangsbasis, um Beziehungen zu zugrundeliegenden Geschäftsprozessen und Wertschöpfungsketten zu beschreiben.

Die Herleitung des Rahmenwerks erfolgt nach dem gestaltungsorientierten Ansatz [15]. Dabei werden sowohl bestehende generische Geschäftsmodellkonzepte berücksichtigt als auch wissenschaftliche Arbeiten, die sich bereits mit Geschäftsmodell-spezifischen Aspekten von E-Learning Unternehmen befasst haben. Auf diese Weise werden Defizite bisheriger Ansätze identifiziert und als Anforderung an das Rahmenwerk hergeleitet. Kapitel 2 stellt diese verwandten Arbeiten, die eine Basis für das zu konzipierende Rahmenwerk bilden vor, gefolgt von einer Erläuterung der Vorgehensweise zur Herleitung des Rahmenwerks in Kapitel 3. In Kapitel 4 werden die hergeleiteten Konzepte zu einem Gesamtrahmenwerk zusammengefasst. Dabei werden gleiche Komponenten aus der Literaturanalyse konsolidiert. Aus dieser Auswahl werden nur die Komponenten in das Rahmenwerk aufgenommen, die für die E-Learning Branche relevant sind. Komponenten, die in der Literaturanalyse nicht gelistet waren, wurden neu konstruiert und in das Rahmenwerk mit aufgenommen. Der Artikel schließt mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse sowie einem Ausblick auf künftige Forschungsbedarfe.

2 Literatur- und Zielgruppenanalyse

2.1 Geschäftsmodelle

Die Vorgehensweise des Literaturreviews erfolgte in Anlehnung an das Forschungsrahmenwerk für Geschäftsmodelle nach Pateli und Giaglis [20]. In einem ersten Schritt wurde nach relevanten Publikationen zu Geschäftsmodellen recherchiert. Die Schlagworte dabei waren: Erlösmodelle, Strategie, Geschäftsmodelle sowie Prozessmodelle. Ergebnisse der Literaturanalyse nach generischen Geschäftsmodellkonzepten und -rahmenwerken sind in [33] zusammengefasst.

Bei den analysierten Rahmenwerken spielten der *Geschäftsbereich*, *Softwarebereich*, *Service-Bereich* sowie *Content-Bereich*, eine wichtige Rolle, da sie für Unternehmen in der E-Learning Branche von entscheidender Bedeutung sind [3]. Darüber hinaus wurden die Rahmenwerke in Anlehnung an die von Zott, Amit und Massa [39] durchgeführte Untersuchung durchgeführt, welche drei wesentliche Kernbereiche von Geschäftsmodellen identifiziert haben: Der *E-Business Bereich,* das *Innovations- und Technologiemanagement* sowie der *Strategische Bereich*, der Performance, Wertschaffung und Wettbewerbsvorteile umfasst [39]. Dabei umfasst das Innovations- und Technologiemanagement die Praktikabilität der ausgewählten Modelle und setzt sie in einen realweltlichen Bezug. Ziel der Analyse war, Modelle auszuwählen, die in ihrer Summe möglichst jede dieser genannten Voraussetzungen erfüllt und somit die Basis für das zu konzipierende Rahmenwerk bilden.

Morris Schindehutte und Allen [19] beschreiben Geschäftsmodelle anhand sechs zentraler Komponenten: *Factors related to offering, Market Factors, Internal Capability Factors, Competitive Strategy Factors, Economic Factors* und *Growth Factors*. Die Besonderheit dieses Rahmenwerks liegt in seiner dreistufigen Granularität, welche die Basiselemente mit Strategieelementen und Elementen der operativen Ebene verbindet. Dabei wird die Granularität nach drei Niveaustufen beschrieben: *Foundation Level, Proprietary Level* und *Rules Level*. Osterwalder und Pigneur [7] [8] beschreiben mit ihrem Business Model Canvas Geschäftsmodelle anhand von neun Komponenten („Building Blocks“). Dieses Modell erfreut sich in Literatur und Praxis von großer Beliebtheit. Eine weitere Grundlage für die Konzeption bildete das Rahmenwerk für Geschäftsmodelle in der Softwareindustrie nach Schief und Buxmann [32]. Sie beschreiben Geschäftsmodelle anhand von 25 Komponenten, die fünf Kategorien zugeordnet sind und sich anhand von verschiedenen Charakteristiken beschreiben lassen. Darüber hinaus wurden softwareindustriespezifische, konjunkturelle Merkmale und ökonomische Eigenschaften eingearbeitet, welche auf Basis von Umfragen mit CEOs in der Softwareindustrie hergeleitet wurden [35] [36] [37].

Auch im E-Learning Bereich haben sich bereits einige wissenschaftliche Arbeiten mit Geschäftsmodell-bezogenen Aspekten befasst. Hoppe und Breitner zielen in ihren Arbeiten auf die Konzeption eines ganzheitlichen Geschäftsmodellrahmenwerks für E-Learning Unternehmen ab [4] [25]. Sie beschreiben Geschäftsmodelle nach den folgenden Eigenschaften: *Cost / Benefits Analysis, Finance Model, Accounting Model, Revenue / Cost Analysis, Revenue Model & Substainability Analysis, Market Analysis, Service Model, Production Model, Production Factors Analysis und Quality Management* und *Evaluation* [4]. Asfoura, Jamous und Salem [12] beschreiben eine generische Sicht auf E-Learning Geschäftsmodelle. Ihr Geschäftsmodell setzt sich aus sieben Phasen zusammen, wobei nur 3 Phasen ökonomische Aspekte fokussieren. Nagle und Golden [28] haben die Komponenten von Osterwalder und Pigneur um sogenannte *eLearning Industry Sub Components* erweitert. Sie unterscheiden zwischen zwei wesentlichen Faktoren: *Kundenbeziehungen* und *Technologie* [28]. Vossen und Westerkamp [31] fokussieren in ihren Forschungsarbeiten ausschließlich auf *Web Services* und setzen somit ihren Schwerpunkt auf serviceorientierte E-Learning Unternehmen. Sie fragmentieren die E-Learning Wertschöpfungskette mit dem Ziel spezialisierte und flexible Unternehmen zu bilden, die baukastenförmig zusammengesetzt kooperieren können [31].

Die Analyse bestehender Geschäftsmodellrahmenwerke im E-Learning Bereich hat ergeben, dass bisherige Ansätze von sehr generischem Charakter sind und bislang E-Learning Unternehmen noch keine standardisierte und strukturierte Beschreibung, Klassifikation und Analyse von Geschäftsmodellen ermöglicht.

2.2 Charakteristiken von E-Learning Unternehmen und Zielgruppen des Rahmenwerks

E-Learning und E-Learning Unternehmen setzen sich aus dem Software-, Content- sowie dem Service-Bereich zusammen. Dementsprechend vielfältig sind auch die Gestaltungsmöglichkeiten von Geschäftsmodellen, denn diese Bereiche kommen unterschiedlich stark zum Einsatz. Es findet also eine Produktion von Inhalten und Software sowie die Bereitstellung von verschiedenen Dienstleistungen statt. Das zu konzipierende Rahmenwerk fokussiert sowohl auf E-Learning Unternehmen, die ihre Tätigkeiten auf nur einen dieser Bereiche legen (Software-, Content- oder Service Provider) als auch auf Unternehmen, die ihre Aktivitäten in mehreren dieser Bereiche durchführen (Full Service Provider). Durch die vielfältige Betrachtung des Modells (Software, Content, Service Provider) geht folglich auch eine Vielfältigkeit des Kundenmodells einher. Aus diesem Grund muss die Stellung der Wertschöpfungskette sowohl im Rahmenwerk selbst als auch für Partnerunternehmen und Kunden klar erkannt und festgelegt werden.

Eine besondere Eigenschaft der E-Learning-Branche, welche sie von anderen Industrie- und Wirtschaftszweigen abgrenzt, ist die Vielzahl an Adressaten von E-Learning-Lösungen [34]. Digitales Lernen ist mittlerweile durch eine Vielzahl von Adressaten charakterisiert, beginnend vom Kindergarten über die gesamte Schulzeit bis hin zur Hochschulausbildung sowie beruflichen Aus- und Weiterbildung. Auch das Lernen in der eigenen Freizeit sowie die persönliche Weiterbildung anhand von E-Learning-Lösungen bekommen einen immer größeren Stellenwert. Folglich ergeben sich drei große Zielgruppen innerhalb des E-Learnings, welche von Unternehmen dieser Branche adressiert werden müssen: Schulen/Schüler, Universitäten/Studenten sowie Unternehmen/Mitarbeiter [25] [34]. Dabei kommen für jede dieser Zielgruppen unterschiedliche Geschäftsmodell-spezifische Aspekte zum Einsatz.

3 Vorgehensweise bei der Konzeption des Geschäftsmodellrahmenwerks

Die Ergebnisse des Literaturreviews bildeten die Grundlage für die Herleitung des Geschäftsmodellrahmenwerks. Wichtig bei der Analyse war, dass die Geschäftsmodellrahmenwerke nach dem gleichen Prinzip aufgebaut sind wie das von uns entwickelte, d.h. die Rahmenwerke sollten komponentenbasiert sein. Basierend auf der Literaturanalyse haben wir folgende Anforderungen an das Rahmenwerk hergeleitet: Das Rahmenwerk soll auf bestehenden Forschungsergebnissen zu generischen Geschäftsmodellen aufbauen. Darüber hinaus sollen E-Learning spezifische Charakteristika mit in das Rahmenwerk aufgenommen werden, um bestehende Forschungsarbeiten zu Geschäftsmodellen um diesen Eigenschaften zu ergänzen. Das Rahmenwerk wurde nach folgenden Schritten konstruiert:

1) Spezielle Anforderungen an E-Learning Unternehmen wurden aus der Literatur deduziert.
2) Literaturanalyse und Ordnung von Komponenten nach Autoren mit allgemeinen Geschäftsmodellen und E-Learning-spezifischen Geschäftsmodellen.
3) Gleiche Komponenten wurden zusammengeführt und integriert, ähnliche Komponenten wurden als Sub-Elemente mit aufgenommen.
4) Neben den in Kapitel 2 vorgestellten Rahmenwerken wurden zusätzlich weitere Rahmenwerke berücksichtigt und in das Rahmenwerk mit aufgenommen.

Das Resultat bildet ein Rahmenwerk, das sich aus 27 Geschäftsmodellelementen zusammensetzt, die insgesamt fünf Kategorien zugeordnet werden. Die Kategorien umfassen dabei die Strategie eines Unternehmens, das Finanzmodell, Wertangebot, Partnerschaften sowie der Markt. Jedes Geschäftsmodellelement kann anhand spezifischer Eigenschaften beschrieben werden (z. B. kann das der Kundentyp eines E-Learning Unternehmens entweder ein einzelner Kunde, ein Firmenkunde oder eine öffentliche Institution sein).

Unternehmensgründer in der E-Learning Branche werden mit diesem Rahmenwerk dabei unterstützt ihr Geschäftsmodell standardisiert zu beschrieben, in dem sie für jedes dieser Elemente die Eigenschaften festlegen. Auch bereits bestehende Unternehmen können mithilfe dieses Rahmenwerks ihr aktuelles Geschäftsmodell analysieren und im Rahmen von Geschäftsmodelländerungen standardisiert vorgehen. Die grafische Darstellung des Rahmenwerks erfolgte in Anlehnung an Schief und Buxmann [32].

4 Geschäftsmodellrahmenwerk für E-Learning Unternehmen

Tabelle 1 zeigt das entwickelte Geschäftsmodellrahmenwerk. Es setzt sich aus den Kategorien Strategie, Finanzmodell, Wertangebot, Partnerschaften und Markt zusammen. Alle hergeleiteten Komponenten, Subkomponenten und Eigenschaften sind so konstruiert, dass beliebige Kombinationen möglich sind. Die Herleitung der fünf Kategorien erfolgte in Anlehnung an Morris Schindehutte und Allen [19] sowie an Schief und Buxmann [32]. Dabei decken insbesondere die Kategorien „Wertangebot“, „Partnerschaften“ und „Markt“ E-learning-spezifische Charakteristika ab, wogegen die Kategorien „Strategie“ und „Finanzmodell“ eher auf allgemeingültige Spezifika eingehen.

Strategie									
Investitionshorizont	Eigenbedarfsmodell			Einkommensmodell		Wachstumsmodell			Spekulationsmodell
Wettbewerbs-faktoren	Qualität	Kunden-anpassung	Effizienz	Preis	Kunden-beziehung	Innovations-führerschaft	Netzwerk	Geschwin-digkeit	
Finanzmodell									
Erlösmodell	Nutzungs-gebühr	Open Source	Grund-gebühr	Vermittlungs-gebühr	Lizen-sierung	Verkaufs-recht	Freemium	Werbung	Data Mining
Preismodell	Fixer Preis	Nutzungs-basiert	Kunden-basiert	Pro Kontakt	Lokal	Zeitbasiert	Preisbündel	Quantitativ	
Umsatzvolumen	Niedrig			Medium			Hoch		
Kostenstruktur	Wertgetrieben	Kostengetrieben		Investitionskapital		Marktforschungs-abhängig	Vertragsabhängig		
Gewinnspanne	Niedrig			Medium			Hoch		
Wertangebot									
Software & Serviceangebot									
Produktions-modell	CSCL	Preis/ Stück	Tutoring Systeme	Simu-lationen	Platt-former	Serious Games	LCMS	LMS	CMS	Authoring Tools
Servicemodell	Technische Assistenz			Plattform-Services			Hosting Services		
Softwareherstellung	Interne / Service Delivery		Outsourcing		Lizensierung		Wiederverkauf		Value Added Wiederverkauf
Standardisierung	Standardisiert			Wenig Customized			Customized		
Mobile Platform	IOS	Android		Windows 8 Mobile		Blackberry	HTML 5		
Content & Services Offering									
Produktions-model	CSCL	Drill & Practice		Simulationen		Serious Games	Mobile-Optimimiert		
Servicemodell	Tutorium-Assistenz	Content Quality Management		Content Brockerage		Content-vermittlung	Didaktische Beratung		
Inhaltserstellung	Interne Manu-faktur / Service Bereitstellung	Outsourcing		Lizensierung		Wiederverkauf	Wertschöpfender Wiederverkauf		
Standardisierung von Inhalten	Standardisiert			Medium Customized			Customized		
Wiederverwendung von Inhalten	Niedrig			Medium			Hoch		
Mobile Anpassung von Inhalten	Niedrig			Medium			Hoch		
Aktualisierung von Inhalten	Regelmäßig		On Demand		Jährlich		Sonstiges		
Distributios-modell	Global		Partnernetzwerk		Online		Sonstiges		
Partnerschaften									
Partner-orientatierung	Software Partner	Technical Services Partner		Content Partner		Content Services Partner	Complementary Services Partner		
Partnerstruktur	Wenige Partner und starke Partnerstruktur				Viele Partner und lockere Partnerstruktur				
Reifegrad	Langfristig				Kurzfristig				
Partnerintegration	Niedrig			Medium			Hoch		
Markt									
Kundentyp	Bildungsseinrichtung (Private & State)			Unternehmen		Kommerzielle Kunden			Einzelne Lerner
Stellung Kunde in der WSK	Downstream Lieferant	Upstream Lieferant	Staat	Institution		Großmarkt	Händler	Service Provider	Endkunde
Kundenbeziehung	Personal Assistance			Communities		Kokreation			Automated Service and Self Service

Tabelle 1: E-Learning Geschäftsmodellrahmenwerk

4.1 Strategie

Diese Kategorie steht für langfristige Entscheidungen und den langfristigen Erfolg von Unternehmen. Sie wurde in Anlehnung an Schief und Buxmann [32] Morris et al. [19] sowie Hoppe und Breitner [25] hergeleitet. Die Strategie wird in der Literatur auch als „Personal/Investor Factors“ [19] oder „Competition Model“ angeführt [4]. Sie setzt sich aus dem Investitionshorizont und den Wettbewerbsfaktoren zusammen.

Der *Investitionshorizont* stammt namentlich aus dem Geschäftsmodellrahmenwerk von Schief und Buxmann [32], welche auch in ihrem Rahmenwerk ursprünglich von Morris et al. [19] hergeleitet wurde. Dieses Element soll eine Übersicht darüber geben, welche Größen, Wachstumsvorstellungen und Ziele für das Unternehmen in welchen Zeiträumen geplant sind. Sie hat Auswirkungen auf Investitionshöhen und –häufigkeiten sowie auf deren Rückflusserwartungen [19]. Die *Wettbewerbsfaktoren* (auch „Unique Selling Proposition“) beschreiben das Alleinstellungmerkmal eines Unternehmens [19] [8]. Dieses Element findet sich auch in den Rahmenwerken von Osterwalder und Pigneur [8] als Value Proposition, in Morris et al. [19] als „Competitive Strategy Factors“ sowie in Schief und Buxmann [32] als „Unique Selling Proposition“.

4.2 Finanzmodell

Das Finanzmodell setzt sich aus den Elementen Erlösmodell, Preismodell, Umsatzvolumen, Kostenstruktur und Gewinnspanne zusammen. Folglich weist es in seiner Struktur eine starke Ähnlichkeit zur Gewinnfunktion auf [10].

Das *Erlösmodell* bezieht sich auf die verschiedenen Arten wie Geld in ein Unternehmen fließt [5]. Dieses Element ist in verschiedenen Variationen und Interpretationen in jedem der untersuchten Geschäftsmodelle ein zentraler Bestandteil (siehe Kapitel 2). Das *Preismodell* befasst sich mit der Preissetzung eines Produktes oder einer Dienstleitung mit dem Ziel der Erreichung des maximalen Gewinns [10]. Das *Umsatzvolumen* gibt die Verkaufsmenge eines Produktes oder einer Dienstleitung an. Dieses Element wurde aus den Rahmenwerken von Morris et al. [19] und Schief und Buxmann [32] hergeleitet. Die *Kostenstruktur* beschreibt die Art der Zusammensetzung von Kosten innerhalb eines Unternehmens oder eines Unternehmensbereichs [10]. Obwohl idealerweise die Kosten eines Unternehmens immer niedrig sein sollten, ist dies in der Realität äußerst selten [8]. Unternehmen lassen sich grundsätzlich nach kostenorientierten und wertorientierten Kostenstrukturen charakterisieren [8]. Wertorientierte Unternehmen streben an, Produkte und Dienstleistungen von hoher Qualität zu einem hohen Preis anzubieten. Dabei konzentrieren sie sich auf ihr Kerngeschäft, wodurch alle Nicht-Kernaktivitäten ausgelagert werden [8]. Kostenorientierte Unternehmen möchten ihre Produkte und Dienstleitungen zu den kleinsten Preisen veräußern, wobei die Qualität nicht im Vordergrund der Geschäftstätigkeit steht (z. B. Ryanair). Die Rentabilität eines Unternehmens wird durch die *Gewinnspanne* beschrieben. Dieses Geschäftsmodellelement wurde inklusive seiner Ausprägungen in Anlehnung an Morris et al. [19] sowie Schief und Buxmann [32] hergeleitet.

4.3 Wertangebot

Diese Kategorie wurde in Anlehnung an folgende Rahmenwerke hergeleitet: Osterwalder und Pigneur [8] (Key Activities), Nagle und Golden [28] („Customer Relationship“ und „Pedagogical Methods“), Hoppe und Breitner [4] sowie Vossen und Westerkamp [31]. Aufgrund der speziellen Anforderungen der E-Learning-Branche werden die Geschäftsmodellelemente dieser Kategorie inhaltlich in zwei Hauptteile gegliedert. Die softwarebezogene Seite beschäftigt sich mit der Werterstellung und den Dienstleistungen im technologischen Bereich wogegen sich die inhaltsbezogene Seite auf die Inhaltserstellung und verwandte Dienstleistungen bezieht. Das *Distributionsmodell* stellt eine neutrale

Komponente dar. Es beschreibt Distribution und Lieferung der erstellten Leistungen und wurde in Anlehnung an Morris et al. abgeleitet [19].

Das *Software- & Serviceangebot* unterscheidet sich konzeptionell nicht vom *Value Offering*. Es bezieht sich jedoch explizit auf den technologischen Aspekt und setzt sich aus dem *Produktionsmodell (SW)* und dem *Technischen Servicemodell* zusammen. Das Produktionsmodell gibt Auskunft darüber ab, ob und welche Art von Produkt produziert wird. Mögliche Softwareprodukte, die im Rahmen der E-Learning Branche produziert werden können, sind in Hoppe und Breitner unter der Subkomponente „Production Factor Analysis" zusammengetragen mit den Eigenschaften CSCL (computer supported collaborative learning), Drill & Practice, Tutoring-Systeme und Simulationen [25], welche u.a. auch für dieses Rahmenwerk übernommen wurden. Aus Vossen und Westerkamp [31] wurden zusätzlich Plattformen als weiteres Charakteristikum in das Produktionsmodell (SW) aufgenommen. Das *Technische Servicemodell* umfasst die technisch orientierten Services die ein Unternehmen anbietet. Die *Softwareherstellung* beschreibt die Rolle eines Unternehmens im Herstellungsprozess eines Produktes [19]. Die *Standardisierung* beschreibt ob ein Produkt oder Service für jeden Kunden standardisiert verfügbar gemacht wird oder ob individuelle Anpassungen nach Kundenwünschen vorgenommen werden. Mobiles Lernen spielt eine immer größere Rolle, insbesondere im Kontext öffentlicher Einrichtungen wie Schulen oder auch im Rahmen von Ausbildungsbetrieben [33]. Deshalb ist für Unternehmen von besonderem Interesse, E-Learning Software zu produzieren, die speziell an die Gegebenheiten von mobilen Endgeräten angepasst ist. Diese sind im Rahmenwerk als Android, iOS, Blackberry OS, Windows 8 Mobile sowie HTML5 angeführt, da diese die weltweit am häufigsten genutzten darstellen [32] [40].

Die *Softwareherstellung* beschreibt die Rolle eines Unternehmens im Herstellungsprozess [19]. Die Standardisierung (wie sie bereits im Rahmen des Software- und Serviceangebots beschrieben wurde)kann innerhalb des Content-Bereichs von „standardisiert" bis „customized" beschrieben werden. Bereits bei Morris et al. kann dieses Geschäftsmodellelement nach diesen Charakteristiken beschrieben werden [19]. Die *Wiederverwendung von Lerninhalten* wird in der E-Learning Branche ein zunehmend wichtiges Thema [24]. Eine Wiederverwendung wird durch sogenannte Lernobjekte (auch Learning Objects) oder Reusable Learning Objects (RLO) möglich gemacht [23]. Diese haben den Vorteil, dass Teile von Lerninhalten immer weiter kombiniert werden können und andere Lerninhalte und Kurse daraus erstellt werden können [19] [23]. Jedoch gehen damit auch höhere Kosten bei der Erstellung dieser Inhalte einher [23]. Aus diesem Grund müssen sich Unternehmen entscheiden, ob sie wiederverwendbare Lerninhalte mit hohen Anfangskosten aber möglichen langfristigem Nutzen erstellen möchten. Oder sie entscheiden sich dafür Lerninhalte ohne LOs zu produzieren, jedoch auch ohne die Möglichkeit diese Inhalte wiederzuverwenden. Keines der analysierten Geschäftsmodellrahmenwerke im Bereich des E-Learning haben diese Geschäftsmodellelemente aufgeführt.

Mobile Lerninhalte haben im Gegensatz zu nicht mobilen Lerninhalten einige Eigenheiten und Spezifikationen, die in Betracht gezogen werden müssen. Mobilität wird nicht nur durch spezielle oder angepasste Software sondern auch speziell für mobile Endgeräte kreierte Inhalte möglich [27]. Dabei gibt es einige Dinge, wie z. B. die Bildschirmgröße oder den Zeitfaktor, die beachtet werden sollten. Mobile Inhalte sollten in kleinere Konsumpäckchen verpackt werden, sehr kompakt sein und Nutzern die Möglichkeit bieten, jederzeit einen Kurs anzuhalten und zu einem späteren Zeitpunkt fortzusetzten, ohne dadurch erhebliche Nachteile zu erleiden. Diese Aspekte werden im Geschäftsmodellelement *Mobile Anpassung von Inhalten* beschrieben. Die *Aktualisierung von Inhalten* umfasst die Häufigkeit, mit der E-Learning Unternehmen ein Update ihrer Lerninhalte vornehmen. Informationen und Lerninhalte sind keine stabilen Entitäten. Sie verändern sich im Laufe der Zeit und Entwicklung.

Deshalb besteht das Bedürfnis, Aktualität in den Lerninhalten zu gewährleisten. Wenn es z. B. größere Veränderungen im SAP R/3 System gibt und das Unternehmen eine Trainingseinheit in diesem Bereich implementiert hat, muss es diese Trainingseinheit aktualisieren und den neuen Anforderungen anpassen. Auch dieses Element ist in keinem bisherigen Geschäftsmodell vorhanden, wurde jedoch angelehnt an das „Maintenance Model“ von Schief und Buxmann hergeleitet [32]. Die Eigenschaften der Branche sind jedoch verschieden, weswegen auch die Charakteristiken dieses Geschäftsmodellelements verschieden sind, welche abhängig von einer größeren Veränderung im spezifischen Bereich eines Lerninhaltes umgesetzt werden.

Nach Osterwalder und Pigneur hat das *Distributionsmodell* die Aufgabe, Kommunikations-, Verkaufs- und Lieferkanäle eines Unternehmens zu seinen Kunden aufzuzeigen. Eine Aufteilung kann dabei direkt, indirekt oder durch eigene / fremde Kanäle umgesetzt werden [8] [29].

4.4 Partnerschaften

Diese Kategorie umfasst Kooperationen von (E-Learning) Unternehmen mit Lieferanten und anderen Unternehmen, mit dem Ziel eines gemeinsamen Nutzenzuwachses. Hierunter fallen bspw. die Optimierung von Ressourcen sowie die Generierung von Skaleneffekten. Weitere Gründe für das Eingehen von Partnerschaften sind strategischen Allianzen zur Risikoreduktion oder das Aufkaufen von Ressourcen und Aktivitäten [8].

Die *Partnerorientierung* wird von Nagle und Golden vorgeschlagen und beschreibt welche Kernkompetenzen ein spezifischer Partner trägt [28]. Diese Kernkompetenzen haben sowohl in die Partnerintegration als auch im Rahmen des Vertriebs von Produkten weitreichende Konsequenzen. Nagle und Golden unterscheiden zwischen zwei Arten von Partnern: dem „Knowledge Partner“ und dem „Technology Partner“. Dieses Prinzip wurde aufgenommen, jedoch im Rahmenwerk stärker aufgeteilt und an die Gestaltungsprinzipien angepasst. Die Auswahl von Partnerschaften innerhalb der *Partnerstruktur* und die dadurch entstehende Struktur und das Netzwerk von Partnerschaften, beeinflusst in hohem Maße das Unternehmen. Es gibt Auskunft darüber, mit welchen Unternehmen Partnerschaften geschlossen werden. Partnerschaften mit großen und wenigen Unternehmen können durch stärkere Bindungen und Integration große Effizienz und Kostenvorteile bieten. Dadurch entsteht gleichzeitig aber auch das Risiko von Abhängigkeiten und ungünstigen Partnerschaftsdynamiken. Bei Partnerschaften mit vielen kleineren Unternehmen wird diese Unabhängigkeit umgangen, was jedoch mit höheren Transaktionskosten und schlechterer Wertkettenintegration einhergeht. Der *Reifegrad* einer Partnerschaft beschreibt den Zeitraum in dem sie stattfindet und wird im Rahmenwerk zwischen langfristig und kurzfristig unterschieden. In der niedrigsten Stufe der Partnerintegration sind Partnerschaftsbeziehungen auf Transaktionsbasis. Eine Partnerschaft welche innerhalb des Rahmenwerks mit der Eigenschaft „medium“ beschrieben wird sagt aus, dass ein Unternehmen implizite und explizite Kooperationsverträge und Vereinbarungen eingegangen ist. Die höchste Integrationsstufe umfasst das Einrichten von Kooperationshierarchien und Gliederungen bis hin zu Fusionen.

4.5 Markt

Der Markt bezieht sich auf die markt- und kundenbezogenen Aspekte eines Geschäftsmodells. Diese Geschäftsmodell-Kategorie findet sich in verschiedensten Variationen, Definitionen und Bezeichnungen in allen untersuchten Geschäftsmodellen. Darunter fallen allgemeine Marktuntersuchungen wie in Hoppe und Breitner [25], Definitionen von Kundentypen wie in Morris et al. [19] oder die Beschreibung der Kundenbeziehung nach Osterwalder und Pigneur [8] [29]. Langfristige Partnerschaften haben zwar eine höhere Abhängigkeit zur Folge, ermöglichen aber durch

Etablierung von gemeinsamen Standards und Prozessintegration höhere Effizienz und Kostenvorteile als kurzfristige, dynamisch gestaltete Partnerschaften.

Eine erfolgreiche Marktbearbeitung und Wettbewerbsteilnahme erfolgt u. a. durch die richtige Wahl und Segmentierung der *Kundentypen*. Je stärker eine Segmentierung durchführt wird, desto besser ist ein Unternehmen in der Lage Nischenmärkte zu bearbeiten [8]. Erfolgreiche Unternehmen zentralisieren die Bedürfnisse ihrer Kunden, was sich in ihrem Denken, sowie in ihren Handlungen manifestiert [40]. Eine Segmentierung muss deshalb speziell auf Kunden des E-Learning Unternehmens abzielen. Dieses Geschäftsmodellelement stammt aus der Synthese von Schief und Buxmann [32], Morris et al., [19] Osterwalder und Pigneur [8] [29], Nagle und Golden [28], Asfoura et al. [12] sowie Hoppe und Breitner [25].

Die Stellung des *Kunden in der Wertschöpfungskette (WSK)* wurde in das Rahmenwerk aufgenommen, weil ein Verständnis für den Kunden und die Kundenbeziehung nur durch genaue Identifizierung und Verknüpfung zur zugrundeliegenden Wertschöpfungskette erreicht werden kann. Diese Element wurde aus Morris et al. [19] mit den zugeordneten Eigenschaften übernommen. Es kann nach folgenden Eigenschaften beschrieben werden: Downstream-Lieferant (nachgeordneter Anbieter), Upstream-Lieferant (vorgelagerter Lieferant), Staat, Institution, Großmarkt, Händler, Service Provider und Endkunde beschrieben werden.

Für eine erfolgreiche Marktbearbeitung ist nicht nur die erfolgreiche Identifizierung und Segmentierung der Kundengruppen erforderlich, sondern auch die richtige Art von *Kundenbeziehung*, die mit den verschiedenen Kundengruppen besteht. Dabei spielen bei der Wahl dieser Beziehung das Motiv und die Kosten durch verschiedene Kundenbeziehungen eine wichtige Rolle. Es kann das Ziel verfolgt werden, neue Kunden zu akquirieren oder bestehende Kundenbeziehungen zu festigen oder zu vertiefen, um das Arbeitsvolumen eines Kunden zu erhöhen [8]. Dies hat zur Folge, dass die Beziehungsart zum Kunden, die Kundenbeziehung stark beeinflusst, was folglich die Marktbearbeitung manipuliert. Durch die richtige Wahl des Beziehungstyps zu verschiedenen Kundensegmenten ist demnach eine bessere Marktbearbeitung möglich. Diese Subkomponente setzt sich aus den Geschäftsmodellen von Morris et al. [19], Nagle und Golden [28], Osterwalder und Pigneur [8] [24] sowie Schief et al. [32] zusammen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Artikel präsentierte die Herleitung eines Rahmenwerks für Geschäftsmodelle in der E-Learning-Branche. Sowohl Gründer von E-Learning Unternehmen (Software-, Content- und Service Provider) als auch Firmen, die seit längerer Zeit auf dem Markt sind haben die Möglichkeit mithilfe dieses Rahmenwerks ihre Geschäftsmodelle standardisiert zu beschreiben und zu analysieren. Adressaten der Wissenschaft wird ein fundierter Ansatz zur Beschreibung von Geschäftsmodellen geboten, der sie dabei unterstützt ihr Geschäftsmodell anhand von Kategorien, Elementen und Charakteristika von Geschäftsmodellelementen zu beschreiben. Das Rahmenwerk setzt sich aus einzelnen Geschäftsmodellelementen zusammen, die Kategorien zugeordnet werden und anhand von verschiedenen Charakteristiken beschrieben werden können. Die Basis dieses Rahmenwerks bildete eine Literaturanalyse in Anlehnung an das Forschungsrahmenwerk für Geschäftsmodelle nach Pateli & Giaglis [20]. Dabei spielte eine wichtige Rolle, dass sowohl generische Geschäftsmodellkonzepte und -rahmenwerke als auch solche, die sich bereits mit Aspekten des E-Learning befassen mit aufzunehmen. Auf diese Weise konnten Defizite als Anforderungen abgeleitet werden und in unser Rahmenwerk aufgenommen werden.

In einem nächsten Schritt werden die aus der Literatur hergeleiteten Geschäftsmodellkomponenten in Form von Experteninterviews mit E-Learning Firmen evaluiert. Dabei ist vorgesehen, CEOs und Geschäftsführer von E-Learning Firmen zu den hergeleiteten Komponenten zu befragen, um die Praxistauglichkeit der hergeleiteten Geschäftsmodellelemente zu evaluieren und fehlende Komponenten zu ergänzen. Ein weiterer Aspekt, der im nächsten Schritt behandelt wird repräsentiert die Analyse von Geschäftsprozessen und Wertschöpfungsketten in der E-Learning-Branche. Durch Analyse der vorliegender Wertschöpfungsketten im E-Learning-Bereich kann ein Mapping zwischen den Elementen des Geschäftsmodells und den vorliegenden Geschäftsprozessen vorgenommen werden, wodurch Unternehmen in die Lage versetzt werden, Änderungen am bestehenden Geschäftsmodell in ausführbare Prozessbausteine umzusetzen. Unternehmen sollen so jederzeit in der Lage sein, Auswirkungen die von einer Geschäftsmodelländerung ausgelöst werden auf die zugrundeliegenden Geschäftsprozesse zu erkennen und transformieren.

6 Literatur

Bücher

[1] Chesbrough, H (2006): Open Business Models - How to thrive in the new innovation landscape. Harvard Business School Press, Boston.

[2] Dittler, U (2011): E-Learning: Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mir interaktiven Medien. Oldenbourg, München.

[3] Götzelt, K (2010): Customer Focused E-Learning: Einsatz, Gestaltung und Anwendungssysteme. EUL, Lohmar.

[4] Hoppe, G; Breitner, MH (2005): A Glimpse at Business Models and Evaluation Approaches for E-Learning, In: E-Learning: Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle, Hoppe, G; Breitner, MH Eds. Physica Verlag, Hannover.

[5] Hitt, A; Amit, R; Lucier, E; Nixon, R (2002): Creating Value: Winners in the New Economy, 1st ed. Blackwell Publishers, Malden.

[6] Lock, D (1998): The Gower Handbook of Management, 4. Auflage. Gower Publishing Limited, Vermont.

[7] Osterwalder, A (2004): The Business Model Ontology - A Proposition in a Design Science Approach, University of Lausanne, Lausanne.

[8] Osterwalder, A; Pigneur, Y (2010): Business Model Generation. Wiley, Hoboken.

[9] Staehler, P (2001): Merkmale von Geschäftsmodellen in der digitalen Ökonomie. St. Gallen.

[10] Wöhe, G (2010): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 24. Auflage, Vahlen, München.

Zeitschriftenbeiträge

[11] Amit, R; Zott, C (2001): Value Creation in e-business. Strategic Management Journal, 22(6): 493–520.

[12] Asfoura, E; Jamous, N; Salem, W (2009): The economic classification of E-Learning business models. IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine, 4(1/2): 8–12.

[13] Betz, F (2002): Strategic Business Models. Engineering Management Journal, 14(1): 21–28.

[14] Dubosson-Torbay, M; Osterwalder, A; Pigneur, Y (2002): eBusiness Model Design, Classification and Measurements. Thunderbird International Business Review, 44(1): 1–11.

[15] Hevner, A.R.; March, S.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly, 28(1):75-105.

[16] Magretta, J (2002): Why Business Models Matter. Harvard Business Review, 80(5).

[17] Mahadevan, B (2000): Business Models for Internet-based E-Commerce: An Anatomy. California Management Review, 42(4): 55–69.

[18] McGrath, RG (2010): Business Models: A discovery driven approach. Long Range Planning, 43(2–3): 247–261.

[19] Morris, M; Schindehutte, M; Allen, J (2005): The Entrepreneur's Business Model: Towards a unified Perspective. Journal of Business Research, 58(6): 726–735.

[20] Pateli, A; Giaglis, G (2004): A research framework for analysing eBusiness models. European Journal of Information Systems, 13(4): 302–314.

[21] Tavangarian, D; Leypold, ME; Nölting, K; Röser, M (2004): Is e-Learning the solution for individual Learning? Electronic Journal of E-Learning, 2(2): 273–280.

[22] Timmers, P (1998): Business Models for Electronic Markets," Journal on Electronic Markets, 8(2): 3–8.

[23] Valderrama, RP Ocana, LB; Sheremetov, LB (2005): Development of intelligent reusable learning objects for web-based education systems. Expert Systems with Applications, 28.

Konferenzbeiträge

[24] Hoermann, S; Seeberg, C; Divac-Krnic, L; Merkel, O; Faatz, A; Steinmetz, R (2003): Building Structures of Reusable Educational Content Based on LOM," in Proceedings of the 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering.

[25] Hoppe, G; Breitner, MH (2004) Business Models for E-Learning. In: *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*.

[26] Larosiliere, GD; McHaney R; Kobelsky K (2013): Impact of Technology Management on Organization-Wide Integration. In *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*.

[27] Lopez, JLG; Royo, TM; Laborda, JG.; Calve, FG (2009): Methods of adapting digital content for the learning process via mobile devices. In: *Procedia Social and Behavioral Sciences*.

[28] Nagle, T; Golden, W (2007): The examination of a Business Model framework within the e-learning industry. In: European Conference on Information Systems (ECIS).

[29] Osterwalder, A; Pigneur, Y (2002): An eBusiness Ontology for Modeling eBusiness. In: Proceedings of the 15th Bled Electronic Commerce Conference.

[30] Schief, M; Buxmann, P (2012) Business Models in the Software Industry. In: International Conference on System Sciences (HICSS).

[31] Vossen, G; Westerkamp, P (2007): Establishing Business Models for Service-Oriented ELearning. In: Proceedings of the IADIS International Conference.

[32] Schief, M; Buxmann, P (2012) Business Models in the Software Industry. In: International Conference on System Sciences (HICSS).

Whitepaper

[33] "IBIS Capital: Global e-Learning Investment Review." 2013.

[34] MMB-Institut, "E-Learning-Branche 2011 mit Rekordumsatz: Ergebnisse der Branchenerhebung MMB E-Learning Wirtschaftsranking 2012," 2012.

[35] Pussep, A; Schief, M; Buxmann, P (2012): Results of the German Software Industry Survey 2012. Darmstadt, Germany.

[36] Pussep, A; Schief, M; Weiblen, T.; Leimbach, T; Peltonen, J.; Rönkkö, M; Buxmann, P (2013): Results of the German Software Industry Survey 2013. Darmstadt, Germany.

[37] Scheer, C; Deelmann, T; Loos, P (2003) Geschäftsmodelle und internetbasierte Geschäftsmodelle – Begriffsbestimmung und Teilnehmermodell. Mainz.

[38] Zott, C; Amit, R; Massa, L (2010): The Business Model: Theoretical Roots, Recent Developments, and Future Research. IESE Business School - University of Nevarra WP-862.

Online-Beitrag

[39] Mobithinking: Global mobile statistics 2013 Part A: Mobile subscribers; handset market share; mobile operators. http://mobithinking.com/mobile-marketing-tools/latest-mobile-stats/a. Abgerufen am 08.09.2013.

[40] Newswire, P: Worldwide eLearning Market to reach $49,9 billion by 2015. http://www.prnewswire.com/news-releases/worldwide-elearning-market-to-reach-499-billionby-2015-125779153.html. Abgerufen am 08.09.2013.

Successfully funded! - Welche Geschäftsmodelle machen crowdfinanzierte Cloud-Startups erfolgreich?

Michael Marcin Gierczak

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel, E-Mail: michael.gierczak@uni-kassel.de

Matthias Söllner

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel, E-Mail: soellner@uni-kassel.de

Jan Marco Leimeister

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel, E-Mail: leimeister@uni-kassel.de

Research in Progress Paper

Abstract

In den vergangenen Jahren haben Cloud-Anbieter verschiedene Ansätze verfolgt, um die wahrgenommenen Unsicherheiten von Kunden gegenüber Cloud-Lösungen zu verringern und die Akzeptanz dieser zu fördern. Dennoch bestehen weiterhin Unsicherheiten, die durch negative Ereignisse, wie die aktuelle Datenspäh-Affäre, zu sinkendem Vertrauen in Cloud-Lösungen und einer geringeren Adaption dieser führen. In dieser Forschungsarbeit sollen anhand der Geschäftsmodell-Logik Cloud-Lösungen von crowdfinanzierten Startups untersucht werden, um Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen erfolgreichen und erfolglosen Projekten identifizieren zu können. Erste Erkenntnisse erfolgreicher Projekte zeigen, dass die Bündelung von Hard-, Software und Service ein geeigneter erster Schritt zur Steigerung der Akzeptanz von Cloud-Lösungen sein kann. Ergebnisse dieser Untersuchung sollen dabei helfen zu verstehen, wie die Adaption von Cloud-Lösungen gefördert werden kann.

1 Motivation

Obwohl das Cloud Computing (CC) keine gänzlich neue Erfindung ist, wird es als zentrales Paradigma der Informationstechnologie (IT) gesehen, welches die IT grundlegend und dauerhaft verändern kann [22]. Aus theoretischer und praktischer Sicht bietet das CC unterschiedliche Vorteile. Hierzu zählen u.a. die schnelle und flexible Skalierbarkeit von Ressourcen gemäß neuer Geschäfts- und Marktanforderungen, die verbesserte Kapitaleffizienz oder auch die Erreichung schnellerer Markteinführungszeiten von Produkten und Services. Insgesamt kann das CC als Enabler für neue innovative Geschäftsmodelle (GM) gesehen werden [5]. Trotz dieser Vorteile bestehen viele Unsicherheiten, die Unternehmen und auch Privatanwender am Schritt in die Cloud hindern. Die größten sind dabei hinsichtlich der Datensicherheit und letztlich dem fehlenden Vertrauen in Cloud Services bzw. Cloud-Anbieter zu sehen [15]. Geschehnisse wie die Datenspäh-Affäre führen international zu einer Verlangsamung der Adaption von Cloud-Lösungen sowie folglich zu ökonomischen und finanziellen Verlusten von Cloud-Anbietern [3]. Um langfristig in diesem Markt agieren zu können, sehen sich neue und bestehende Cloud-Anbieter zunehmend gezwungen, GM zu verfolgen, die das gegenseitige Vertrauen wieder aufbauen und für die der Kunde bereit ist zu zahlen. In diesem Zusammenhang erscheint die Systematisierung erfolgreicher und nicht erfolgreicher Cloud-GM von Interesse sowie die Ermittlung der Kernfaktoren des Erfolg bzw. Misserfolgs und die Darstellung der Unterschiede dieser GM. Besondere Betrachtung soll dabei der Wertbeitrag der zu analysierenden GM darstellen, um ermitteln zu können, welche Kundenprobleme durch welches Angebot gelöst werden. Die Ergebnisse sollen in erster Linie neuen Cloud-Startups dabei helfen, Merkmale zu identifizieren, die für den Erfolg eines GM verantwortlich sein können. Darüberhinaus sollen Implikationen hinsichtlich der Ausgestaltung ihres eigenen GM gegeben werden. Für bestehende Cloud Anbieter können die Ergebnisse der Untersuchung neue Anreize hinsichtlich der GM-Innovation ihrer bestehenden GM schaffen. Als Basis dieser Untersuchung werden öffentlich zur Verfügung stehende Daten von erfolgreich und nicht erfolgreich finanzierten Startups über Crowdfunding (CF)-Plattformen wie Kickstarter.com betrachtet. Erfolg definiert sich hierbei anhand des generierten Kapitels durch die CF-Maßnahme (z.B. die prozentuale Überfinanzierung des angestrebten Finanzierungsziels). Der Fokus dieser Untersuchung liegt im Speziellen in der Analyse neuer Cloud-Angebote junger Startups, die sich auf dem Cloud-Markt durch ihr Angebot neu positionieren möchten. Dabei wird die Annahme getroffen, dass erfolgreiche neue Unternehmen ihr Angebot hinsichtlich der Aktualität der Kundenbedürfnisse ausrichten. Aus Forschungssicht wurde ein solcher Ansatz bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht verfolgt, wodurch keine Schlussfolgerung über das Angebot, die Wirkung, den Nutzen, demnach den Wertbeitrag dieser Angebote getroffen werden kann. Dieses Forschungsvorhaben schließt die bestehende Forschungslücke und schafft ein besseres Verständnis über den Erfolg oder Misserfolg crowdfinanzierter Cloud-GM, ihrer Charakteristika und Determinanten sowie der Logik des Wertbeitrages. Die GM-Logik findet Anwendung, da es als „[...] *a unifying unit of analysis that captures the value creation arising from multiple sources"* [2] angesehen werden kann. Diese Arbeit thematisiert folgende Forschungsfrage: *Welche GM werden von erfolgreich und erfolglos crowdfinanzierten Cloud-Startups verfolgt und wie können diese GM und insbesondere ihr Wertbeitrag charakterisiert werden?*

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Cloud Computing

Die potenziellen Vorteile des CC, die Fähigkeit dazu, die IT grundlegend zu verändern, und die Etablierung als disruptive Technologie wurden durch Theorie und Praxis weitestgehend anerkannt. Unternehmen wie Microsoft positionieren sich zunehmend als Infrastruktur-, Plattform- und Softwareanbieter im CC-Markt und wandeln eigene traditionelle GM zunehmend in Richtung des CC – wie Microsoft mit Office 365. Auch zukünftig wird der Trend dieser Technologie zunehmend mit dem großen Datenaufkommen an Bedeutung gewinnen. Neuere Studien zeigen darüberhinaus, dass 90% der Markt- und Technologieführer bis 2015 auf die Nutzung von Cloud-Services zurückgreifen werden [5]. Aufgrund der zunehmenden Popularität dieses Themenfeldes existieren in der Literatur unterschiedliche Definitionen. Das dieser Arbeit zugrunde liegende Verständnis beschreibt das CC als ein Model das einen *„komfortablen, bedarfsabhängigen und netzbasierten Zugriff auf eine gemeinsam benutzte Menge konfigurierbarer Rechenressourcen ermöglicht, die schnell mit geringem Verwaltungsaufwand bereitgestellt und wieder freigegeben werden können“* [8]. Insgesamt gibt es im CC unterschiedliche Service Modelle [25]. Die drei wichtigsten sind dabei *Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) und Infrastructure as a Service (IaaS)*. IaaS beschreibt die Bereitstellung von IT-Ressourcen durch den Dienstanbieter an den Kunden. Dies kann u.a. Rechenleistung oder Speicher sein. PaaS gibt einem Kunden die Möglichkeit, auf eine Entwicklungs- und Ausführungsumgebung für Anwendungen in der Cloud zuzugreifen, ohne die Notwendigkeit des Zugriffs auf die darunterliegende Hard- und Software. SaaS bietet dem Anbieter die Möglichkeit, Software über das Internet, ohne eine Installation auf einem lokalen Computer, zu verwenden [6]. Im CC wird darüberhinaus in verschiedene Bereitstellungsmodelle unterschieden. Die vier Einsatzformen sind Private-, Public-, Hybrid- und Community-Cloud [18]. Die Form der *Private-Cloud* stellt eine geschlossene Cloud dar, die lediglich von einer Organisation oder Person alleine genutzt wird. Darüber besteht die Möglichkeit der Zugriffsrechtekontrolle. Die *Public-Cloud* hingegen stellt eine öffentliche Nutzung dar. Der Zugriff auf die Cloud erfolgt über das Internet und kann durch beliebige Anwender erfolgen. Durch die *Hybrid-Cloud* besteht eine Möglichkeit der Kombination aus Private- und Public-Cloud. Bestimmte interne Abläufe können in der Private-Cloud verwaltet werden, während frei zugängliche Abläufe über die Public-Cloud zur Verfügung stehen. Innerhalb einer *Community-Cloud* kann eine gemeinschaftliche Nutzung eines Rechenzentrums organisiert werden, wodurch ein Zugriff auf gemeinsame Dokumente oder Anwendungen ermöglicht wird.

2.2 Unsicherheiten im Cloud Computing

Wie zuvor dargestellt stellt die Nutzung von Cloud-Services einige Potentiale dar, dennoch lässt sich eine weitläufig mangelnde Adaption dieser Dienstleistungen erkennen. Die Gründe hierfür liegen insbesondere in den bestehenden Unsicherheiten und Risiken gegenüber dem CC sowie dem fehlenden Vertrauen in diese Technologie und wirken sich dementsprechend negativ auf die Nutzungsbereitschaft aus [11]. Beispielhaft zu nennen seien Unsicherheiten wie fehlende Kontrolle [10] über und Einflussnahme [4] auf ausgelagerte Daten an externe Server eines Anbieters, die noch weltweit nicht eindeutig und klar abgegrenzte Datenschutzthematik [7], die Verfügbarkeit des Cloud Dienstes, vor allem etwaige Ausfälle und die Leistungsfähigkeit sowie eingeschränkte kurzfristige Skalierbarkeit [4] und Anpassbarkeit auf eigene Bedürfnisse [9]. Negativ bestärkend wirken besonders jüngste Datenspäh-Affären wie das PRISM- und TEMPORA-Programm. Wie sich in diesem Zusammenhang bereits zeigt, haben Kunden neue Projekte revidiert bzw. wollen keine neuen Verträge

eingehen. Für US Cloud-Anbieter könnte dies in den nächsten drei Jahren zu einem Verlust zwischen $21,5 Mrd. und $35 Mrd. führen [3].

2.3 Geschäftsmodell-Forschung

Seit Mitte der 90er Jahre kann eine wachsende Popularität im Bereich der GM-Forschung verfolgt werden, wobei das Internet die wichtigste treibende Kraft darstellt [26]. Dies führt dazu, dass keine einheitliche Definition zu GM vorliegt. Im Kern zeigt ein GM „*how an organization creates, delivers, and captures value"* [20]. Nach Osterwalder, Pigneur und Tucci [21] GM-Definition ist das GM *„a conceptual tool that contains a set of elements and their relationships and allows expressing the business logic of a specific firm. It is a description of the value a company offers to one or several segments of customers and of the architecture of the firm and its network of partners for creating, marketing, and delivering this value and relationship capital, to generate profitable and sustainable revenue streams".* Die Anwendung der GM-Logik erscheint daher von besonderem Interesse, da sie dabei hilft, strategische Planungsentscheidungen zu beurteilen und potenzielle Veränderungen zu identifizieren [23], und als analytischer Rahmen dienen kann, um eine ganzheitliche Sicht über ein Unternehmen zu erlangen [26]. Nach Osterwalder und Pigneur [20] besteht ein GM aus den Komponenten: *value proposition, revenue streams, channels, customer segment, key resources, customer relationship, key activities, cost structure, and key partnership,* die im Kern in „Product", „Customer Interface", „Infrastructure Management" und „Financial Aspects" gegliedert werden können [19]. „Product" beschreibt dabei den Geschäftsbereich des Unternehmens, die angebotenen Produkte und Services und der dem Zielmarkt angebotene Wertbeitrag. „Customer Interface" gibt darüber Aufschluss, wer die Zielkunden des Unternehmens sind, wie ihnen die Produkte und Services bereitgestellt werden und wie die Beziehung zum Kunden aufgebaut wird. „Infrastructure Management" bezieht sich auf die notwendigen Ressourcen und Partnerschaften des Unternehmens, um Produkte und Services dem Kunden anbieten zu können. „Financial Aspects" beinhaltet die Preisgestaltung und die Kostenstruktur des Unternehmens. Insgesamt setzt sich ein GM aus der Summe der einzelnen Komponenten zusammen [26], in dem darüberhinaus diese Komponenten im kausalen Zusammenhang zueinander stehen [12].

3 Methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der zu Beginn aufgestellten Forschungsfrage wird eine interpretative Untersuchung auf Basis multipler komparativer Fallstudien durchgeführt, um Charakteristika und Merkmale der GM von Cloud-Startups zu identifizieren. Im Fokus dieser Untersuchung liegen erfolgreiche und erfolglose Cloud-Startups, die eine Finanzierung über CF-Plattformen angestrebt haben. Der Vorteil hierbei liegt darin, dass dieser Erfolg, demnach auch der des jeweiligen GM, über die Finanzierungshöhe und den Zuspruch durch die Crowd bestimmt werden kann und somit auf objektiven Daten beruht. Der Fokus auf Startups hat zudem den Vorteil, dass diese am Beginn ihrer unternehmerischen Tätigkeit zumeist auf einem einfachen GM basieren. In einem ersten Schritt werden CF-Plattformen des US- und EU-Marktes nach ihrem internationalen Rang hinsichtlich ihres Web-Datenverkehrs identifiziert. Die Auswahl zur Rangermittlung der CF-Plattformen erfolgt auf Basis der CF-Plattform-Datenbanken „IKOSOM" [24] und „Crowdfundingpr" [13]. Die Ermittlung des Web-Datenverkehrs erfolgt auf Basis des Web-Informationsseite Alexa [1]. Die Kennzahl „Rang Web-Datenverkehr" beschreibt dabei die Kombination aus der durchschnittlichen Zahl täglicher Webseiten-Besucher und der Seitenaufrufe der betrachteten Webseite der letzten drei Monate: je höher der Rang, desto mehr Webseitenbesucher und -aufrufe wurden in den letzten drei Monaten der betrachteten Webseite

getätigt. Auf Basis dieser Kennzahl werden jeweils die fünf ranghöchsten CF-Plattformen des US- und des EU-Marktes zur näheren Untersuchung herangezogen und soweit möglich gemäß der vier Spielarten des CF – Equity-based, Lending-based, Reward-based und Donation-based – kategorisiert. Der internationale Vergleich zwischen EU- und US-Markt wird dadurch bedingt, dass diese Märkte im weltweiten Vergleich die größten Märkte mit dem insgesamt größten CF-Volumen darstellen [17]. Darüberhinaus soll der internationale Querschnittsüberblick Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den einzelnen Spielarten und den Angeboten aufzeigen. In einem weiteren Schritt werden die insgesamt zehn ausgewählten Plattformen nach cloudspezifischen Schlüsselwörtern wie „Cloud", „SaaS", „PaaS" und „IaaS" durchsucht und die zu betrachteten Cloud-Startups somit identifiziert. Es werden nur Startups der Kategorie „Technologie" oder einer adäquaten Kategorie betrachtet, um den Bezug zur IT gewährleisten zu können. Dem folgend sollen aus Vergleichbarkeits- und Einfachheitsgründen Startups mit einem Finanzierungsziel von unter 1.000 sowie über 1 Mio. Euro bzw. US-Dollar und noch laufende sowie abgebrochene Finanzierungsprojekte aus der Untersuchung ausgeschlossen werden. Der Fokus auf diese Projekte wird durch die Tatsache bedingt, dass innerhalb der Kategorie „Technologie" die erfolgreich finanzierten Projekte größtenteils innerhalb der Finanzierungssumme zwischen 1000 und 1 Mio. Euro bzw. US-Dollar liegen [14]. Die Analyse und Clusterung der zu betrachtenden Cloud-Startups erfolgt gemäß der GM-Logik als Untersuchungsgegenstand [26] und der Service- sowie Bereitstellungsmodelle des CC, um diesbezüglich gegebenenfalls Trends ermitteln zu können. Die Anwendung der GM-Logik hilft dabei, GM von Cloud-Startups voneinander abzugrenzen, ermöglicht, gemeinsame Merkmale aber auch Alleinstellungsmerkmale zu identifizieren, und gibt Aufschluss über den Wertbeitrag dieser Unternehmen [2]. Zur Analyse der GM findet das Framework nach Osterwalder [19] Anwendung, welches im Kern, wie beschrieben, die Komponenten „Product", „Customer Interface", „Infrastructure Management" und „Financial Aspects" beinhaltet. Da im Fall dieser Untersuchung nicht alle dieser Komponenten aufgrund fehlender tiefgreifender Informationen bis ins Detail betrachtet werden können, soll der Fokus insbesondere auf den folgenden Komponenten liegen: **Zielkunden, Angebot, Ressourcen & Partnerschaften, Wertbeitrag und die Preisgestaltung**. Die Datensammlung insgesamt erfolgt auf Basis öffentlich zugänglicher Quellen, Webseiten der Startups, Nachrichtenartikel sowie der Informationen der Crowdfunding-Plattformen. Die Untersuchung erfolgt aufbauend auf dem in Bild 1 vorgestellten Analyserahmen. Aus der Untersuchung können unterschiedliche Zusammenhänge erwartet werden. Beispielhaft sei aufzuführen, dass die jeweils betrachteten vier Spielarten der CF-Plattformen Auswirkungen auf die Gestaltung und Formulierung des Wertbeitrages sowie des Angebotes haben können. Bei dem Reward-based CF wird die Produktbasis eines Angebotes stärker adressiert werden als z. B. ein Service-Angebot. Dies liegt insbesondere daran, dass ein Unterstützer bei solchen Angeboten zumeist eine Gegenleistung in Form eines Produktes oder einer Software erhält und die Finanzierung dieser Startups über teilweise deutlich geringe Geldbeträge erfolgt. Auch ist die Zielkundenansprache sehr offen gehalten. Im Gegenzug dazu steht das Equity-based CF. Hierbei wird erwartet, dass ein GM einen deutlich stärker ausformulierten Wertbeitrag besitzt, da Finanzierungssummen wesentlich höher ausfallen und der Kunde einem deutlich höheren Risiko der Finanzierung ausgesetzt ist. Im Gegensatz zu anderen Spielarten wird hierbei eine deutlich geringere Unterstützerzahl aufgrund höherer Investitionssummen erwartet. In diesem Zusammenhang steht auch das angestrebte Finanzierungsziel, welches gegenüber anderer Spielarten beim Equity-based CF höher ausfallen wird. Dies liegt u.a. daran, dass eine Finanzierung eines Unternehmens angestrebt wird und weniger die einzelner Produkte oder Projekte. Zudem kann je nach Abhängigkeit der Zielkunden der Angebotsumfang, der Wertbeitrag und die Preisgestaltung der einzelnen CF-Projekte variieren. Ein abschließender Zusammenhang könnte zwischen der Herkunft

der CF-Plattform und der Formulierung des Wertbeitrages bestehen. So würde bei EU-Plattformen gegenüber US-Plattformen das Thema Datenschutz eine wichtigere Bedeutung einnehmen und sich in einer deutlich ausführlicheren Ausarbeitung des Wertbeitrages widerspiegeln.

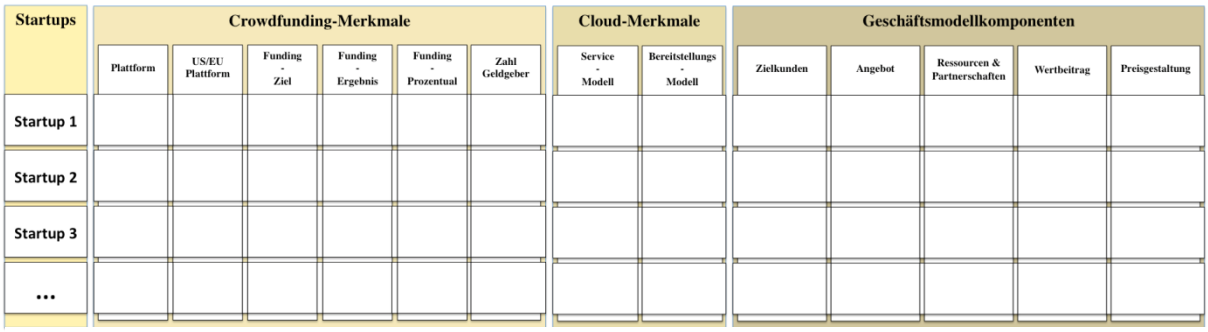


Bild 1: Grafische Darstellung des Analyse-Frameworks (eigene Darstellung)

4 Erste Ergebnisse, Einschränkungen und Implikationen

Die Cloud-Literatur bemängelt, dass der geschäftliche Aspekt von CC wenig behandelt wird [16]. Eine solche Betrachtung würde Aufschluss darüber geben, welche Faktoren beim Anbieten von Cloud-Services wichtig sind und worauf Kunden einen hohen Wert legen. Insgesamt schließt diese Arbeit die bestehende Forschungslücke und eröffnet darüberhinaus neue Forschungspotentiale für weitere Untersuchungen in diesem Bereich. Es wird ein allgemeiner Überblick über die Praxis von Cloud-Startups und ihr Kerngeschäft gegeben. Diese Untersuchung basiert auf dem Grundgedanken der Wertkonfiguration und gibt somit einen ganzheitlichen Einblick in real existierende GM [26]. Sie stellt eine geplante Studie dar, die das Ziel verfolgt, aktuelle GM von crowdfinanzierten Cloud-Startups zu untersuchen, um Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen erfolgreichen und erfolglosen CF-Projekten identifizieren zu können. Darüberhinaus sollen erfolgreiche GM-Konfigurationen von Cloud-Startups abgeleitet werden, die besonderen Zuspruch durch Kunden von CF-Plattformen erhalten haben. Diese Untersuchung trägt zudem zur bestehenden GM-Forschung bei, indem vorhandene Theorien der GM-Forschung in einem realen Kontext Anwendung finden. Insgesamt zeigen bereits erste Erkenntnisse erfolgreicher Projekte, dass die Bündelung von Hard-, Software und Service zu hybriden Leistungsbündeln ein geeigneter erster Schritt zur Steigerung der Akzeptanz von Cloud-Lösungen sein kann. Somit lässt sich bereits eine Veränderung der Perspektive beobachten und zwar zurück von einem reinen Cloud-Service Angebot hin zu einer Erweiterung der Leistungen um physische Produkte. Einschränkungen können u.a. bei der eingegrenzten Auswahl der CF-Plattformen und Cloud-Startups gesehen werden. Erfolgreiche Startups, die über alternative Finanzierungsmöglichkeiten oder über nicht betrachtete CF-Plattformen gefördert wurden sowie First-Mover Cloud-Startups finden zunächst keine Berücksichtigung. Weiterhin erfolgt die Datensammlung auf Basis subjektiver Einschätzungen der zur Verfügung stehenden Daten.

Danksagung

Das diesem Beitrag zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01MD11044 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

5 Literatur

[1] Alexa - The Web Information Company (2013): Get free, basic analytics about any website. http://www.alexa.com/siteinfo. Abgerufen am 10.12.2013.

[2] Amit, R; Zott, C (2001): Value creation in e-business. Strategic Management Journal 22(6-7): 493-520.

[3] Arthur, C (2013): Fears over NSA surveillance revelations endanger US cloud computing industry. The Guardian. http://www.theguardian.com/world/2013/aug/08/nsa-revelations-fears-cloud-computing. Abgerufen am 17.09.2013.

[4] Benlian, A; Hess, T (2011): Opportunities and risks of software-as-a-service: Findings from a survey of IT executives. Decision Support Systems 52(1):232-246.

[5] Berman, S; Kesterson-Townes, L; Marshall, A; Srivathsa, R (2012): The power of cloud - Driving business model innovation. IBM Global Business Services.

[6] Bernnat, R; Zink, W; Bieber, N; Strach, J; Tai, S; Fischer, R (2012): Das Normungs- und Standardisierungsumfeld von Cloud Computing. Booz & Company und FZI.

[7] Bräuninger, M; Haucap, J; Stepping, K; Stühmeier, T (2012): Cloud Computing als Instrument für effiziente IT-Lösungen. Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Institut (HWWI).

[8] Buxmann, P; Diefenbach, H; Hess, T (2011): Die Softwareindustrie - Ökonomische Prinzipien, Strategien, Perspektiven. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.

[9] Coutinho, R (2012): Cloud Computing or Cloudy Computing. Public Management 94(3):23-23.

[10] Géczy, P; Izumi, N; Hasida, K (2012): Cloudsourcing: Managing Cloud Adoption. Global Journal of Business Research 6(2):57-70.

[11] Habib, SM; Ries, S; Hauke, S; Muhlhauser, M (2012): Fusion of Opinions under Uncertainty and Conflict - Application to Trust Assessment for Cloud Marketplaces. In: *Proceedings of the 2012 IEEE 11th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications, IEEE Computer Society.* Liverpool.

[12] Hedman, J; Kalling, T (2003): The business model concept: Theoretical underpinnings and empirical illustrations. European Journal of Information Systems 12(1):49-59.

[13] Hoskins, R (2013): Crowdfunding Press Center Releases the First Global 100 Crowdfunding Web Site Index. http://crowdfundingpr.wordpress.com/2013/06/12/crowdfunding-press-center-releases-the-first-global-100-crowdfunding-site-index/. Abgerufen am 10.12.2013.

[14] Kickstarter.com (2013): Kickstarter Stats - Successfully Funded Projects. http://www.kickstarter.com/help/stats. Abgerufen am 14.12.2013.

[15] Kim, S; Yoon, A (2012): Do I trust google? In: *The American Society for Information Science and Technology (ASIST) 75th Annual Meeting.* Baltimore.

[16] Leimeister, S; Riedl, C; Böhm, M; Krcmar, H (2010): The Business Perspective of Cloud Computing: Actors, Roles and Value Networks. In: *Proceedings of the 18th European Conference on Information Systems, ECIS 2010.* Pretoria.

[17] Massolution.com (2013): The Crowdfunding Industry Report.

[18] Mell, P; Grance, T (2011): The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology.

[19] Osterwalder, A (2004): The Business Model Ontology: A Proposition in a Design Science Approach. PhD Thesis, University of Lausanne, Ecole des Hautes Etudes Commerciales HEC: 173.

[20] Osterwalder, A; Pigneur, Y. (2010): Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Wiley, New York.

[21] Osterwalder, A; Pigneur, Y; Tucci, CL (2005): Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept. Communications of the Association for Information Systems 16(1).

[22] Repschläger, J; Pannicke, D; Zarnekow, R (2010): Cloud Computing: Definitionen, Geschäftsmodelle und Entwicklungspotenziale. In: Fröschle, HP; Reinheimer, S (Hrsg), *Cloud Computing & SaaS*. dpunkt Verlag GmbH, Heidelberg.

[23] Teece, DJ (2010): Business Models, Business Strategy and Innovation. Long Range Planning 43:172-194.

[24] Wenzlaff, K (2013): Wir crowdsourcen eine Liste aller Crowdfunding-Plattformen in Europa. IKOSOM - Institut für Kommunikation in sozialen Medien. http://www.ikosom.de/2013/04/09/wir-crowdsourcen-eine-liste-aller-crowdfunding-plattformen-in-europa/. Abgerufen am 10.12.2013.

[25] Youseff, L; Butrico, M; Da Silva, D (2008): Toward a Unified Ontology of Cloud Computing. In: *Grid Computing Environments Workshop (GCE '08)*. Austin.

[26] Zott, C; Amit, R; Massa, L (2011): The Business Model: Recent Developments and Future Research. Journal of Management 37:1019-1042.

Teilkonferenz: Geschäftsprozessmanagement und Flexibilität in Workflow Management Systemen (WFMS)

Die Teilkonferenz „Geschäftsprozessmanagement und Flexibilität in Workflow Management Systemen (WFMS)“ wurde im Rahmen der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2014 in Paderborn erstmals durchgeführt. Die Teilkonferenz hat sich zum Ziel gesetzt, Wissenschaftlern/-innen, die sich mit den zunehmenden Anforderungen eines ganzheitlichen Geschäftsprozessmanagements und insbesondere der flexiblen Steuerung von Workflows beschäftigen, eine Plattform für den wissenschaftlichen Diskurs zu bieten. Es sollen abgeschlossene Beiträge aus Forschung und Praxis, aktuelle Forschungsergebnisse in diesem Gebiet und absehbare zukünftige Herausforderungen für die Steuerung flexibler Workflows präsentiert und diskutiert werden.

Insgesamt wurden für die Teilkonferenz 11 originäre und interessante Beiträge zur Begutachtung eingereicht. Diese wurden in einem doppel-blinden Verfahren jeweils von mindestens zwei Gutachtern/-innen begutachtet. Als Ergebnis des Auswahlverfahrens wurden vier der eingereichten Beiträge zur Präsentation angenommen, was einer Annahmequote von 36% entspricht.

Unser Dank gilt zunächst den Autoren/-innen für ihre Beiträge, für deren Weiterentwicklung wir allen viel Erfolg wünschen. Ein besonderer Dank gilt auch den Mitgliedern des Programmkomitees, ohne deren engagierte Unterstützung die Durchführung des Tracks nicht möglich gewesen wäre.

Dezember 2013

Stefan Sackmann, Stefanie Rinderle-Ma

(Teilkonferenzleitung)

Geschäftsprozessintegration – eine Literaturanalyse

Christoph Klima, Florian Pfarr, Marion Hösselbarth, Axel Winkelmann

Universität Würzburg, Lehrstuhl für BWL und Wirtschaftsinformatik, 97070 Würzburg, E-Mail: {christoph.klima|florian.pfarr|marion.hoesselbarth|axel.winkelmann}@uni-wuerzburg.de

Abstract

Geschäftsprozessintegration als Methode zur Ausnutzung sämtlicher integrativer Potenziale des Unternehmens steht im Fokus der in dieser Arbeit durchgeführten Literaturanalyse. Es wird untersucht, welche Themenschwerpunkte die aktuelle wissenschaftliche Literatur im Umfeld der Geschäftsprozessintegration beinhaltet. Ferner wird analysiert, inwiefern methodische Ansätze zu finden sind, welche als weiterführende Aspekte die Quantifizierung der Gesamtintegration eines Unternehmens behandeln. Die Ergebnisse zeigen eine heterogene thematische Ausrichtung, die von der Vorstellung von Integrationsframeworks über Toolentwicklungen bis zur Untersuchung von Folgen reicht. Quantitative Messansätze (im Idealfall sogar im Sinne einer integrativen Bewertung einer gesamten Organisation) sind dabei nicht zu finden oder beschränken sich auf die Messung einzelner Prozessinstanzen, womit als Ergebnis der Studie eine Forschungslücke offenbart wurde.

1 Geschäftsprozessintegration in der Literatur

Geschäftsprozesse regeln die ablauforganisatorischen Aktivitäten eines Unternehmens und stellen damit das Bindeglied unterschiedlicher Organisationsbereiche dar [3]. Seit der immer stärker werdenden Fokussierung auf ablauforganisatorische Themen haben Unternehmen begonnen, ihre Geschäftsprozesse in IT-Systemen, allgemein in „Process Aware Information Systems“ (PAIS) oder speziell z.B. in ERP-Systemen, abzubilden [16][28][35]. Heute nutzen knapp 86% aller deutschen Unternehmen (branchenübergreifend) Softwaresysteme zur Abwicklung ihrer Geschäftsabläufe [8]. Durch sich schnell ändernde Marktanforderungen müssen diese Systeme und die darin verankerten Workflows und Geschäftsprozesse stetig angepasst und erweitert werden. Eine Geschäftsprozessänderung heißt dabei immer auch, das zu Grunde liegende System zu ändern und umgekehrt. Eine Vorgehensweise, die dabei auch in der wissenschaftlichen Literatur eine starke Verbreitung aufweist, ist die Geschäftsprozessintegration.

Die in diesem Beitrag durchgeführte Literaturanalyse untersucht dabei, inwiefern sich die wissenschaftliche Literatur jüngst mit den Themen der Geschäftsprozessintegration auseinandersetzt. Es wird analysiert, ob Frameworks, Schlussfolgerungen oder Messansätze innerhalb der Geschäftsprozessliteratur zu finden sind. Dabei wird untersucht, inwiefern das Themengebiet einerseits praktische und andererseits wissenschaftliche Relevanz besitzt.

Vor dem Hintergrund der gesamten Integration in Unternehmen im Sinne von Prozess-, Daten- und Organisationsintegration wird außerdem analysiert, ob in der identifizierten Literatur Ansätze zur Messung der Integration eines Unternehmens gefunden werden können. Während die Quantifizierung von Prozessabläufen noch in einem frühen Forschungsstadium steckt [11], ist es fraglich, ob weitergehende Ansätze, die eine Messung der Gesamtintegration anstreben, innerhalb der Geschäftsprozessliteratur zu finden sind. Die Forschungsfragen sind daher wie folgt zu definieren:

RQ1: Wie ist der aktuelle Stand der Prozessintegrationsforschung bezüglich der Themenschwerpunkte innerhalb des Forschungsbereichs?

RQ2: Gibt es Ansätze zur quantitativen Bewertung der Integration eines Unternehmens innerhalb der Geschäftsprozessliteratur?

Zur Beantwortung dieser Fragen ist die Arbeit wie folgt gegliedert. Kapitel 2 legt die angewandte Forschungsmethodik (Literaturanalyse) dar. Kapitel 3 kategorisiert und präsentiert die inhaltlichen Ergebnisse. Weiterhin werden die Resultate der Untersuchung zusammenfassend bewertet. Im abschließenden Kapitel 4 wird die Beantwortung der Forschungsfragen diskutiert und ein Ausblick bezüglich zukünftiger Forschungsthemen gegeben.

2 Methodik

Literaturrecherchen im wissenschaftlichen Kontext werden häufig aufgrund mangelnder Einhaltung methodischer Strenge kritisiert. Laut vom Brocke et al. [39] bezieht sich die Kritik im Rahmen dieser Forschungsmethode insbesondere auf eine unzureichende Dokumentation des Literaturauswahlprozesses, wodurch die Nachvollziehbarkeit der durchgeführten Studie nicht gewährleistet werden kann. Aus diesem Grund orientiert sich die vorliegende Arbeit streng an der in Abbildung 1 dargestellten etablierten Rahmenstruktur für Literaturrecherchen, um eine reproduzierbare Literaturauswahl sicherzustellen. Die konkrete Ausführung der einzelnen Teilschritte wird nachfolgend kurz in den Abschnitten *Vorbereitung und Literaturauswahl* (Schritte 1-3) und *Analyse- und Klassifizierungsprozess* (Schritte 4 und 5) erläutert.

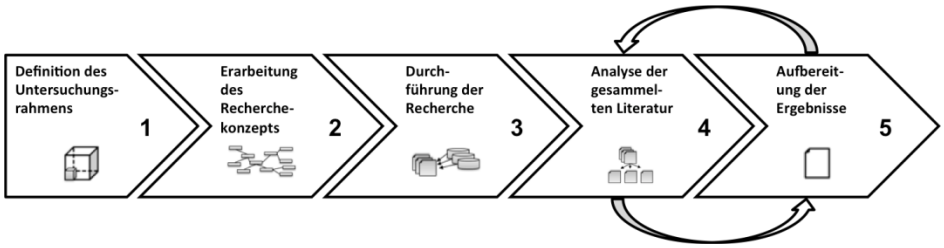


Abbildung 1: Vorgehensmodell für Literaturrecherchen (in Anlehnung an [39])

2.1 Vorbereitung und Literaturauswahl

Im ersten Schritt einer Literaturrecherche sollte festgelegt werden, welche Kriterien die vorzunehmende Analyse erfüllen soll. Cooper [7] beschreibt zu diesem Zweck sechs elementare Eigenschaften zur Charakterisierung einer Literaturrecherche, von denen die in Tabelle 1 markierten Zellen für das weitere Vorgehen der vorliegenden Arbeit im Vorfeld festgelegt wurden. Demnach liegt der Fokus der Studie auf einer kritischen und stellungnehmenden Bewertung bisheriger Forschungsergebnisse auf Basis einer repräsentativen Publikationsauswahl. Die Ergebnisse sind dabei sowohl für ein wissenschaftliches Publikum mit generellem Vorwissen der Materie als auch für Praxisanwender relevant.

Charakteristika		Kategorien			
1	Fokus	Forschungsergebnisse	Forschungsmethoden	Theorien	Anwendungen
2	Ziel	Integration	Kritik	Zentrale Fragen	
3	Organisation	Historisch	Konzeptionell	Methodologisch	
4	Blickwinkel	Neutrale Betrachtung		Stellungnahme	
5	Zielgruppe	Wissenschaft (Fachspezifisch)	Wissenschaft (Generell)	Praktiker/Politiker	Generelles Publikum
6	Abdeckung	Vollständig	Vollständig und selektierend	Repräsentativ	Zentriert

Tabelle 1: Systematische Einordnung von Literaturrecherchen (nach [7])

Der zweite Schritt des Vorgehensmodells beschreibt die Konzeptualisierung der Recherche. Hierbei muss einerseits die Forschungsfrage in Teilaspekte untergliedert und andererseits ein Rahmen zur Dokumentation, Analyse und Aufbereitung der im nächsten Schritt identifizierten Literatur geschaffen werden. Hierzu schlagen Webster und Watson [41] die Erstellung einer Konzept- bzw. Inhaltsmatrix vor, in der sowohl die identifizierten Artikel als auch die themenrelevanten Aspekte, die innerhalb der einzelnen Publikationen behandelt werden, übersichtlich festgehalten werden können. Die Struktur dieser Konzeptmatrix nach der Durchführung der Recherche kann Tabelle 4 entnommen werden.

In der dritten Phase wird die relevante Literaturbasis zusammengestellt. Dieser Abschnitt umfasst sowohl die Auswahl geeigneter Datenbanken und Abfragekriterien als auch die Durchführung der Suchläufe und Extrahierung geeigneter Quellen auf Basis einer ersten Sichtung der Inhalte. Zur Erstellung der vorliegenden Literaturrecherche wurden namentlich die Datenbanken *EBSCOhost/Business Source Premier*, *ACM Digital Library*, *ScienceDirect*, *Emerald* und *SpringerLink* verwendet. Die relevante Publikationsbasis innerhalb der Datenbanken konnte anhand der Stichwörter *Business Process Integration* bzw. *Geschäftsprozessintegration* identifiziert werden. Aufgrund der hohen Trefferquote und des Ziels, primär Erkenntnisse der jüngeren Literatur zu ermitteln, wurde der Zeithorizont bei den Abfragen zusätzlich auf die letzten zehn Jahre (2003 - 2013) eingegrenzt. Die Ergebnisse der Suchläufe können Tabelle 2 entnommen werden. Die bei der Suche in allen Feldern extrahierte Literaturbasis ergab ein objektiv nicht analysierbares n von 102.803. Aus diesem Grund wurden beim weiteren Vorgehen vorerst alle 66 Publikationen berücksichtigt, die bei

der Stichwortsuche im Titel ermittelt wurden und bei denen somit ein engerer Bezug zum Untersuchungsthema vorausgesetzt werden konnte. Nach Durchsicht der Abstracts der entsprechenden Artikel wurden 30 Publikationen für eine tiefergehende Analyse als relevant erachtet (siehe Kapitel 3).

Datenbank	n	
	Alle Felder	Titel
EBSCOhost	217	27
ACM	12.753	14
ScienceDirect	67.053	14
Emerald	22.720	10
SpringerLink	60	1
Σ	**102.803**	**66**

Tabelle 2: Literaturbasis

2.2 Analyse- und Klassifizierungsprozess

Die nachfolgende Analyse und Aufbereitung der ausgewählten Literatur basiert auf wiederholter Durchführung, da einerseits die relevanten Teilaspekte bei der ersten Sichtung der Quellen identifiziert und andererseits im späteren Verlauf neu identifizierte und zu untersuchende Bereiche auch in den bereits evaluierten Publikationen überprüft werden müssen. Um die heterogenen Formulierungen in eine einheitliche Ausdrucksweise zu überführen, wurde das Modell des iterativen Forschungsprozesses nach Flick [9] angewandt (siehe Abbildung 2). Dieses Modell bietet den Vorteil, dass neue Erkenntnisse im Verlauf der Konsolidierung leicht zur Dokumentation hinzugefügt und Teilaspekte Schritt für Schritt ohne Vernachlässigung des Ziels einer einheitlichen Darstellung gesammelt werden können.

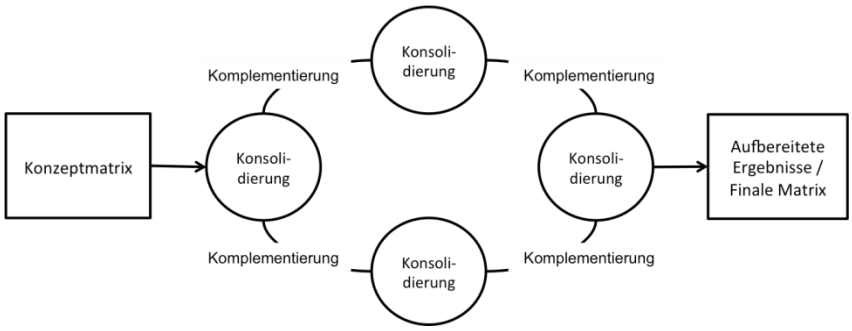


Abbildung 2: Iterativer Forschungsprozess (in Anlehnung an [9])

Basierend auf diesem Vorgehen konnte die Menge der in der Konzeptmatrix festgehaltenen Dimensionen auf die nachfolgend beschriebenen Kernaspekte reduziert werden, die im weiteren Verlauf im Rahmen der Inhaltsanalyse detailliert betrachtet wurden (siehe Abschnitt 3.2).

Integrationsframeworks

Geschäftsprozessintegration erstreckt sich über Abteilungs- und Unternehmensgrenzen hinweg. Die primäre Herausforderung bei der Harmonisierung und Integration ist dabei das Zusammenführen vereinzelt lokaler Teilprozesse zu End-to-End-Szenarien. Vor diesem Hintergrund sind Integrationsframeworks von großer Bedeutung. Sie zeigen konzeptionelle Modelle, Referenzvorgänge und Möglichkeiten, wie unterschiedliche Arten von Prozessen integriert werden können. Dazu gehören auch Aspekte der Modellierung, da Prozesse oft durch die Nutzung von Modellierungssprachen formalisiert werden. Die Nutzung solcher semiformaler Sprachen ermöglicht es, formale Modelle realer Geschäfts-

prozesse zu erstellen, die sowohl Dokumentation als auch Kommunikation erlauben. Sie beschreiben die Sequenz von Aktivitäten, benötigte Ressourcen und Daten sowie Organisationseinheiten [23][42][13]. Bezüglich der Geschäftsprozessintegration spielt die Modellierung bzw. das Prozess-Design eine bedeutende Rolle, da sie speziell bei der Formalisierung integrativer Ansatzpunkte in Soll-Prozessmodellen im Rahmen von Integrations- oder Reengineering-Projekten unterstützt. Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen dieser Studie das Prozess-Design als essentieller Kernpunkt der Geschäftsprozessintegration betrachtet.

Toolentwicklung

Als weitergehende Vertiefung der meist konzeptionellen Frameworks können Toolentwicklungen betrachtet werden. Da Geschäftsprozessintegration vor allem für die Unternehmenspraxis eine große Bedeutung hat, sind Ansätze zur Implementierung von Integrationsvorhaben ein wichtiger Bestandteil. Hierbei dominiert die Tatsache des Zusammenwirkens von Business (Prozesse) und IT (operative Systeme), die als Plattform für die Implementierung dienen. Daher sind Ansätze in diesem Themenbereich vor allem hinsichtlich der Verankerung mit Informationssystemen gesondert zu untersuchen.

Integrationsfolgen

Die Integration von Geschäftsprozessen ist kein rein wissenschaftlich orientiertes Thema. Gerade in der Unternehmenspraxis gibt und gab es eine Vielzahl an Integrationsprojekten. Deren Verlauf und die tatsächlichen Folgen der Zusammenführung zu End-to-End-Szenarien ergeben eine essentielle Wissensbasis für weitere Implementierungen. Deshalb wird der Aspekt der Folgen von Geschäftsprozessintegration als Bestandteil der vorliegenden Literaturanalyse untersucht.

Quantitative Aspekte

Das Forschungsfeld der quantitativen Erfassung von Prozessen (z.B. Process Performance Measurement Systeme), welches eine mengenmäßige Bewertung von Prozessinstanzen verfolgt, ist heute in der wissenschaftlichen Literatur noch in einem frühen Stadium [11]. Weitergehende Ansätze innerhalb der Geschäftsprozessliteratur, die von der Prozessintegration auf die System-, Daten- und Organisationsintegration eines Unternehmens schließen, stehen in dieser Literaturanalyse auch im Hinblick auf die Forschungsfrage im Vordergrund. Die Integration im Sinne von organisatorischer, prozessualer und datentechnischer Integration schlägt sich vermehrt in operativen Systemen nieder (z.B. ERP). Die daraus resultierenden Verbesserungen wie Ablaufautomatisierung oder beschleunigte Prozesse fallen dabei umso höher aus, je größer der Grad an Integration eines Informationssystems bzw. eines Unternehmens in dessen Supply-Chain ist. Ansätze, die den Grad der Integration quantitativ bewerten, können insbesondere aus praktischer Sicht enorme Vorteile schaffen.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Literaturrecherche vorgestellt. Dabei wird zuerst eine Analyse nach Publikationsdatum und angewandter Methode vorgenommen (3.1) und anschließend der Inhalt nach verschiedenen Untersuchungsbereichen analysiert (3.2). Zum Abschluss (3.3) erfolgt eine kritische und reflektierende Bewertung der untersuchten Bereiche.

3.1 Analyse nach Publikationsdatum und angewandter Methode

Die Zusammenstellung der Literaturbasis lieferte 30 Artikel, die für weitere Analysen als relevant eingestuft wurden.

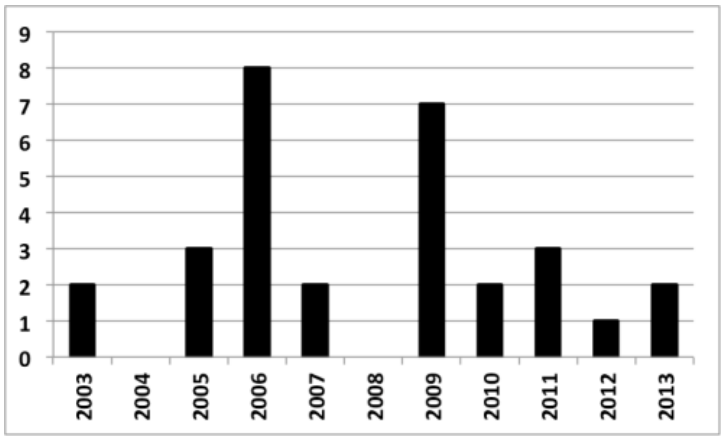


Abbildung 3: Literaturbasis nach Erscheinungsdatum

Eine Überprüfung der Veröffentlichungsdaten zeigt zunächst eine weitgehend konstante Auseinandersetzung mit dem Thema, wobei sich in den Jahren 2006 und 2009 ein überproportional hoher Output identifizieren lässt (siehe Abbildung 3). Da die Zusammenstellung der Literaturbasis im August des Jahres 2013 endete, ist die Veröffentlichung weiterer relevanter Quellen im restlichen Verlauf dieses Jahres nicht auszuschließen.

Forschungsmethode	Häufigkeit		Quellen
	n	%	
Kommentar	10	33,5%	[6], [17], [18], [19], [20], [22], [26], [31], [33], [36]
Konzeptionelles Modell	10	33,5%	[1], [2], [12], [14], [15], [21], [25], [30], [43], [44]
Fallstudie	3	10%	[32], [37], [40]
Befragung	4	13%	[5], [10], [29], [34]
Feldstudie	1	3%	[4]
Mathematisches Modell	2	7%	[24], [38]
Σ	30	100%	30

Tabelle 3: Literaturbasis nach Forschungsmethode

Im Anschluss wurde eine Klassifizierung der Quellen anhand der angewandten Forschungsmethode durchgeführt (siehe Tabelle 3). Die Einordnung wurde dabei anhand des verbreiteten Schemas von Palvia et al. [27] vorgenommen. Von den vierzehn vorgeschlagenen Klassifizierungstypen konnten sechs innerhalb der Literaturbasis identifiziert werden. Neben Kommentaren (n = 10), also Artikeln, die keiner anderen Kategorie zugeordnet werden konnten oder an empirischer Belegbarkeit mangelten, wurden größtenteils konzeptionelle Modelle (n = 10) vorgestellt. Auffällig im Rahmen dieses Analyseschrittes ist die geringe Anwendung quantitativer Methoden.

3.2 Inhaltsanalyse

Tabelle 4 zeigt eine Zusammenfassung der Inhaltsklassifizierung innerhalb der untersuchten Literatur entsprechend den in Abschnitt 2.2 definierten Aspekten. Es folgt eine Zusammenfassung der Inhalte ausgewählter Publikationen, welche nach eingehender Analyse zur Wiedergabe der Bandbreite der Untersuchungsbereiche als repräsentativ erachtet wurden.

Publikation	Untersuchungsbereich			
	Integrationsframeworks	Toolentwicklung	Integrationsfolgen	Quant. Aspekte
[1]	X			
[2]	X			X
[4]			X	
[5]			X	
[6]		X		
[10]			X	
[12]	X			
[14]	X	X		
[15]	X			
[17]	X			
[18]	X			
[19]		X		
[20]	X			
[21]		X		
[22]	X			
[24]	X			
[25]	X			
[26]			X	
[26]	X			
[29]			X	
[30]	X			
[31]			X	
[32]				X
[33]		X		
[34]			X	
[36]	X			
[37]	X		X	
[38]		X		
[40]			X	X
[43]	X			
Σ 30	16	6	9	3

Tabelle 4: Literaturmatrix

Integrationsframeworks

Der Aspekt Integrationsframeworks weist nach eingehender Analyse der identifizierten Literatur die meisten Treffer auf (n = 16). Dies zeigt, dass Geschäftsprozessintegration weiterhin eine bedeutende Rolle in Praxis und Wissenschaft einnimmt, da noch kein allumfassendes Integrationsframework definiert wurde. Somit besteht weiterhin die Notwendigkeit spezifischer Integrationsmodelle, was auch anhand der nachfolgend ausgewählten Literaturbeispiele aufgezeigt werden kann.

Kobayashi et al. [18] bewegen sich im thematischen Feld der Vereinigung von Workflows und Enterprise Application Integration (EAI). Dabei werden Prozesse mit Echtzeitinformationen entwickelt und verschiedene Informationssysteme mit EAI integriert.

Becker und Dreiling [2] veröffentlichten 2003 eine Arbeit, die sich mit der Integration der Geschäftsprozesse auf der Suppy-Chain-Ebene eines Unternehmens befasst und somit die Einbindung der Prozesse und Systeme von Geschäftspartnern thematisiert. Aufbauend auf vorhergehenden Studien wird ein Meta-Modell erarbeitet, auf dessen Basis Kennzahlen entwickelt werden können, die eine Managementperspektive auf Geschäftsprozessinstanzen ermöglichen. Die Prozessquantifizierung, basierend auf dem Metamodell (MetaMIS), beinhaltet Metriken wie beispielsweise „Delivery Times“ oder „Rejection Rates“. Hier können bereits erste Integrations- bzw. Prozessmessungsansätze gefunden werden, die jedoch eher auf die Instanz einzelner Abläufe fokussiert sind.

Der Kontext, in welchem die einzelnen Frameworks hergeleitet werden, variiert stark. Sowohl Technik-Fokus [18] als auch Perspektivenbezug (Management) [2] kommen hier zum Einsatz.

In der Veröffentlichung von Yan et al. [43] wird hingegen der Fokus auf eine spezifische Domäne gelegt (hier: E-Commerce). In diesem Zusammenhang wird ein Framework vorgestellt, welches strategische, operative und unterstützende Prozesse unter Verwendung eines Logistik-Management-IS integriert. Dabei wird der Fokus vor allem auf die nutzbaren Web-Techniken wie XML, Web-Services oder GPS gelegt.

Mendling und Simon [24] hingegen legen einen Daten-Schwerpunkt auf das Thema der Geschäftsprozessintegration. Ihr konzeptionelles Modell weist hauptsächlich datentechnische Überlegungen auf.

Einen reinen Prozessfokus im Sinne der Ablauforientierung zeigen Grossmann et al. [12], die ein Framework zur Integration zweier Geschäftsprozesse liefern. Auf zwei Leveln (Meta Model Level und Model Level) werden dabei Zusammenhänge, Integrationsoptionen und -möglichkeiten aufgezeigt. Schließlich werden auch semantische Zusammenhänge im Framework behandelt, was für die Kombination der Abläufe von großer Bedeutung ist.

Bei Al-Ghaiati [1] findet sich wiederum eine andere Herangehensweise an die Thematik. Während hier hauptsächlich die Implementierung von Integrationsvorhaben in den Vordergrund gerückt wird, ist außerdem der Einbezug von serviceorientierten Architekturen als Umsetzungsmittel der Geschäftsprozessintegration ein Inhaltsschwerpunkt.

Um die Heterogenität der vorgestellten Frameworks abschließend darzulegen, kann die Arbeit von He et al. [14] herangezogen werden. Unter dem Einbezug von Produktdesign-Aspekten wird ein sehr detailliertes Prozessintegrationsframework präsentiert. Dabei wird auf die betriebswirtschaftliche Domäne des Product Lyfecycle Managements (PLM) verwiesen und erarbeitet, wie besonders Produktentwicklungsprozesse in die bestehende Prozesslandschaft eines Unternehmens integriert werden können (z.B. CAD-Entwicklung).

Wie die inhaltliche Analyse ausgewählter Publikationen im Themenbereich Integrationsframeworks zeigt, werden unterschiedlichste Fokussierungen auf die Ausarbeitungen und inhaltlichen Gestaltungen der Modelle gelegt. Während einerseits versucht wird, gewisse Techniken als Basis für die Integration zu nutzen, wird andererseits über Perspektiven oder Einbezug betriebswirtschaftlicher „Randbereiche“ eine Lösung offeriert.

Toolentwicklung

In der Literatur wurde die Toolentwicklung als ein weiterer wichtiger Aspekt identifiziert. Innerhalb der Analyse wurden dabei sechs Artikel (n = 6) untersucht, welche sich mit diesem Thema befasst haben.

Kong et al. [19] entwickeln eine Methode, welche eine ereignisgesteuerte Service-Technologie nutzt. Mit Hilfe dieser soll die Geschäftsprozessintegration unterstützt werden. Dabei wird ein Prototyp entworfen, innerhalb dessen ein Beispiel im Bereich Serviceprozesse mit RFID abgebildet ist.

Die Integration von Geschäftsprozessen im Hinblick auf Web Services untersuchen Shen et al. [33]. Die Autoren prüfen, welchen Einfluss ontologisch basierte Modelle auf die Prozess Integration haben. Dabei wird der semantische Zusammenhang zwischen Web Services in ontologischer Sprache beschrieben und ein GUI-basiertes Werkzeug entwickelt.

Die inhaltliche Analyse zeigt auf, dass im Zusammenhang mit Geschäftsprozessintegration unterschiedliche Toolentwicklungen durchgeführt wurden. Dies verdeutlicht erneut auch die praktische Relevanz des Themenbereichs. Durch die Ergebnisse wird deutlich, dass es im

Zusammenhang mit der Integration von Geschäftsprozessen bereits einige Toolentwicklungen gibt. Diese beziehen sich jedoch nicht auf eine ganzheitliche Integration der Prozesse innerhalb von Informationssystemen.

Integrationsfolgen

Zur Bewertung der Relevanz der Geschäftsprozessintegration gilt es insbesondere die Folgen von Integrationsprojekten auf der Basis ausgewählter Publikationen (n = 9) inhaltlich darzulegen.

Bhatt und Troutt [5] untersuchen beispielsweise den Zusammenhang zwischen Prozess- und Informationssystemintegration einerseits und der Kundenorientierung andererseits. Als Ergebnis kann nachgewiesen werden, dass höhere Integrationsstufen bei Daten und Prozessen einen positiven Einfluss auf Kundenorientierung und Produktinnovation eines Unternehmens haben. Die Ergebnisse bestätigen dabei auch ältere Studien zu diesem Untersuchungszusammenhang.

Zu einem weiteren Wirkungszusammenhang kommen Ghobakhloo et al. [10]. In ihrer umfragebasierten Studie weisen sie einen statistisch signifikant positiven Zusammenhang zwischen der Integration von Supply-Chain-Prozessen und dem Business Value eines Unternehmens nach. Dieses Ergebnis unterstützt somit indirekt die o.g. Arbeit von Becker und Dreiling [2], bei der ein Supply-Chain-Integrationsmodell aufgezeigt wird.

Ein ähnlicher Fokus (Supply-Chain) kann bei Salam [29] gefunden werden. Hier wurden insbesondere kulturelle Aspekte der Geschäftsprozessintegration (behavioristische Dimensionen im SCM) untersucht mit dem Ergebnis, dass in gewissen Kulturkreisen ein positiver Zusammenhang zwischen Leistung der Wertschöpfungskette und der Integration der Prozesse festgestellt werden kann.

Quantitative Aspekte

Schließlich und mit Bezug auf die Forschungsfrage wird anhand der identifizierten Literatur dargelegt, welche Bedeutung der Leistungsmessung mit quantitativen Aspekten bezüglich der Integration in Organisationen zukommt. Die in diesem Teilaspekt klassifizierten Arbeiten (n = 3) werden im Folgenden inhaltlich analysiert.

Wie bereits weiter oben erwähnt, zeigen Becker und Dreiling [2] erste Ansätze zur Kombination von Prozessintegration und Leistungsmessung. Unter der Nutzung des MetaMIS-Metamodells werden Prozesskennzahlen definiert, die allerdings lediglich auf den Geschäftsprozess selbst abzielen und nicht auf eine quantitative Integrationsbewertung auf Unternehmens- oder Systemebene.

Bei Vukšić et al. [40] finden sich weitere Ansatzpunkte zur Messung der integrativen Leistung der Prozessintegration. Inhaltlich beschränkt sich die Arbeit jedoch darauf, auf Basis einer Fallstudie darauf hinzuweisen, dass Leistungsmessung (Performance Measurement) im Geschäftsprozessmanagement wenig Anwendung findet und somit ältere Studien belegt werden können. Ein Fokus auf Gesamtintegration liegt auch hier nicht vor.

Der weitreichendste Ansatz zur quantitativen Bewertung der Integration findet sich bei Serrano und den Hengst [32]. Ihre Arbeit untersucht die Integration von Geschäftsprozessen und Informationssystemen, was der hier vorliegenden Forschungsfrage am nächsten kommt. Unter anderem wird herausgearbeitet, dass bisher viele Integrationsframeworks vorgestellt wurden, die aber eher auf der Ebene der Prozessmodellierung und nicht auf die Integration zwischen IT und operativen Prozessen abzielen. Die Autoren nennen Richtlinien zur Erstellung eines Simulationsmodells, mit dessen Hilfe die Integrationswirkung eines Informationssystems und der Geschäftsprozesse quantifiziert werden kann.

3.3 Kritische Bewertung der untersuchten Bereiche

Bei der Analyse relevanter Veröffentlichungen im Themenbereich der Geschäftsprozessintegration kristallisiert sich ein Schwerpunkt auf die Gestaltung von Frameworks zur Integration von Unternehmensabläufen heraus. Häufig werden allerdings auch tooltechnische Aspekte und die Betrachtung von Integrationswirkungen behandelt. Die Berücksichtigung von quantitativen Aspekten bei der Analyse der Geschäftsprozessintegration ist dabei eindeutig noch stark vernachlässigt. Weitere Forschungsarbeiten in diesem Untersuchungsbereich erachten die Autoren daher für äußerst sinnvoll. Messung und eine damit verbundene Bewertung von Geschäftsprozessintegration im Sinne einer Ist-Analyse sind nach der Meinung der Autoren vor allem für die Unternehmenspraxis hoch relevant, um Ansatzpunkte für Geschäftsprozessverbesserungen und integrative Maßnahmen zu identifizieren.

4 Fazit und Ausblick

Die Geschäftsprozessintegration ist ein bedeutsames Instrument zur Verbesserung betriebswirtschaftlicher Abläufe. Die in dieser Arbeit durchgeführte Literaturanalyse zeigt die inhaltliche Heterogenität der wissenschaftlichen Publikationen und offenbart eine Forschungslücke im Bereich der quantitativen Integrationsmessung auf Gesamtunternehmensebene.

Bezogen auf Forschungsfrage 1 (*RQ1*) kann zusammenfassend gesagt werden, dass die inhaltliche Ausrichtung der Geschäftsprozessintegrationsliteratur sehr unterschiedlich ausfällt. Im Bereich der *Frameworks und Modelle* werden unterschiedlichste Lösungen in unterschiedlichsten Kontexten präsentiert. Als gemeinsamer Nenner kann dabei die Abstraktion auf konzeptioneller Ebene herausgearbeitet werden. Der Aspekt der *Toolentwicklung* zeigt ebenfalls unterschiedliche Anwendungsdomänen. *Folgebetrachtungen* zeigen als Gemeinsamkeit meist positive Zusammenhänge zwischen der Geschäftsprozessintegration und weiteren Variablen wie Unternehmenswert, Kundenzufriedenheit oder Produktinnovation.

Forschungsfrage 2 (*RQ2*) bezieht sich auf die Suche nach Methoden zur quantitativen Bewertung von Integrationsaspekten auf Gesamtunternehmensebene. Hier lassen sich wenige Ansätze identifizieren, die diesbezüglich Inhalte darlegen. Bei den identifizierten Publikationen handelt es sich eher um spezifische Modelle (z.B. Simulationen) oder Quantifizierungen auf Prozessebene. Zusammenfassend kann daraus abgeleitet werden, dass zur mengenmäßigen Bewertung der Integration eines Unternehmens in der jüngsten wissenschaftlichen Literatur keine Ansätze zu finden sind. Dies kann als Forschungslücke festgehalten werden. Es fehlt an Modellen, Vorgehensweisen und Techniken, mit deren Hilfe und basierend auf quantitativen Metriken eine qualitativ hochwertige Aussage über den Integrationszustand eines Unternehmens getroffen werden kann.

Die Einschränkung der Recherche innerhalb der betriebswirtschaftlichen auf die Geschäftsprozessliteratur erscheint insofern als sinnvoll, da lediglich über eine Ablauforientierung und somit über integrierte Geschäftsprozesse ein hoher Grad an Unternehmensintegration erreicht werden kann. Künftige Arbeiten könnten die Einschränkung aufheben und ein noch engeres Suchspektrum definieren, um die Existenz der hier gewünschten Ansätze zu verifizieren.

5 Literaturverzeichnis

[1] Al-Ghaiati, FM (2006): A proposal for an open solution business process integration and management implementation framework. In: *Proceedings of the 4th international conference on Business Process Management (BPM)*. Wien.

[2] Becker, J; Dreiling, A; Holten, R; Ribbert, M (2003): Specifying information systems for business process integration – A management perspective. Information Systems and e-Business Management 1(3):231-263.

[3] Becker, J; Kugeler, M; Rosemann, M (2005): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. 5. Auflage. Springer, Berlin.

[4] Berente, N; Vandenbosch, B; Aubert, B (2009): Information flows and business process integration. Business Process Management Journal 15(1):119-141.

[5] Bhatt, GD; Troutt, MD (2005): Examining the relationship between business process improvement initiatives, information systems integration and customer focus: an empirical study. Business Process Management Journal 11(5):532-558.

[6] Chudnovskyy, O; Gebhardt, H; Weinhold, F; Gaedke, M (2011): Business Process Integration using Telco Mashups. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Mobile Web Information Systems (MobiWIS)*. Ontario.

[7] Cooper, HM (1988): Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. Knowledge in Society 1:104-126.

[8] Destatis (2012): Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen. https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UnternehmenHandwerk/Unternehmen/InformationstechnologieUnternehmen5529102127004.pdf?__blob=publicationFile. Abgerufen am 11.09.2013.

[9] Flick, U (1995): Qualitative Forschung: Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften. Rowohlt, Reinbek.

[10] Ghobakhloo, M; Sabouri, MS; Hong, TS; Amirizadeh, K (2011): Electronic commerce-enabled supply chain process integration and business value. Journal of Systems and Information Technology 13(4): 344-368.

[11] Glavan, LM (2011) : Understanding Process Performance Measurement Systems. Business Systems Research Journal 2(2):25-38.

[12] Grossmann, G; Schrefl, M; Stumptner, M (2006): Verification of business process integration options. In: *Proceedings of the 4th international conference on Business Process Management (BPM)*. Wien.

[13] Hammer, J; Champy, M (1994): Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. HarperCollins, New York.

[14] He, W; Ming, XG; Ni, QF; Lu, WF; Lee, BH (2006): A unified product structure management for enterprise business process integration throughout the product lifecycle. International Journal of Production Research, 44(09):1757-1776.

[15] Huang, SY; Liu, HY (2009): A perspective of two-dimensional process integration customer relationship management driven business model. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human*. Seoul.

[16] Jansen-Vullers, MH; van der Aalst, WMP; Roseman, M (2006): Mining configurable enterprise information systems. Data & Knowledge Engineering 56(1):195-244.

[17] Jung, JJ (2009): Semantic business process integration based on ontology alignment. Expert Systems with Applications 36(8):11013-11020.

[18] Kobayashi, T; Masato, T; Komoda, N (2003): Business process integration as a solution to the implementation of supply chain management systems. Information & Management 40(8):769-780.

[19] Kong, J; Jung, JY; Park, J (2009): Event-driven service coordination for business process integration in ubiquitous enterprises. Computers & Industrial Engineering 57(1):14-26.

[20] Li, C; Nunez, M (2010): Business Process Integration of Multiple Customer Order Review Systems. IEEE Transactions on Engineering Management 57(3):502-512.

[21] Li, H; Fan, Y; Dunne, C; Padrazzoli, P (2005):Integration of business processes in Web-based collaborative product development. International Journal of Computer Integrated Manufacturing 18(6):452-462.

[22] Li, Q; Zhou, J; Peng, Q-R; Li, C-Q; Wang, C; Wu, J; Shao, B-E (2010): Business processes oriented heterogeneous systems integration platform for networked enterprises. Computers in Industry 61(2):127-144.

[23] Lindsay,A; Down, D; Lunn, K (2003): Business processes: attempts to find a definition. Information and Software Technology 45(1):1015-1019.

[24] Mendling, J; Simon, C (2006): Business process design by view integration. In: *Proceedings of the 4th international conference on Business Process Management (BPM)*. Wien.

[25] Morrison, ED; Menzies, A; Koliadis, G; Ghose, AK (2009): Business Process Integration: Method and Analysis. In: *Proceedings of the Sixth Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM 2009)*. Wellington.

[26] Ni, Q; Lu, WF; Yarlagadda, PK; Ming, X (2007): Business information modelling for process integration in the mold making industry. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 23(2):195-207.

[27] Palvia, P; Leary, D; Mao, E; Midha, V; Pinjani, P; Salam, AF (2004): Research Methodologies in MIS: An Update. Communications of the Association for Information Systems 14(14):526-542.

[28] Robey, D; Ross, J; Boudreau, M (2002): Learning to Implement Enterprise Systems: An Exploratory Study of the Dialectics of Change. Journal of Management Information Systems 19(1), 17-46.

[29] Salam, M (2011): Supply chain commitment and business process integration: The implications of Confucian dynamism. European Journal of Marketing 45(3):358-382.

[30] Samaranayake, P (2009): Business process integration, automation, and optimization in ERP: Integrated approach using enhanced process models. Business Process Management Journal 15(4):504-526.

[31] Seethamraju, R (2006): Impact of e-commerce on business process redesign and integration. International Journal of Electronic Business 4(5):380-400.

[32] Serrano, A; den Hengst, M (2005): Modelling the integration of BP and IT using business process simulation. Journal of Enterprise Information Management 18(6):740-759.

[33] Shen, J; Grossmann, G; Yang, Y; Stumptner, M; Schrefl, M; Reiter, T (2007): Analysis of business process integration in Web service context. Future Generation Computer Systems 23(3):283-294.

[34] Shi, X; Liao, Z (2012): The mediating effects of interfirm business process integration and joint teamwork on firm performance in supply chains. Asia Pacific Journal of Management 07/2012:1-22.

[35] Stratman, JK; Roth, AV (2002). Enterprise resource planning (ERP) competence constructs: two stage multi-items scale development and validation. Decision Sciences 33(4):601-628.

[36] Teodoru, SF (2009): Business Process Management Integration Solution in Financial Sector. Informatica Economica 13(1):47-56.

[37] Themistocleous, M; Corbitt, G (2006): Is business process integration feasible? Journal of Enterprise Information Management 19(4):434-449.

[38] Ulmer, J-S; Belaud, J-P; Le Lann, J-M (2013): A pivotal-based approach for enterprise business process and IS integration. Enterprise Information Systems 7(1):61-78.

[39] Vom Brocke, J; Simons, A; Niehaves, B; Riemer, K; Plattfaut, R; Cleven, A (2009): Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: *Proceedings of the 17. European Conference On Information Systems (ECIS)*. Verona.

[40] Vukšić, VB; Bach, MP; Popovič, A (2013): Supporting performance management with business process management and business intelligence: A case analysis of integration and orchestration. International Journal of Information Management 33(4):613-619.

[41] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the Past to Prepare For the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):13-23.

[42] Weiß, B; Winkelmann, A (2011): A Metamodel Based Perspective on the Adaptation of a Process Modeling Language to the Financial Sector. In: *Proceedings of the 2011 44th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Manoa.

[43] Yan, L; Zhixue, L; Juan, X (2006): Business Process Integration of Third-Party Logistics Service Providers in E-commerce. In: *Proceedings of the 2006 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*. Hong Kong.

[44] Yarlagadda, PKDV; Ni, Q; Lu, WF (2006): A PDM-based Framework for Design to Manufacturing in Mold Making Industry - A Case Study of Business Process Integration. Computer-Aided Design and Applications 3(1-4):211-220.

Service Desk Requirements for Cloud Service Providers

Loina Prifti, Robert Heininger, Sonja Hecht, Helmut Krcmar

TU München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I17), Boltzmannstr. 3, D-85748 Garching
E-Mail: {prifti|robert.heininger|sonja.hecht|krcmar}@in.tum.de

Abstract

With an increasing use of cloud services, cloud service providers are forced to professionalize their service delivery. A service desk supports cloud service providers in this challenge. It can support a professional handling of an increasing number of service requests and it addresses the need for a stronger customer orientation as single and reliable point of contact for customers. Despite the growing importance of a service desk for cloud service providers, research and best practices in this area are still limited. The objective of this paper is to propose a set of requirements for a modern service desk for cloud service providers. Through a systematic literature review success factors for cloud service providers are defined. In a further step, a set of functional and non-functional requirements that contribute to the previously mentioned success factors are derived.

1 Introduction

The usage of cloud services is increasing in the last years and cloud computing has become an important topic for many IT organisations. The BITCOM Cloud Monitor 2013 shows that the share of German companies using public cloud raised from 6 % in the year 2011 to 10 % in the year 2012 [48].

Cloud computing – often also called cloud services – can be defined as: "*...a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction..."* [32]. The organizations providing this kind of services are called cloud service providers.

With an increasing use of cloud services, cloud service providers are forced to professionalize their service delivery. Cao/Zhan [9] e.g. recognize the importance of automated and standardized processes for cloud service providers. Furthermore, user orientation is gaining in importance for cloud service providers, as the competition between different cloud service providers is increasing [30]. In fact, many authors consider support and service of cloud service providers as an important success factor [14; 8; 4; 38; 7] and service and support requests are usually processed through a service desk [11].

In the light of these developments, a service desk supporting the major service delivery processes around cloud services is gaining importance. It forms a part of the self-service interface, which is a major characteristic of cloud services [32]. A service desk can support a professional handling of an increasing number of service requests [11]. On the other hand, it can address the need for a stronger customer orientation, as it provides a single and reliable point of contact for the customer [28; 34].

Despite the growing importance of a service desk for cloud service providers, research in this area is still limited. Pröhl et al. [37] point out that the impact of cloud services on IT service management has not yet been adequately researched. Furthermore, in a literature review Heininger [20] could identify only four publications referring to the service desk function and corresponding processes in a cloud provider environment, while requirements for such a service desk are not researched at all.

Existing literature also indicates that best practice frameworks like the Information Technology Infrastructure Library (ITIL) cannot be applied without adaption to cloud service providers, as they do not cover all relevant aspects for cloud management [24; 19; 23; 41]. Jansen [24] e.g. identified shortcomings for cloud service providers in many ITIL processes, e.g. in the area of incident management, access management, request fulfillment and change management. Following these findings, we expect that requirements for a traditional service desk as proposed in [25; 15] cannot be applied without adaption to a cloud service provider service desk.

This paper aims to contribute to this research gap by proposing a set of functional and non-functional requirements for a state-of-the-art service desk for cloud service providers. Based on a literature review, success factors of cloud service providers are identified. Using this results as well as existing requirements from the literature [25; 15; 2], functional and non-functional requirements that a service desk for a cloud service provider should fulfil are elaborated. Previous works [45; 5] already analysed the offering of the "service desk as a service" (SDaaS) in the context of "everything as a service" (XaaS) [29]. However, this aspect is not subject of our research. The presented research focuses on the service desk for a cloud service provider independently if it is acquired on demand as a service or implemented and supported on premise from the cloud service providing company itself.

The remaining part of the paper is structured as follows: The next section describes the methods used for the literature search and analysis. Hereafter the identified success factors are presented and discussed. In the following paragraph functional and non-functional requirements are derived from the

previously identified success factors followed by a discussion of the results. The final section of the paper includes a conclusion of the results and gives an outlook for future work in this research area.

2 Methodology

In a first step, success factors for cloud service providers were identified using a structured literature review according to Webster/Watson [49]. Based on these success factors and the previously found literature that defines functional requirements for a traditional service desk [25; 15] and non-functional requirements for cloud service providers [2], a set of functional and non-functional requirements for a service desk for cloud service providers are proposed. In the following, each of these steps is explained in detail.

The literature review was conducted as visualized in Figure 1. Since there are a vast number of publications referring to cloud services, we aimed to analyse only high-quality articles. For this purpose we focused only on the A-ranked journals from the field of information systems as defined by [51], and selected 18 of them which were accessible for us and whose scope were considered relevant for our topic.

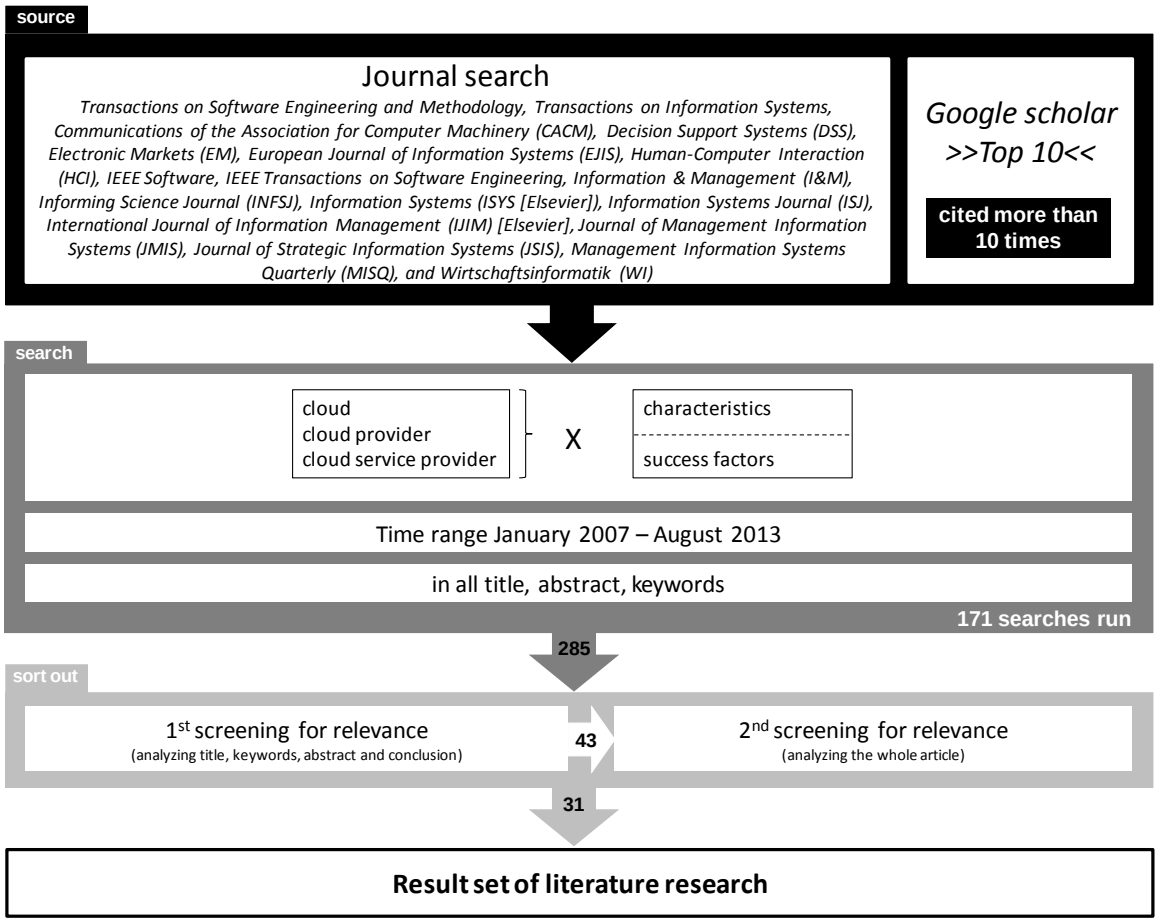


Figure 1: Literature review research model (Source: own illustration, structure based on [21])

Additionally a Google scholar search was conducted to identify prominent articles, which are relevant for our research and were not published in the reviewed journals. In the Google scholar search the results were sorted by relevance and only the top ten of them were considered. To ensure a certain level of quality, only articles that were cited more than 10 times were added to our final selection.

In total 285 articles were found and after analysing the title, keywords and abstract for relevance to the topic 43 of them remained for a detailed analysis. After the detailed analysis, where the whole article was analysed for relevance to the topic, 31 publications remained. These 31 publications were analysed and success factors for cloud services providers and characteristics that describe these success factor in more detail were identified. At the end we received a list of 20 success factors, which are described in the following section.

In a further step, based in the previously defined success factors, requirements for a service desk for a cloud service provider are derived. To derive the functional requirements, we consolidated the functional requirements for a traditional service desk as described by [25] and [15] and built a preliminary list of requirements. Each of the listed requirements was checked if it is suitable and relevant for a service desk in a cloud service provider environment and if it contributes to at least one of the success factors. To derive the non-functional requirements, we used the general requirements for cloud service providers as described by [2] and validated if they are relevant and applicable to the service desk function, and if they contribute to at least one of the identified success factors.

3 Success factors

From the conducted literature review we identified 20 (Table 1) success factors for cloud services and cloud service providers that are: Flexibility, Reliability, Scalability, Accessibility, Automation, Security, Confidentiality, Integrity, Date Availability, Service Availability, Portability, Usability,

	Success Factors																		
Title	Flexibility	Reliability	Scalability	Accessibility	Automation	Security	Confidentiality	Integrity	Data Availability	Service Availability	Portability	Usability	Ubiquity	Performance	Freshness	Service/Support	Pricing	Stimulate Innovation	Interoperability	Collaboration
Abts, D. et al. (2012)	x	x	x											x						
Alhamad, M. et al. (2010)	x		x	x											x					
Armbrust, M. et al. (2010)		x	x	x			x			x				x	x					
Beimborn, D. et al. (2011)		x	x			x						x		x			x			
Brender, N. et al. (2013)	x	x	x			x	x	x		x						x	x	x		x
Buyyaa, R. et al. (2009)	x	x	x	x	x	x	x					x	x		x		x			
Campbell-Kelly, M. (2009)																	x			
Chang, V. (2013)	x	x				x	x				x	x		x			x		x	
Creeger, M. (2009)				x																
Dillon, T. et al. (2010)		x		x		x				x				x	x					
Durkee, D. (2010)		x	x		x				x	x							x			
Garrison, G. et al. (2012)															x					
Gong, C. et al. (2010)	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x		x			
Gupta, P. et al. (2013)		x		x		x	x			x	x	x	x				x			x
Helland, P. (2012)	x		x												x					
Juels, A. et al. (2013)		x					x	x	x	x								x		
Katzan, H. (2010)	x	x	x	x						x		x	x							
Marston, S. et al. (2011)	x		x	x	x								x		x	x				
Mell, P. et al. (2011)	x		x	x																
Owens, D. (2010)			x																	
Pauley, W.A. (2010)			x	x	x	x	x			x		x	x			x				
Repschlaeger, J. et al. (2013)		x	x	x	x	x					x	x			x		x			
Ryan, M.D. (2011)							x	x												
Samanthula, B. et al. (2013)	x		x	x		x	x			x							x		x	
Subashini, S. et al. (2011)		x	x	x		x	x	x		x										
Sultan, N. (2011)	x		x														x			
Sultan, N. (2013)	x		x	x							x						x		x	
Takabi, H. et al. (2010)	x		x			x				x		x								
Trigueros-Preciado, S. et al. (2013)	x		x	x											x					
Weinhardt, C. et al. (2009)	x		x	x		x						x			x					
Wu, W. et al. (2011)	x		x	x		x	x	x	x								x			

Table 1: Success factors for cloud services and cloud service providers (Source: own illustration)

Ubiquity, Performance, Freshness, Service and Support, Pricing, Stimulate Innovation, Interoperability, Collaboration. These factors are described in the following.

Flexibility: One of the success factors of cloud service providers is the offered flexibility [47; 17; 2; 27; 40; 6; 10]. Cloud services offer business-related [31] as well as technical flexibility [50]. From a business aspect, they offer the possibility to rapidly provision the demanded service to the customers [31; 7] with no upfront commitment [22] and by offering a usage or user based tracking [32; 17]. They are provided on demand [31; 32; 7; 40] and provide immediate access to the required resources [31; 43; 52], by offering fast deployment and no need for maintenance [52; 44]. Technically cloud services offer the possibility to access different technologies, solution options and tools [31] as needed without huge upfront investments or commitments [22].

Reliability: Another success factor is the reliability of cloud service providers [4; 38; 17; 7; 13; 27; 6; 18]. Cloud services offer a predictable performance [1] of services [3] and resources. They offer the possibility to restore past versions of the data through versioning [26] and a backup [38; 42; 18] of the data. The strong fault tolerance [17] and the automatic disaster recovery [14; 26; 6] are further characteristics that make the system reliable for users.

Scalability: Scalability [1; 35; 14; 3; 31; 47; 50; 4; 32; 17; 46; 7; 2; 27; 40; 6; 52; 43; 44] is another success factor that makes cloud services popular. The cloud services are automatically [14; 31; 50] and quickly [3; 32] scalable by creating the illusion of infinite computing resources on demand [22]. The services can be both scaled up or down [3; 50] dynamically [17; 7; 2] by using virtualization [31; 17; 46; 7; 2]. This makes it easier for enterprises to scale their IT resources [52] of every kind, like number of users, storage space or computing capacity [3; 38].

Accessibility: A further success factor for cloud services is the easy accessibility [47; 17; 18]. Cloud services offers easy access to services over a network [12; 31; 32; 17; 7; 2; 27; 40; 52; 43] through standard web protocols [50; 17; 13]. The access is usually independent from device or location [31; 18], released with minimal service provider interaction [31; 17; 36] and offered through easy user interfaces [50; 17].

Automation: The automation [14; 36; 7] of most services can be considered as another success factor for cloud service providers. Most cloud service providers offer an automatic scalable infrastructure [14; 36] and automatic self-provisioning of the resources [31; 38], so that the customer has always the needed amount of the resources without any interaction with the cloud service providers. On the other side automatic disaster recovery of the infrastructure and automatic data backup [14] gives the customer the security of continued service.

Security: IT security includes three main components that are: availability [3; 36; 42; 46; 13; 27; 52] or prevention of the unauthorized withholding of information or resources, confidentiality [26; 3; 39; 42; 52; 6; 10; 18] or prevention of unauthorized disclosure of information and integrity [26; 42; 52; 6] or prevention of the unauthorized modification of information [33]. Security [50; 4; 38; 17; 36; 42; 46; 7; 13; 40; 6; 18] is considered as one of the most important success factors for cloud service providers. This includes data security [50; 42; 38; 52; 40], network security [52; 6] and security of the web application/user interface [42; 52]. This is reached through authentication and authorization [42; 46; 52] per access control [46; 7; 40] and identity management [42; 46; 52] technologies.

Service Availability: Service availability [3; 36; 42; 46; 13; 27; 6; 40] is a further success factors for cloud service providers. Through automatic recovery [14] and fault tolerant large-scale systems [3; 17] the continuous availability of the service is guaranteed for the customers.

Portability: Portability [38; 10; 43; 18] is the device independence [17; 31] of the services that makes up a further success factor. Customers can access the services, which are offered in standardized formats through standard web browsers, from different devices, including also mobile devices [38; 18].

Usability: One of the most important success factors of cloud services is the usability [50; 4; 38; 17; 27]. Cloud service providers offer simple user interfaces [17; 7] for their products that are easy to access and use [50; 17; 18]. Most services are offered on self-service platforms [38; 17; 36]. This breaks another barrier for the customer to adapt the service by making cloud services very attractive.

Ubiquity: Ubiquity [36; 7; 18] is the ability to be independent from device type or location [31; 17; 27; 1; 18]. This success factor of cloud services which is also strongly related to the accessibility [7] is very important in a world where the business units of the companies are spread all over the world and the users access their data from different devices.

Performance: The cloud service providers offer a predictable performance [1; 3; 4; 17; 13; 10] for their services that is a further success factor that also increases the reliability of the system.

Freshness: Freshness is the guarantee that data reflects the latest updates [26]. Especially in a collaborating environment, where many collaborators access and change the same data, freshness is a critical factor. Through the centralized storage and easy access of the data cloud services offer freshness [26] as another success factor.

Service and Support: Cloud service providers offer service and support [14; 8; 4; 38; 7; 6] for their services that makes a further success factor. They support [4; 38; 7] their customers by different issues and offer also different services like maintenance and training or consulting [38] for the delivered service.

Pricing: Through the use of cloud services lower IT-costs [22; 16; 50; 17; 7; 13; 38; 40; 6; 10; 52; 43; 18; 44] are possible, which makes a big success factor of cloud services especially for small and medium sized companies [31]. The pay as you go prizing model [3; 17; 2; 6; 43; 44] achieved through virtualizing [17] and resource sharing [31; 18] makes the adaption of IT costs to the current user demands possible. On the other side cloud services offer access to key technologies, software, and skilled IT personnel [52; 43] that might otherwise be too costly and difficult to obtain and maintain [16].

Stimulate Innovation: Through many pricing advantages and technological flexibility cloud services lower IT barriers to innovation [31; 6] and so they stimulate innovations from two aspects. First because they make new classes of applications and service delivery possible [31] that were not possible before, second because they makes it possible to acquire the needed IT resources that may support an innovation at low cost by lowering the entrance barriers for many firms [36; 52].

Collaboration: The possibility of collaboration on the same resources and sharing of the data makes another success factor for cloud service providers, since it facilitates the work and increases work efficiency [18; 6].

Interoperability: The assurance of interoperability [40; 10; 43] that is the offering of standardized or proprietary technology that enables data and application portability is another success factor for cloud service providers, since it offers to the customer the possibility not to lock-in into one single provider, but also to have the chance to change provider if needed [40].

4 Requirements for a cloud service providers service desk

From our research as described above, we could elaborate a total of 17 functional requirements and seven non-functional requirements for a service desk for a cloud service provider. The defined requirements were arranged according to the service desk model of Kopperger et al. [28] (Figure 2). In this model the service desk is presented as a single point of contact for *persons* like support employees and customers. It handles *information* like different requests, reclamations, events, problems, etc. and it provides different *communication* channels like email, web or telephone. The functional requirements were classified in these three categories, depending if they are related to persons, communication or information. The non-functional requirements concern the whole service desk as a single point of contact.

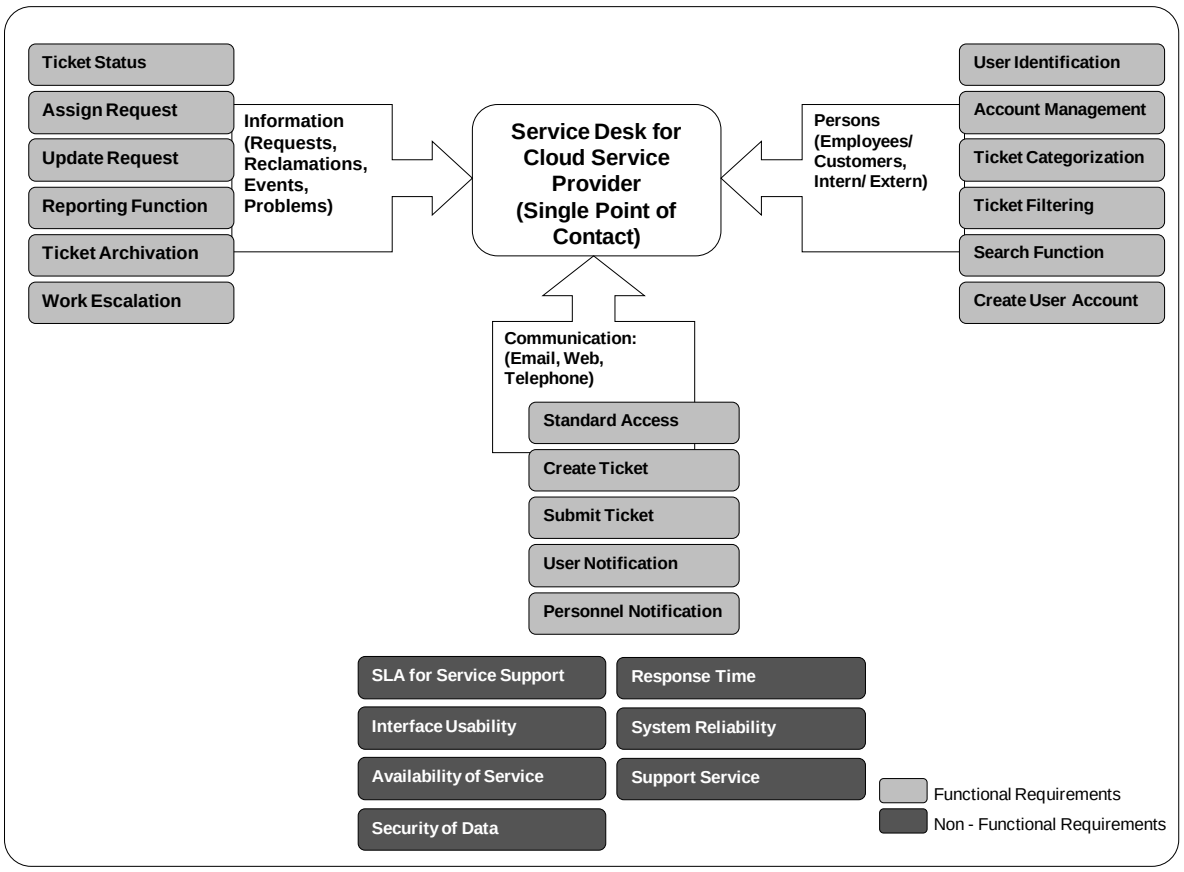


Figure 2: Requirements for a Service Desk for Cloud Service Providers (Source: own illustration, requirements arranged according to [28])

As mentioned previously, each requirement contributes to at least one of the identified success factors. This prerequisite has been chosen to ensure that only requirements are selected that are of high relevance for cloud service providers. Table 2 provides a description for each requirement and it shows the assignment of requirements to success factors.

		Requirements	Flexibility	Reliability	Scalability	Accessibility	Automation	Security	Confidentiality	Integrity	Data Availability	Service Availability	Portability	Usability	Ubiquity	Performance	Freshness	Service/Support	Pricing	Stimulate Innovation	Interoperability	Collaboration
Functional	1	**User Identification**: The signed user should verify himself by username and password.					x	x						x								
	2	**Account Management**: User must be able to his change data, password etc.												x			x					
	3	**Ticket Categorization**: Tickets must be categorized according to priority, problem area, customer etc.												x								
	4	**Ticket Filtering**: The support employee must be able to filter the tickets based on different criteria.												x								
	5	**Search Function**: The support employee must be able to conduct full text search in ticket archive.												x								
	6	**Create User Account**: The customer must be able to create new user accounts for their employees.	x		x		x											x				
	7	**Standard Access**: The Service Desk should be accessible through standard web browsers and email.				x							x	x	x							
	8	**Create Ticket**: User and support employee must be able to create a new ticket for a given problem.					x							x				x				
	9	**Submit Ticket**: The user and support employee must be able to submit the created tickets.				x	x							x				x				
	10	**User Notification**: The user must be notified by changes in the status of his ticket.		x			x											x				
	11	**Personel Notification**: The support employees must be notified for new tickets in their area.		x			x															
	12	**Ticket Status**: The signed user must be able to check the current status.		x			x															
	13	**Assign Request**: A new ticket must be automatically assigned to the support employee that is responsible for that kind of problem.					x							x								
	14	**Update Request**: A support employee must be able to update the ticket status at any time.												x				x				
	15	**Reporting Function**: Service Desk administrator should be able to do different kind of reporting.												x								
	16	**Ticket Archivation**: Solved tickets should be archived automatically.												x								
	17	**Work Escalation**: Each ticket is automatically escalated after a certain time.		x			x															
Non-functional	1	**SLA for Service Support**: A SLA for the Service Desk support must be assigned by the customer.		x																		
	2	**Interface Usability**: The user interface of the Service Desk must be user friendly.				x								x								
	3	**Availability of Service**: The Service Desk must be reachable per web or email 24/7.		x								x										
	4	**Security of Data**: Security of customer data must be provided.		x				x	x	x	x											
	5	**Response Time**: An opened ticket must be solved in predefined number of workdays.		x												x						
	6	**System Reliability**: The system must be free of bugs and problems.		x																		
	7	**Support Service**: The Service Desk must be reachable through a telephone hotline.																x				

Table 2: Requirements for a service desk for a cloud service provider (Source: own illustration)

5 Discussion

As a result of our work we derived 17 functional and seven non-functional requirements for a service desk for a cloud service provider that contribute to the previously defined success factors.

Looking at the result, there are a considerable number of requirements that contribute to the success factors *Usability*. Further, the success factors *Reliability* and *Automation* also have a higher number of contributing requirements compared to the remaining success factors. From this observation we can conclude that these success factors are of high relevance for the service desk.

Security of data on the other side is the requirement that contributes to the most success factors. Considering the analysed literature, the success factor *Security* together with its components like *Availability*, *Confidentiality* and *Integrity*, was the success factor with the highest number of citations.

This might lead to the conclusion that security in general is an important issue in cloud computing, and should be considered in the service desk as well with specific requirements.

Pricing, Stimulates Innovation, Interoperability and Collaboration were on the other side four success factors that were not met by any of the requirements. In future work, these success factors might be analysed in detail in the context of a service desk to discover additional requirements that are relevant in a cloud environment.

In the list of requirements elaborated from previous publications there were requirements that were not considered relevant for the service desk for a cloud service provider or that were merged together to a more complex requirement. For example functional requirements like*: „Personnel information: The user shall be able to look at the support personnel details."* or non-functional requirements like: *„Transferring bandwidth: A defined capacity of communication channels should be available."* are not considered to be relevant for the service desk of our purpose.

On the other side requirements like: *Change password, Forgotten password, Configuration settings* are all merged to the new requirement *Account Management*. We also added some new requirements that were not mentioned in the previous works and that we consider important for the service desk for a cloud service provider. These are *Create User Account*, which is important to assure *Scalability* that is one of the most analysed success factors from the analysed publications; *Standard Access*, which is crucial and fulfils many key success factors like *Accessibility* and *Usability*; and *Support Service* that is also considered an important success factor and for this reason was added also to the list of non-functional requirements.

With regard to the fact that a service desk is the single point of contact to the customer, apart from the functional requirements, which are necessary to assure the functionality and fulfil the scope for which a service desk is implemented, the non-functional requirements are important as well. They e.g. help in creating a better customer relationship using a service desk. On the other side it is often difficult to discover which non-functional requirements are necessary and important. For these reasons non-functional requirements might be further analysed in detail in order to discover additional non-functional requirements that are relevant in the analysed content.

Another point to be analysed in further research is to classify which of the defined requirements are applicable for service desk in general, for example *Account Management*. Thereby special requirements for a service desk for cloud service provider could be derived.

6 Conclusion

This article aimed to propose a set of functional and non-functional requirements that should be considered for implementing a service desk for cloud service providers. Through a structured literature review a list of 20 success factors for cloud service providers was elaborated. Based on existing requirements from the literature and the success factors, a set of 17 functional and 7 non-functional requirements was derived and described. These findings can be taken into consideration for future research in regard with the service desk for a cloud service provider. Further they offer a basis of requirements that could be considered while implementing a service desk for a cloud service provider. However each organization has special needs and the requirements should be adapted and completed regarding to the special needs of the organization.

The defined requirements were derived based on a literature review. Their validity and completeness was not verified in practice. A next step of this work will be to conduct a case study with a cloud service provider in order to validate and extend these requirements.

7 References

[1] Abts, D.; Flederman, B. (2012): A Guided Tour of Data-Center Networking. Communcations of the ACM 55 (6): 44-51.

[2] Alhamad, M.; Dillon, T.; Chang, E. (2010): Conceptual SLA Framework for Cloud Computing. In: IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies. Dubai.

[3] Armbrust, M.; Fox, A.; Griffith, R.; Joseph, A.D.; Katz, R.; Konwinski, A.; Lee, G.; Patterson, D.; Rabkin, A.; Stoica, I.; Zaharia, M. (2010): A View of Cloud Computing. Communcations of the ACM 53 (4): 50-58.

[4] Beimborn, D.; Miletzki, T. (2011): Platform as a Service (PaaS). WIRTSCHAFTSINFORMATIK 2011 (6): 371-375.

[5] Bhardwaj, S.; Jain, L.; Jain, S. (2010): An Approach for Investigating Perspective of Cloud Software-as-a-Service (SaaS). International Journal of Computer Applications 10 (2): 40-43.

[6] Brender, N.; Markov, I. (2013): Risk perception and risk management in cloud computing: Results from a case study of Swiss companies. International Journal of Information Management 33 (5): 726-733.

[7] Buyyaa, R.; Yeoa, C.S.; Venugopala, S.; Broberga, J.; Brandicc, I. (2009): Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. Future Generation Computer Systems 25 (6): 599–616.

[8] Campbell-Kelly, M. (2009): The Rise, Fall, and Resurrection of Software as a Service. Communcations of the ACM 52 (6): 28-30.

[9] Cao, C.; Zhan, Z. (2011): Incident management process for the cloud computing environments *IEEE International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems* (pp. 225-229). Beijing.

[10] Changa, V.; Walters, R.J.; Wills, G. (2013): The development that leads to the Cloud Computing Business Framework. International Journal of Information Management 33 (3): 524-538.

[11] CK7 (2013): Top-Service am Helpdesk: Unterschiedliche Ansätze im Überblick (White Paper Helpdesk). Köln: CK7.

[12] Creeger, M. (2009): CTO Roundtable: Cloud Computing. Communcations of the ACM 52 (8): 50-56.

[13] Dillon, T.; Chang, C.W.a.E. (2010): Cloud Computing: Issues and Challenges. In: IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications. Perth, WA.

[14] Durkee, D. (2010): Why Cloud Computing Will Never Be Free. Communcations of the ACM 53 (5): 62-69.

[15] ForeSee (2013): List of Functional Requirements. http://www.angelfire.com/magic/foresee/functionalrequirements.htm. Accessed on 28.08.2013.

[16] Garrison, G.; Kum, S.; Wakefield, R.L. (2012): Success Factors for Deploying Cloud Computing. Communcations of the ACM 55 (9): 62-68.

[17] Gong, C.; Liu, J.; Zhang, Q.; Chen, H.; Gong, Z. (2010): The Characteristics of Cloud Computing. In: International Conference on Parallel Processing Workshops. San Diego, CA.

[18] Gupta, P.; Seetharaman, A.; Raj, J.R. (2013): The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses. International Journal of Information Management 33 (5): 861-874.

[19] Hamm, M.; Yampolskiy, M. (2008): IT Service Management verketteter Dienste in Multi-Domain Umgebungen. PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation 31 (2): 82-89.

[20] Heininger, R. (2012): IT Service Management in a Cloud Environment: A Literature Review. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=2119030.

[21] Heininger, R.; Wittges, H.; Krcmar, H. (2012): Literaturrecherche zu IT-Servicemanagement im Cloud Computing. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik 2012 (288): 15-23.

[22] Helland, P. (2012): Condos and Clouds. Communcations of the ACM 56 (1): 50-59.

[23] IDC Central Europe (2013): IDC-Studie: Deutsche Unternehmen verlassen sich auf IT Service Management für die Cloud. IDC Central Europe, 2013.

[24] Jansen, M. (2012): Will Cloud Computing Change Standards in IT-Service Management? International Journal of Computers and Communications 6 (1): 813-823.

[25] Jäntti, M. (2009): Defining Requirements for an Incident Management System: A Case Study. In: Fourth International Conference on Systems. Gosier, Guadeloupe.

[26] Juels, A.; Oprea, A. (2013): New Approaches to Security and Availability for Cloud Data. Communcations of the ACM 56 (2): 64-73.

[27] Katzan, H. (2010): On An Ontological View Of Cloud Computing. Journal of Service Science 3 (1): 1-6.

[28] Kopperger, D.; Kunsmann, J.; Weisbecker, A. (2011): IT-Servicemanagement. In: Tiemeyer, E. (Ed), Handbuch IT-Management - Konzepte, Methoden, Lösungen und Arbeitshilfen für die Praxis. 4. ed., Carl Hanser Verlag, München.

[29] Krcmar, H. (2010): Informationsmanagement. 5. ed., Springer, Berlin, Heidelberg.

[30] Lehman, T.J.; Vajpayee, S. (2011): We've Looked at Clouds from Both Sides Now. *SRII Global Conference* (pp. 342-348). San Jose, CA.

[31] Marston, S.; Li, Z.; Bandyopadhyay, S.; Zhang, J.; Ghalsasi, A. (2011): Cloud computing — The business perspective. Decision Support Systems 51 (1): 176-189.

[32] Mell, P.; Grance, T. (2011): The NIST Definition of Cloud Computing. Gaithersburg: U.S. Department of Commerce.

[33] Office for Official Publications of the European Communities (1991): Information Technology Security Evaluation Criteria (ITSEC): Provisional Harmonised Criteria. Brussels, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities,.

[34] OGC (2011): ITIL Service Operation. London: TSO (The Stationery Office).

[35] Owens, D. (2010): Securing Elasticity in the Cloud. Communcations of the ACM 53 (6): 46-51.

[36] Pauley, W.A. (2010): Cloud Provider Transparency - An empirical evaluation. IEEE Security & Privacy 8 (6): 32-39.

[37] Pröhl, T.; Erek, K.; Limbach, F.; Zarnekow, R. (2013): Topics and Applied Theories in IT Service Management. In: 46th Hawaii International Conference on System Science (HICSS 2013). Maui, Hawaii.

[38] Repschlaeger, J.; Erek, K.; Zarnekow, R. (2013): Cloud computing adoption: an empirical study of customer preferences among start-up companies. Electronic Markets 23 (2): 115-148.

[39] Ryan, M.D. (2011): Cloud Computing Privacy Concerns on Our Doorstep. Communcations of the ACM 54 (1): 36-38.

[40] Samanthula, B.K.; Elmehdwi, Y.; Howser, G.; Madria, S. (2013): A secure data sharing and query processing framework via federation of cloud computing. http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2013.08.004. Accessed on 18.09.2013.

[41] Sreekumar, R.; Prabhakara, P. (2011): ITIL for Enterprise Cloud Deployment. Infosys Labs Briefings 9 (5): 39-40.

[42] Subashini, S.; Kavitha, V. (2011): A survey on security issues in service delivery models of cloud computing. Journal of Network and Computer Applications 34 (1): 1-11.

[43] Sultan, N. (2013): Cloud computing: A democratizing force? International Journal of Information Management 33 (5): 810-815.

[44] Sultan, N.A. (2011): Reaching for the "cloud": How SMEs can manage. International Journal of Information Management 31 (3): 272-278.

[45] Sun, Y.; Xiao, Z.; Bao, D.; Zhao, l. (2010): An Architecture Model of Management and Monitoring on Cloud Services Resources. In: International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE). Chengdu, China.

[46] Takabi, H.; Joshi, J.B.D.; Ahn, G.-J. (2010): Secure Cloud: Towards a Comprehensive Security Framework for Cloud Computing Environments. In: Annual IEEE Computer Software and Applications Conference Workshops. Seoul.

[47] Trigueros-Preciado, S.; Pérez-González, D.; Solana-González, P. (2013): Cloud computing in industrial SMEs: identification of the barriers to its adoption and effects of its application. Electronic Markets 23 (2): 105–114.

[48] Wallraf, B.; Weber, M. (2013): Cloud-Monitor 2013. BITCOM, 2013.

[49] Webster, J.; Watson, R.T. (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. MIS Quarterly 26 (2): xiii-xxiii.

[50] Weinhardt, C.; Anandasivam, A.; Blau, B.; Borissov, N.; Meinl, T.; Michalk, W.; Stößer, J. (2009): Cloud-Computing – Eine Abgrenzung, Geschäftsmodelle und Forschungsgebiete. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 2009 (5): 453-462.

[51] WKWI (2008): WI-Orientierungslisten. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 2008 (2): 155-163.

[52] Wu, W.-W.; Lan, L.W.; Lee, Y.-T. (2011): Exploring decisive factors affecting an organization's SaaS adoption: A case study. International Journal of Information Management 31 (6): 556-563.

Interactive Process Discovery and Improvement in People-Driven Business Processes

Julian Krumeich, Dirk Werth and Peter Loos

German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI GmbH), Institute for Information Systems, 66123 Saarbrücken, Germany, E-mail: {julian.krumeich, dirk.werth, peter.loos}@iwi.dfki.de

Abstract

This paper proposes a conceptual approach for interactive process discovery and improvement in people-driven business process. Developed as a supplementary element to traditional process mining, it addresses two recently identified challenges of process mining highlighted in the Process Mining Manifesto by the IEEE Task Force on Process Mining. The developed approach guides users through the execution of business processes via recommendations based on underlying process models, which can result from traditional process mining techniques. Specifically, the approach provides recommendations learned from previous processes executed by a particular user and couples them with decisions taken from all users involved in that business process. The individual process executions eventually feed back into the overall process model enabling process model evolutions and hence living process models.

1 Introduction

1.1 Motivation

The research discipline of process mining has been progressively researched in the information systems domain for more than a decade now. While preliminary ideas can be traced back e.g. to works published in 1998 by Agrawal et al. [1] and Cook et al. [5], van der Aalst [15] actually developed the concept describing it as "the method of distilling a structured process description from a set of real executions." During the last years of research, the concept is broadened covering many subdomains. Nevertheless, it essentially extracts "knowledge from event logs […] [stemming from] (information) systems" with the eventual goals of discovering, conformance checking and enhancing of business process models [18].

Even though process mining has become a focal point in information systems research during the last years, the Process Mining Manifesto [18] recently published by the IEEE Task Force on Process Mining pointed out several significant challenges that need to be tackled in future research. Owing to the usage of event logs, process mining is traditionally focused on historical data. So far, little effort has been undertaken to use its principles in operational support.

1.2 Research contribution

In accordance with challenge C8 of the Process Mining Manifesto—Providing Operational Support—, the paper at hand develops a conceptual approach that supports people working on processes by providing them with individual recommendations on how to proceed in a current process instance. This is particular important in people-driven processes. In contrast to structured workflow processes, people-driven processes are characterized by a high degree of flexibility in their execution sequence [4].

By monitoring users' process decisions after they have received guidance through recommendations, individual process models can be mined. Hence, as a result of personal flexibility, not only a single process model of a business process will be the result of the overall process discovery approach, but in addition several personalized process model variants reflecting individual behavior. In this regard, the collective knowledge of people working on processes and individually deciding on how to carry out a process will be considered as a fundamental value; thus, it is integrated in the process mining lifecycle besides historical and non-specific event logs.

These individual process executions eventually feed back into the overall process model enabling process model evolutions and hence living process models. By this means, challenge C10 of the Process Mining Manifesto will be addressed which aims at creating "living process models, i.e., process models that are used on a daily basis rather than static models that end up in some archive" [18].

1.3 Applied research methodology and structure of the paper

The paper follows a design-oriented research methodology [9]. Generally, in design science research, innovative IT artifacts are being developed as a result of existing business-driven research problems that actually motivate the research [9]. Following this research approach, the paper at hand develops a conceptual approach—representing a methodological artifact—for an interactive discovery and improvement of process models in people-driven business processes addressing two existing problems

in process mining (cf. section 3). The concept is developed as a supplementary element in process mining instead of an alternative, competing concept. Having developed the conceptual artifact, a proof-of-concept based on a prototypical implementation will be illustrated demonstrating the approach's feasibility in principle (cf. section 4). Finally, section 5 summarizes and gives an outlook on future work.

2 Related Work

The approach presented in this paper aims at an interactive process discovery and improvement in people-driven business process by providing process guidance through recommendations. Related work can be found for each of these separate topics, but not for their combination.

2.1 Online process mining

Online process mining is considered as the next chapter of process mining and is conceptually related to the approach presented in this paper. Conventionally, only finished instances, i.e. post-mortem data, form the basis of the mining. In that way, the prediction and recommendation capabilities of process mining are neglected. By using data of currently running instances, i.e. pre-mortem data, the course and success of these instances can still be influenced [16]. ProM is one extensible process mining framework that supports online process mining. Implementations of the Heuristics Miner within ProM are able to process streaming event data from multiple sources [3]. Thereby also evolving streams with drifts in the underlying models can be handled. While this mechanism is focused on discovering process models, other functionalities for operational support are also included. The Business Process Insight system by IBM supports both analyses on historical and real-time data [14]. Based on the learned models, the system offers predictions and anomaly detection of running instances. Besides offering such operational support it especially targets process discovery from diverse sources.

2.2 Operational support and process recommendations in flexible processes

To enact operational support, recommendation techniques are increasingly applied. Rozinat et al. [13] propose an approach for workflow simulation that can be used for operational decision support. To simulate workflows, historical process data, structural information about the workflow design as well as current state information of a workflow instance are used. However, their approach does not consider personal habits throughout workflows for their simulation. More along with the idea presented in this paper is the work of Li et al. [11]. They try to mine and collect business process variants, i.e. slightly different versions of a certain process model. Besides variants, the authors try to discover a generic reference model out of which these variants can be configured with minimum efforts. Still, the paper focusses its application on process variants of product change management processes; hence, not concentrating the adaptation to different user behavior. One approach that tackles a semi-structured environment, in this case collaborative processes in virtual organizations, is presented by Paszkiewicz and Cellary [12]. Their approach analyzes only successful past and present process executions and derive recommendations for running instances. The recommendations thereby depend on the context of the respective instance and are therefore flexible. Still, despite highlighting the importance of recommendations in a semi-structured environment, the approach chiefly addresses structured patterns within the mined models.

Following the idea of putting people-driven processes with individual processing preferences into focus, it is necessary to consider the inherent weak structure of such processes. While process mining

is generally assumed to work mostly for structured processes [12], several papers underline that the idea is also suitable for less structured processes. Van der Aalst proposes a process mining life-cycle model tailored towards Lasagna and Spaghetti Processes, the latter one representing highly unstructured processes [17]. While process discovery and improvement is encouraged for such unstructured processes, operational support is neglected. The MANA approach according to Esposito et al. [7] also focuses the model discovery for unstructured processes. Hereby the main objective is an automatic identification of those process instances that belong to the same process model, which forms the basis of a successful process mining.

2.3 Process variants and change propagation

With regard to the mining of individual process model variants for different participants and eventually merging them to overall process models leads to the question: how to deal with change propagation between those classes of models? Promising work in this context can be found in Weidlich et al. [21] who develop a technique to propagate changes between semantically overlapping process models. Weber et al. [20] analyze different change patterns that not only affect process instances, but also its common design. Propagating changes, both from the process model design to its variants and vice versa, forming the basis for the process discovery and improvement approach as it is presented in the paper at hand. The novel paradigm of living models also emphasizes change and change propagation within process models [2]. This attempt is currently rather positioned in the field of software engineering than in business process management—however a transfer seems promising. A tight coupling between models and running respectively living systems and supporting the stakeholders' daily tasks—similar to online process mining—is a key objective of living models.

3 Interactive Process Discovery and Improvement

3.1 The concept at a glance

As already pointed out, process mining traditionally analyzes historic event logs from process-driven information systems in order to discover, improve and enhance the underlying process models based on which the information systems perform their work (cf. Figure 1, left side).

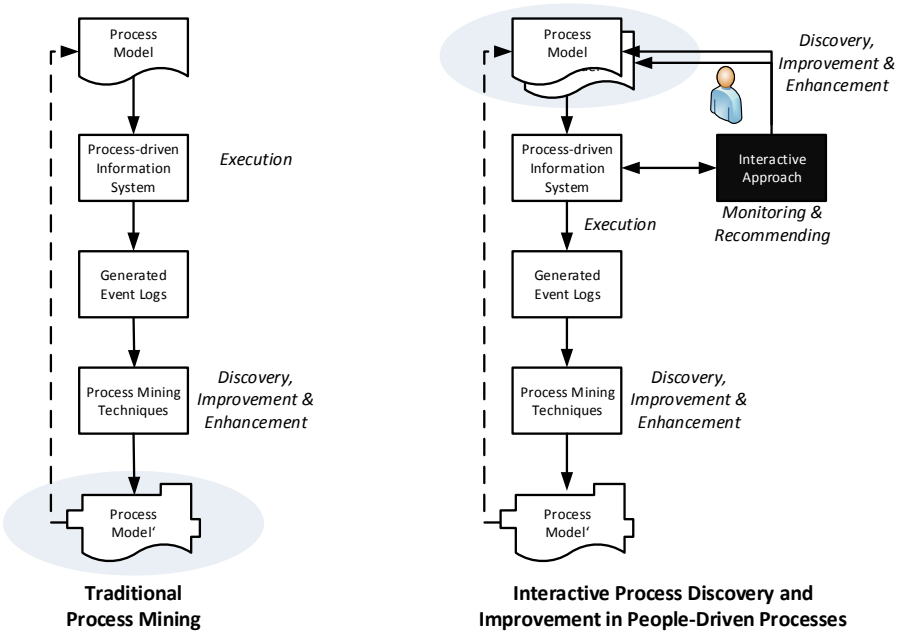


Figure 1: Traditional and interactive process mining

As this is typically done in an offline fashion, the approach developed in this paper introduces process mining features into the actual execution of people-driven business processes. In this regard, the concept hooks onto the process execution engine of information systems and allows for an interactive process discovery and improvement by analyzing explicit and implicit user behavior (cf. Figure 1, right side). Eventually, mined process knowledge feed back into the underlying process models during runtime.

To realize the concept's first objective—Providing Operational Support—it must be intervened with the process-driven information system in order to actually support the process execution. By continuously monitoring users in their work with the information system (cf. Figure 2, a), their behavior can be assigned to a specific process step within a process model. Derived from the underlying process models—which can for instance stem from traditional process mining lifecycles (cf. Figure 1, left side)—the concept offers process recommendations (cf. Figure 2, b). By receiving these recommendations, users are flexibly guided through the current process instance, step by step to successfully accomplish the process execution (cf. Figure 2, c).

However, providing process recommendations solely based on a general process model addresses only limited the characteristics of people-driven processes, since they are regarded as semi-structured processes with a certain degree of freedom. Hence, their execution can vary dramatically between instances [14]. Following the idea of flexible process executions and as the word "recommendation" basically expresses, users will not be restricted to the recommended process step resp. process sequence. If a user decides to deviate from a standard process model and this deviation is compliant with defined business rules, a user-specific process model variant will be built up (cf. Figure 2, d).

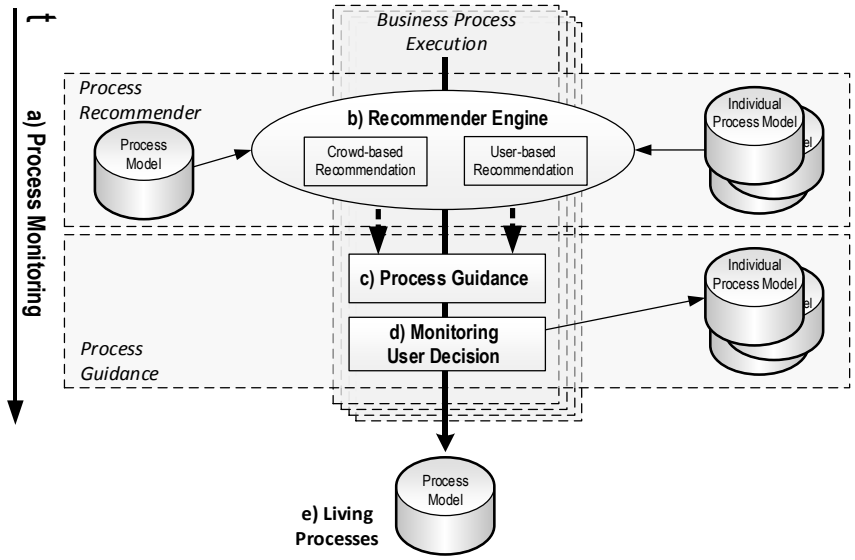


Figure 2: Overall concept for interactive process discovery and improvement

To provide users with the most convenient process support, individual process model variants will be specifically used to calculate process recommendations for the respective user in future process instances. The recommender engine additionally considers individual variants from other users working with this specific process. Based on ratings, e.g. how experienced a user is with regard to the underlying process and whether there are equal process conditions, the recommendations are calculated on the basis of several individual underlying process models as well as the general one. Hence, the recommendations are not solely based on the standard underlying process model, but it is distinguished between user-based and crowd-based recommendations (cf. Figure 2, b).

In the course of this, user-based recommendations are preferably applied when a user has already acquainted knowledge on the process embracing a personal process behavior and not at the very beginning when working on a process for the first time. Pure personalized recommendations could also reinforce inefficient or even incorrect sequences such as inadvertently skipping important process steps. Crowd-based recommendations mitigate this shortcoming by enriching the set of relevant possible process paths through the aggregation of process experiences from multiple users. While this procedure basically contributes towards challenge 8, there is a particular need to foster the actual evolution of the underlying general process model to satisfy the interactive improvement of business processes. To realize this, each user can contribute to the process evolution, since after a given amount of deviations from the standard underlying process model of different users, the underlying general model will be adapted to the apparently new business situation. The combination of process knowledge of multiple users forms collaborative process knowledge feeding back into the overall process model. This realizes living process models (cf. Figure 2, e) and is referred to as interactive process discovery and improvement.

3.2 Running example scenario

To illustrate different aspects of the outlined approach, a running example scenario will be introduced (cf. Figure 3) describing an order process starting with the handling of incoming requests and ending with the eventual shipment of ordered products. The model hereby represents all possible steps, while in certain cases, not all steps might be mandatory.

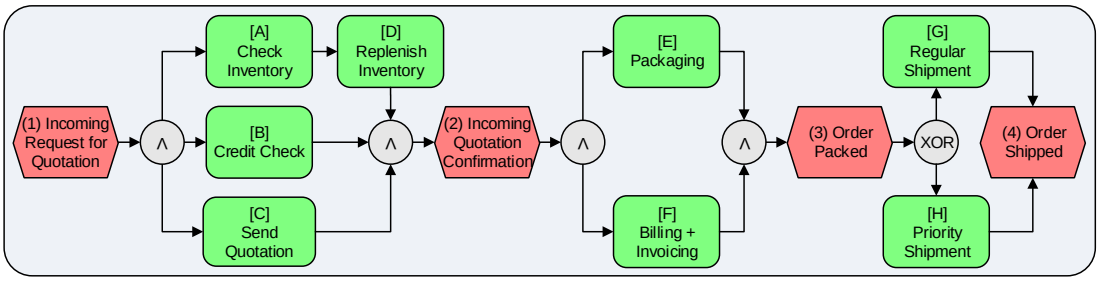


Figure 3: Process model of example scenario

In the scenario, an incoming request for a quotation triggers the process. Subsequently, a quotation is returned to the customer. Further, credit and inventory checks confirm the credit-worthiness of the customer and the availability of the requested products. In case some of them are not on stock, the replenishment is triggered. As soon as the quotation is confirmed, the packaging as well as the corresponding invoice is prepared. The process ends with the shipment of the ordered items.

The scenario describes a primarily people-driven workflow. A worker who is responsible for an individual process instance reacts to some external events that are not under his/her control. Besides the trigger of the process, the packaging of the product are carried out by specific departments. The worker needs to wait for the respective events before the process can continue. At first sight, the process does not seem very ad-hoc. The individual workers, however, are free to choose in between the desired selection and sequence of process steps. The main purpose of the process description is obtaining a first, generic process that provides a rough guide for most cases. As business requirements change due to internal forces (e.g., new products, different customer focus) or external forces (e.g., important customers demand special treatment) the individual workers adapt the order of steps as they see fit. A worker, for example, can decide to ship the goods before completing billing and invoicing. Our approach monitors such decisions and continuously adapts to recommend the most suitable next steps.

3.3 Operational process support through process recommendations

We assume an underlying process model (PM) consisting of a set of process steps. Each process step S specifies one or more actions, all of which the user needs to perform to complete the step. Multiple similar process steps exist when different combinations of the same actions a can be sensibly combined—e.g., instead of having one example process step S1 contains actions a1, and a2 or a3, we would define S1 requiring a1 and a2 and a second process step S2 requiring a1 and a3. The PM initially defines only a sensible, general purpose order of process steps which the user is free to follow or deviate from as circumstances require. The true, underlying PM emerges only through observation of and learning from the user's decisions on the process step sequences.

Our approach combines two types of recommendations to guide a user through flexible, people-driven processes: pre-process step recommendations and post-process step recommendations. These two complementary mechanisms work as follows [4]:

- **Pre-process step recommendations.** Upon the occurrence of an external event, the approach autonomously matches the event onto a specific process step without further assistance and presents it to the user. In case of mismatching, the user has the possibility to manually correct the decision. For example, in the scenario the system recommends, *Packaging* rather than *Billing* +

Invoicing upon *Incoming Quotation Confirm*. The ultimate recommendation depends on learned user preferences.

- **Post-process step recommendations.** Our mechanism includes recommendations beyond the immediate process step. Post process step recommendations assume that the user carries out the succeeding underlying process step and therefore gives suitable follow-up actions. This allows the user to perceive the pre-process step recommendation in the context of subsequent necessary/optional process steps, weighted with probabilities.

In the scenario, a pre-process step recommendation of *Packaging* comes with a strong post-process step recommendation including *Billing + Invoicing*, weakly recommending *Regular Shipment* or *Priority Shipment*. While pre-process step recommendations occur always in the case of an external event, post-process step recommendations are always based on an actual process step. Both recommendation categories apply learning mechanisms to adapt and improve results over time through observation of user actions, which is the basis for interactive process discovery and improvement. While pre-process step recommendations learn only from explicit user correction, post-process step recommendations learn from the implicit user decisions which process step to carry out next.

3.4 Interactive process discovery and improvement

To calculate process step recommendations, the recommender mechanism applies two related sets of data: the PM and the sequence graph (SG).

The sequence graph SG(S, E) comprises nodes representing individual process steps S. A directed edge e ∈ E in SG between two nodes A and B describes a temporal sequence that process step B follows immediately after A. Whenever process step B follows process step A, the value of their connecting edge will be increased. Over time, SG accumulates all individual process step sequences for a particular process type. It thus yields the likelihood, i.e. preference, of following a particular process path.

The PM describes the dependency between process steps. Joins, splits and sequential steps are extracted from the sequence graph. We apply the process mining technique as described in [8]. The generic scenario process gives rise to distinctive process adaptations as required by different users' needs. We consider the behavior of three example users as described below.

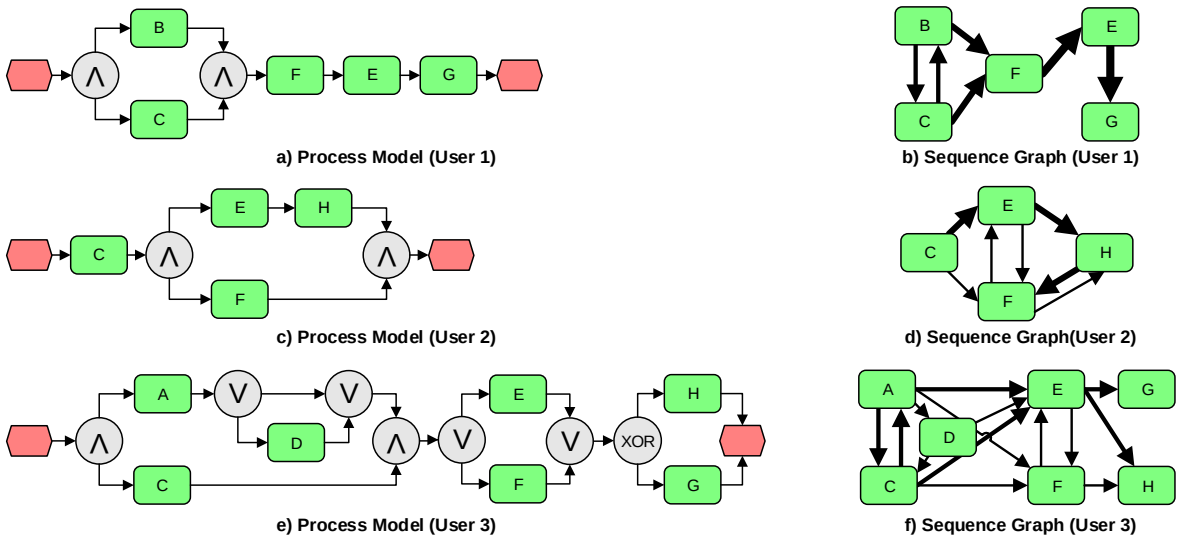


Figure 4: Process model and sequence graph for users 1 – 3

User 1 is responsible for regular customers that order standard products which get automatically restocked once a certain threshold is undercut. Standard customers receive their goods via regular shipping. Consequently, User 1's personal process model deviates from the standard order process. Figure 4 displays the PM (Figure 4, a) and the SG (Figure 4, b) for User 1. The individual preferences within the SG are visualized by the arc thickness. The graphs do not display process steps A, D, and H as they are never invoked. Note that User 1 embraced the habit of always preparing the billing before triggering the shipment, having steps F and G in sequence (Figure 4, a). From the sequence graph (Figure 4, b) we learn that User 1 has hardly any preference on whether to execute B or C first.

User 2 serves to premium customers that have high order volumes, pay regularly and thus need not go through credit check. Premium customers receive priority shipment (H) to deliver their ordered goods as fast as possible. Similar to User 1, User 2 does not check the availability of stock before confirming an order. Consequently, steps A, B, D, and H are missing (Figure 4, c and d). This user also exhibits a strong tendency to first trigger packaging (E) and shipment (H) before preparing the invoice (F).

User 3 handles special cases. Being a new employee, he tends to forget certain process steps. Specifically, he never conducts credit checks (B), and occasionally misses the preparation of billing information (F). Consequently, the process extracted from the sequence graph joins steps E and F via an OR instead of an AND (Figure 4, e and f).

While personalized recommendations yield highly relevant process step rankings, they cannot exploit alternative activities when exceptions occur such as delayed shipping, or partial order content is out of stock. Moreover, pure personalized recommendations may reinforce inefficient or even incorrect sequences such as inadvertently skipping an important process step (cf. e.g. user 3). Crowd-based recommendations mitigate this shortcoming. They enrich the set of possible process paths through the aggregation of the process experiences from multiple users. Personalized processes capture the habits of individual users. However, they are limited to process step sequences that a particular user has executed so far. Alternative sequences that potentially reduce overall processing time remain unavailable. Also, a personalized process cannot be applied for giving advice in exceptional situations that have not been faced by the user yet. Figure 5 displays a crowd-based process model for users 1 – 3.

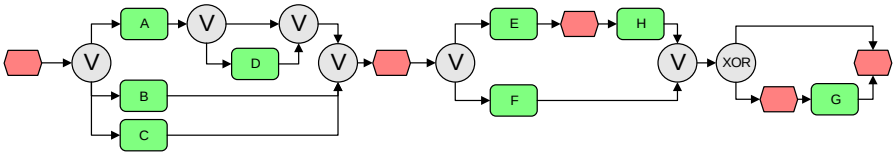


Figure 5: Crowd-based process model for user 1 – 3

To generate one overall SG, all process step sequences from every user executing the order process are combined. By utilizing the process mining technique proposed above on the sequence graph, the corresponding crowd-based process model is generated. This model can feed back into the traditional process mining life cycle (cf. Figure 1) to continuously evolve the underlying process models. Having individual models and one overall crowd-based one on the other hand, it is particular important to combine user-based and crowd-based recommendations to yield the best result for operational support. Algorithms on how to merge both types of recommendations are outlined in previous papers [4] [6]. They also introduce techniques on how recommendations can be self-adjusting to the particular user. This means incorporating ratings into the recommendation calculation, e.g. how experienced a user is with regard to the underlying process and whether there are equal process conditions.

4 Proof-of-Concept

To prove our approach's technical feasibility, we built a prototypical implementation of it. This system put particular emphasis on email-based processes, since email communication has generally become an integral part of daily business activities and moreover represent typical people-driven processes.

4.1 Technical foundation

Common email systems cannot be considered as process-driven. The developed proof-of-concept incorporates process support based on underlying process models, which can be traditionally mined by specific email-based process miner [19] and be interactively discovered and improved by the developed conceptual approach. In doing so, the developed EXPORT system hooks onto the existing email infrastructure, such as Microsoft Exchange, and assigns incoming email messages based on their semantic content to new or already running business process instances [10]. This realizes operational support in email-based processes helping users in conducting the following steps within the assigned process model. The technical realization is based on a three-layered approach:

- On the level of the **system layer**, each received email will be intercepted by the prototype and subsequently be analyzed, archived, decoded and decomposed—this includes in particular cases the analysis of PDF attachments. In addition, the system layer provides system connectors usable to interface external as well as legacy systems which are required to be accessible throughout a task.
- The **semantic layer** signifies meaningful communication of an enterprise. Outgoing from pattern based information extraction—using e.g. regular expressions—business process and specific process steps within them can be identified through the analysis of emails and relevant information in this regard will be extracted.
- The **process layer** is the most important layer with respect to the focus of this paper. It basically realizes the interactive process discovery and improvement. The layer is subdivided into a process configuration component and an operational process support component, which are described below.

As for easing the understanding of the theoretical concepts in the previous section, the illustration of the prototype is based on the running order process scenario, more specifically on export order processes.

4.2 Process configuration component

To allow the assignment of emails to business processes, processes have to be depicted in the system first. Therefore, users can easily (re-)model their business processes in a process configuration environment by hand or can use traditional process mining techniques based on existing email messages in their inboxes. Regardless of the applied process acquisition method, the business processes will be stored in an Enterprise Process Repository.

4.3 Operational process support component

Having defined or mined business processes, the system can be employed. Therefore, it intercepts the incoming and outgoing email traffic and passes it through the three layers described above. Figure 6 shows the user interface of the system. In the following, this figure serves as a feature illustration of the operational process support component, which is presented and explained subsequently.

In a first step along the execution of the process layer, the system uses the Enterprise Process Repository to determine whether an incoming email relates to an already running business process or whether a new process instance has to be initiated. In more detail, emails are either assigned to existing processes—where they can constitute a next process step—or they are considered as starting events triggering new processes. The information whether an incoming email is part of an already instantiated process or a completely new one, is displayed to the user including the underlying process ID (cf. Figure 6, A).

In a second step along the execution of the process layer, the system monitors all incidents occurring within a running process and stores every performed step in the context of the related process. Additionally, it updates the assigned process instance within the Enterprise Process Repository with all important data that can be useful or applicable for future process analysis. Each performed process step concerns two occurrences, actions and events. Actions signify human or application triggered activities, whereas events on the other hand have no active part. In the context of email communication, actions mainly correspond to the activity of sending an email and events to incoming emails. Since every performed step is related to its unique process instance, it can be tracked and on this basis recommendations for further steps can be obtained and provided to the user (cf. Figure 6, B).

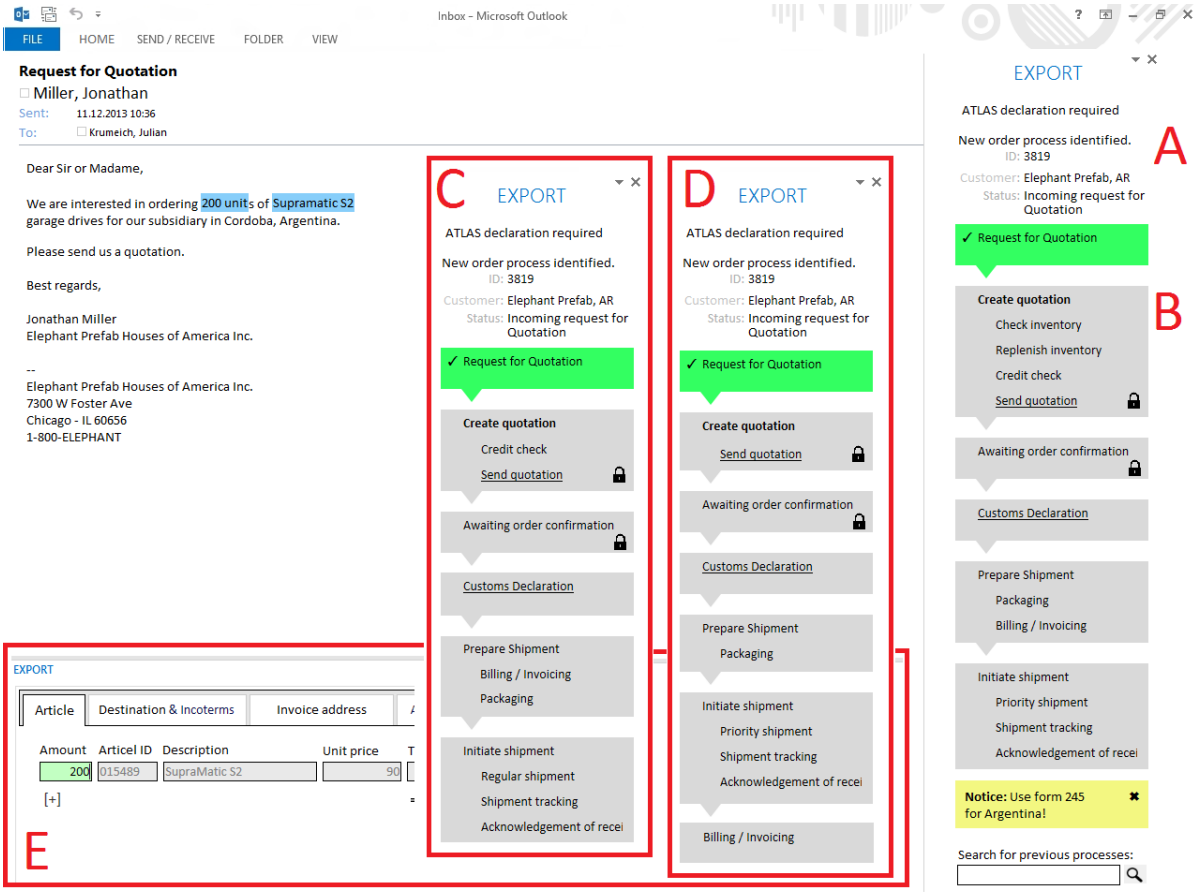


Figure 6: Screenshot of the EXPORT prototype system

As one of the inherent features of the presented approach in this paper, the system provides personalized recommendations. Figure 6, C and D exhibits alternative process recommendations to the ones visualized in B for User 1 and User 2 (cf. section 3.4). As already visualized in B, there are process steps or actions within them flagged by lock symbols. This means they are defined as

compulsory steps in the underlying process model and cannot be skipped or the process model adapted in a way that later steps are shifted above. This allows for ensuring certain compliance or business rules. Besides adapting the recommendations to user-specific habits, an important feature of the system relates to the interactive discovery of business processes. If the underlying business process sequence is "A -> B -> C" and after conducting process step A, an incoming email relates to process step C or a user initiates via sending an email process step C and this process adaptation is done a given amount of times by multiple users, the system will automatically adapt the underlying business process in the Enterprise Process Repository since this adaption in the process flow might result from a changed business circumstance.

In addition to pure process guidance, the approach assists the user in conducting specific actions or steps within the process considering its context. As EXPORT supports export orders, it has detected, that a customs declaration is required to ship the order to the customer's subsidiary in Argentina. Thus, by clicking on the process step recommendation *Customer Declaration*, the system extracts required information from the overall email communication to fill out a customs form mostly automatic (cf. Figure 6, E). There is also the possibility to send email drafts that are context-sensitively selected, enriched and recommended to the user (cf. *Send quotation*). Furthermore, if other software systems are used within the enterprise, e.g. ERP systems, components can be integrated that transfer information out of the email to these systems. In the particular case, external systems of logistics providers can be intervened to conveniently trigger the shipment process.

5 Summary and Future Work

This paper presented a conceptual approach for interactive process discovery and improvement in people-driven business processes. The approach guides users through the execution of business processes via recommendations based on the underlying process model—which can e.g. be the result of traditional process mining techniques. The approach further provides recommendations learned from previous processes executed by a particular user and couples them with process decisions taken from all users involved in that specific business process. The individual process executions eventually feed back into the overall process model enabling process model evolutions and hence living process models. Having developed the conceptual artifact, a proof-of-concept was illustrated.

Besides combining individual habits and crowd behavior to derive recommendations, future work will concentrate on a stronger consideration of the given context situation and the anticipation of the further progress of the process through forecasts. To do so, prediction models will be developed that can be interfered with given context situations allowing to adapt recommendations based on derived forecasts and process goals. This ensures to anticipate and recommend the most accurate path through processes.

6 Acknowledgements

This work has been partially funded by the German Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) through the research project EXPORT (FKZ 01MS13001A). The views expressed in this paper are those of the authors and do not necessarily reflect those of the BMWi.

7 References

[1] Agrawal, R; Gunopulos, D; Leymann, F (1998): Mining Process Models from Workflow Logs. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Extending Database Technology*. London.

[2] Breu, R (2010): Ten Principles for Living Models — A Manifesto of Change–Driven Software Engineering. In: *Proceedings of the 2010 International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems*. Washington.

[3] Burattin, A; Sperduti, A; van der Aalst, WMP (2012): Heuristics Miners for Streaming Event Data. Computing Research Repository.

[4] Burkhart, T; Dorn, C; Werth, D; Loos, P (2011): A Flexible Approach towards Self-Adapting Process Recommendations. Computing and Informatics 30(1):89–111.

[5] Cook, JE; Wolf, AL (1998): Discovering Models of Software Processes from Event-Based Data. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM) 7(3):215–249.

[6] Dorn, C; Burkhart, T; Werth, D; Dustdar, S (2010): Self-adjusting Recommendations for People-Driven Ad-Hoc Processes. In: Hull, R; Mendling, J; Tai, S (Eds), *Business Process Management*. Springer, Berlin, Heidelberg.

[7] Esposito, PM; Vaz, MAA; Rodrigues, SA; de Souza, JM (2013): MANA: Identifying and Mining Unstructured Business Processes. In: La Rosa, M; Soffer, P (Eds), *Business Process Management Workshops*. Springer, Berlin, Heidelberg.

[8] Gaaloul, W; Baïna, K; Godart, C (2008): Log-based mining techniques applied to web service composition reengineering. Service Oriented Computing and Applications 2(2-3):93–110.

[9] Hevner, AR; March, ST; Park, J (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1):75–105.

[10] Krumeich, J; Werth, D; Loos, P (2013): Knowledge Management and Business Processes Learning on the Job — A Conceptual Approach and its Prototypical Implementation. In: Proceedings of the 5th International Conference on Information, Process, and Knowledge Management.

[11] Li, C; Reichert, M; Wombacher, A (2011): Mining Business Process Variants: Challenges, Scenarios, Algorithms. Data & Knowledge Engineering 70(5):409–434.

[12] Paszkiewicz, Z; Cellary, W (2011): Computer Supported Collaborative Processes in Virtual Organizations. In: *Proceedings of the 20th Annual World Business Congress*. IMDA Press.

[13] Rozinat, A; Wynn, MT; Ter Hofstede, AHM; Fidge, CJ (2009): Workflow Simulation for Operational Decision Support Using Design, Historic and State Information. In: Dumas, M; Reichert, M; Shan, M-C (Eds), Business Process Management. Springer, Berlin, Heidelberg.

[14] Rozsnyai, S; Lakshmanan, GT; Muthusamy, V; Khalaf, R; Duftler, MJ (2012): Business Process Insight: An Approach and Platform for the Discovery and Analysis of End-to-End Business Processes. In: *Proceedings of SRII Global Conference '12*. Washington.

[15] van der Aalst, WMP (2000): Process design by discovery: Harvesting workflow knowledge from ad-hoc executions (Abstract). In: Jarke, M; O'Leary, DE; Studer, R (Eds), *Knowledge Management: An Interdisciplinary Approach*, Report 281.

[16] van der Aalst, WMP (2011): Process Mining – Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer, Heidelberg, New York.

[17] van der Aalst, WMP (2011): Process Mining: Discovering and Improving Spaghetti and Lasagna Processes. In: *Proceedings of the IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining*. Paris.

[18] van der Aalst, WMP et al. (2012): Process Mining Manifesto. In: Daniel, F; Barkaoui, K; Dustdar, S (Eds), *Business Process Management Workshops*. Springer, Heidelberg.

[19] van der Aalst, WMP; Nikolov, A (2007): EMailAnalyzer: An E-Mail Mining Plug-in for the ProM Framework. BPM center report, No. BPM-07-06, Brisbane/Eindhoven: BPMCenter.org.

[20] Weber, B; Rinderle, S; Reichert, M (2007): Change Patterns and Change Support Features in Process-Aware Information Systems. In: Krogstie, J; Opdahl, A; Sindre, G (Eds), Advanced Information Systems Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg.

[21] Weidlich, M; Mendling, J; Weske, M (2012): Propagating changes between aligned process models. The Journal of Systems and Software 85(8):1885–1898.

PRIMA II – An Analysis of Resource Availability in Disaster Response Processes

Hans Betke

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Lehrstuhl für betriebliches Informationsmanagement, 06108 Halle (Saale), E-Mail: hans.betke@wiwi.uni-halle.de

Marlen Hofmann

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Lehrstuhl für betriebliches Informationsmanagement, 06108 Halle (Saale), E-Mail: marlen.hofmann@wiwi.uni-halle.de

Abstract

Disaster response processes (DRP) have, in general, a similar structure to business processes. However, methods and tools from business process management (BPM) cannot be transferred directly to the domain of disaster response management (DRM). In this contribution, the relevance of "place" for planning and adapting DRP is discussed as one domain-specific challenge, i.e. the analysis of interdependencies resulting from stationary and mobile response activities and resources. For analyzing such place-related interdependencies, a novel approach called PRIMA II is presented. The approach allows an analysis of DRP due to their operability and aims at identification of non-operable activities. Thus, it provides a sound basis for both: effective and efficient planning as well as successful management of DRP by flexible and adaptive disaster response workflow management systems (DRWfMS).

1 Introduction

Disaster response processes (DRP) are similar to business processes with regard to their general structure and goals: both consist of different activities and rely on resources in order to meet the process aims. Thus, methods and tools from business process management (BPM) and workflow management are discussed as promising approaches to improve disaster response management (DRM) and to support DRP execution (e.g., [4]; [6]; [7]; [13]; [15]). In this context, so called disaster response workflow management systems (DRWfMS) have been proposed to facilitate the tactical echelon of DRM in its overall and systematic coordination of ongoing DRP in the immediate aftermath of a disaster incident [8]; [10]; [15]; [19]. Such DRWfMS provide methods and functions for information management, delegation, communication, and in particular increased process transparency.

Despite the existing similarities between business processes and DRP, DRWfMS have not been applied in practice yet [14]. There are several reasons: firstly, the unpredictability of disasters per se that makes planning of DRP substantial difficult or even impossible (e.g. [16]; [5]). Secondly, the uncertain and changing nature of disasters lead to chaotic processes and, thus, DRP become subject of an ongoing adaption during their run-time. This requires a high flexibility of DRWfMS that has not yet been achieved and that is a current field of research (e.g. [11]). Moreover, process adaptation might not be feasible for manual management "with the naked eye" and, thus, future DRWfMS will be reliant on appropriate methods and tools providing an automated analysis of ongoing DRP and changing context data as well as an automated reasoning and calculation of necessary process adaptations [7].

One further domain-specific challenge in DRM is process adjustment to the place of process execution [9]. While "place" of process execution can usually be defined in BPM already at the time of process design, this is not possible in typical disaster response situations. There, the analysis of place-related interdependencies resulting from stationary and mobile activities and resources as well as adaptation of process models has to be done after a disaster occurred. Thus, a method that allows place-related aspects to be taken into consideration whenever adaptation is required has enormous potential to reduce or even prevent mistakes in process adaptation. It also improves process transparency fostering an automated process analysis and adaptation in DRWfMS.

Addressing this challenge, the method PRIMA II (Place Related Information in Workflow Models Analysis) is presented and discussed in this contribution. In the next section, relevance of "place" for DRP and current approaches for integrating "place" into process model languages are discussed in short. In section 3, the PRIMA II approach for identifying and categorizing place-related conflicts is introduced. Section 4 focusses on the processing of PRIMA II. A conclusion and outlook on further research complete the contribution.

2 Relevance of "place" and local resource availability in DRP

Since place-related aspects of DRP like places of execution (e.g., affected disaster area) or resources (e.g., positions of human resources) are usually unknown until a disaster occurs, planning of DRP is usually based on threat scenarios. Such scenarios are typically either bound to specific places (e.g., buildings) or neglect any place-related context. Therefore, adaption of pre-planned DRP to local aspects of a disaster (e. g., the current resource situation on-site) has to be done after the occurrence of a disaster and during run-time of DRP [2]. This is a challenging echelon in DRM, since certain response activities might become inoperable due to local aspects and necessitate alternative response measures (e.g. inaccessible roads necessitate the use of helicopters) [1]. Furthermore it might be crucial to initia-

lize additional and unplanned prevention measures (e.g., to save surrounding assets). Many more examples are conceivable where "place" might necessitate a DRP adjustment.

Facilitating any automated analysis, reasoning, and calculation of appropriate process adaptations presupposes a structured representation of "place" in DRP models. Since such elements are not known in current modeling languages in the field of BPM, [14] propose new elements to represent stationary and mobile activities and resources with their basic place-related characteristics (Table 1).

While integration of these elements into existing BPM languages is still subject of research, three types of dependencies can be distinguished: dependencies between (1) activity/activity, (2) activity/resource, and (3) resource/resource. A combination of these dependencies with local characteristics (stationary/mobile) leads to 12 general cases that provide a basis for analyzing and solving place-related conflicts. Since these cases are very different in their characteristics, problems, and solutions [14], the development of case-specific methods to identify and solve conflicts is proposed. Thus, in this contribution, dependencies between activities and mobile resources are analyzed in more detail.

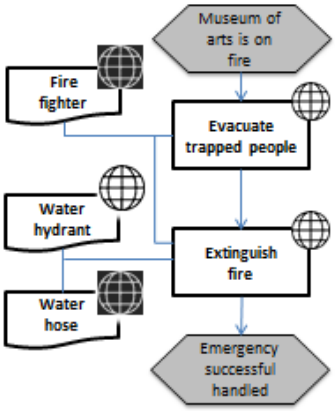
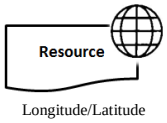
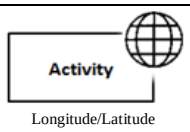
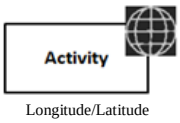


Figure 1. Exemplary DRP

Dependencies between activities and resources are of high relevance to DRM, since to ensure that all required resources are available at the "right" place at the "right" time is one of the main challenges. Basically such dependencies denote that the operability of an activity relies on the availability of a resource(s). At least for physical resources, this implies that the execution place of an activity and the actual place of the required resources have to be identical. To give an example: the resources "Fire fighter", "Water hydrant", and "Water hose" in Figure 1 are necessary for the activity "Extinguish fire" at the place of disaster occurrence. Exceptions to this are non-tangible resources (e.g., information), since their geographic location does not matter in this sense but its availability. Although this has similar implications on process operability, non-tangible resources are not discussed here any further and seen as part of future research.

Table 1. Elements for modeling place-related information in DRP ([14])

Type	Stationary resource	Mobile resource	Stationary activity	Mobile activity
Description	can only be used at their site	usable independent from site	can only be executed at a certain place	can be executed at different places
Example	water hydrant	fire engine	extinguish fire	cordon area
Model representation				

Thus, when planning and verifying DRP in regard to their operability, the tactical echelon of DRM has to analyze the location of resources and execution places of activities in order to determine (and resolve) possible conflicts. For instance, the exemplary DRP (Figure 1) might be endangered by place-related conflicts, if the water hose is located at headquarter while the fire is at the museum: it will be impossible to execute the DRP in the way originally intended. Thus, tactical DRM has to adapt the given DRP, e.g., by an additional transportation activity or by selecting alternative resources/activities (see also the example in [14]). While such conflicts might easily be detected and re-solved in simple

DRP, this becomes a challenge in real disasters where activities share identical resources but are executed at different places and when divisibility, concurrency, or reusability of resources has to be taken into consideration [18]; [3]. In this case, concurrent DRP become a complex network of inter-dependencies that are difficult to observe and even impossible to be managed manually.

3 Analyzing place-related conflicts with PRIMA II

Aiming at the automated analysis of any given DRP model in regard to the intended resource availability at the (abstract) execution places of single response activities, a novel approach called PRIMA II is presented. PRIMA II extends the PRIMA approach [9], a first method for identifying place-related conflicts between activities and their required resources in DRP models. Although the basic PRIMA approach is already capable of considering activity sequences for identifying resource paths along the process structure, it cannot analyze parallel process branches. Thus, activities concurring for one and the same resource cannot be identified thoroughly which is unsatisfactory to analyze real DRP models.

Therefore, PRIMA II extends the semantic of DRP conjunctions (AND/XOR) and proposes a reworked processing to identify (and solve) conflicts in (possibly) concurring activities of DRP. The method is based on a formal graph representation of a given DRP model. Place-related conflicts are identified by comparing the (intended) execution place (resp. place of origin) of an activity node with the (intended) place of the required resources. Since the method does not dependent on execution time, it is applicable for many disaster incidents where such information is hard to predict or not even exists. Nevertheless, the following assumptions have been made in regard to the given DRP model:

- Resources are always mobile whereas response activities are stationary. Mobile response activities and stationary resources are not yet addressed in PRIMA II and part of future extension.
- Transportation activities can transport the mobile resources to the "right" execution place.
- Activities as well as resources are specified in regard to their intended geographic coordinates or, at least, to abstract places (e.g., crisis center). Thus, response activities have one fixed place, transport activities have a place of origin as well as a place of delivery, and resources have one place of origin that can change during the execution of the DRP. Resources and activities that are located at the same place are assumed as not resulting in place-related conflicts.
- Resources are seen as reusable and not consumed by activities. Taking non-reusable resources into consideration is also part of future extension of the method. Each resource must be distinctly defined and is non-divisible. Thus, a resource cannot consist of two or more units in order to use them at different places. Relaxing this assumption requires an extended resource model, however, it would not change the method in principal.
- Resources that are requested by several activities at the same time and place are allowed. Thus, a concurrent access of several activities to one resource implies that their execution place has to be identical – at least in case of physical resources that are exclusively considered in this contribution.

As a matter of course, these assumptions together might still be some unrealistic for many DRP and the assumption that identical location of resources and activities do not result in a conflict situation has to be discussed in more detail. However, although these extensions remain open research questions, it is not expected that they change the general approach presented in this contribution.

4 The PRIMA II approach

PRIMA II is based on four steps that are discussed in the following: (1) transformation of a DRP model into a formal graph representation, (2) provision of a resource-based view of the DRP, (3) analysis of activities with respect to place-related conflicts, and (4) interpretation of detected conflicts and suggestion for possible process adaptations. These four general steps are adopted from PRIMA [9], however, the transformation (step 1) requires small extensions and the search for place conflicts (step 3) requires a complete novel processing algorithm for taking the different branch types (XOR/AND) into consideration. Since the novel algorithm can only be understood in the context of the overall method, step 1 and 2 are explained in a very short (for more details see [9]). The mode of operation is explained step by step oriented on the general overview depicted in Figure 2.

4.1 Step I: Transformation of the DRP model

The initialization of the analysis graph is the first step of PRIMA II. It is responsible for transforming any given DRP model into its formal graph representation. Since there are many formal process modeling languages, the transformation itself is not discussed here in more detail and it is assumed that a sound graph representation with the following specifications exists:

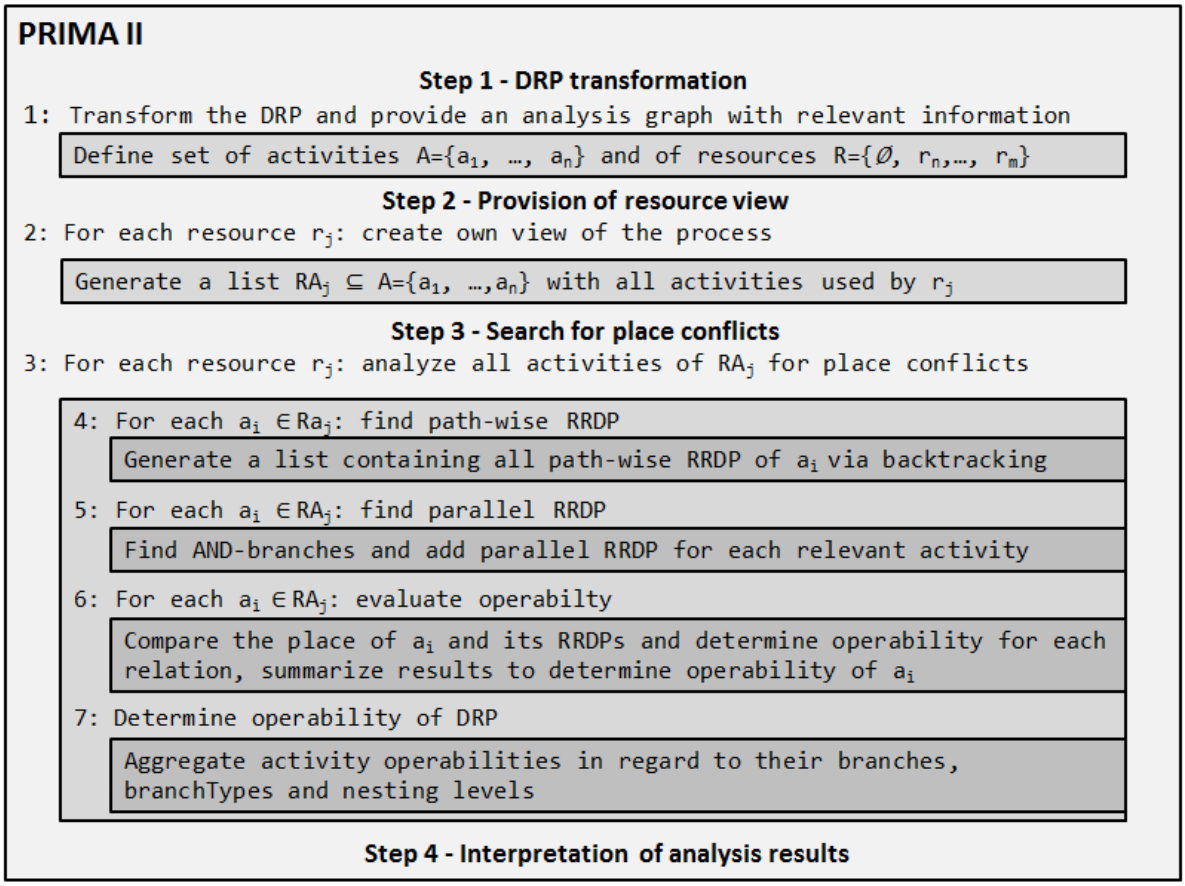


Figure 2. Steps of Prima II processing

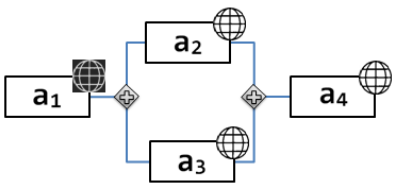
Specification 1 [process]: A disaster response process is a directed graph $DRP = (A, E, R)$ comprising a set of activities $A = \{a_1, \ldots, a_n\}$, a set of directed edges E that comprises ordered pairs $e = (a_i, a_n)$ as directions from a_i to a_n and a set of resources $R = \{\emptyset, r_n, \ldots, r_m\}$. A further requirement is the observance of a symmetric block structure, i.e. each branch is enclosed by a defined

split- and a corresponding join-node [12]. Those structures may be nested as often as desired but must not overlap. This applies to the whole graph, since only one (dummy) root- and end-node is allowed.

Specification 2 [activity]: An activity a_i denotes a certain unit of work to counteract a disaster event. In this contribution, activities are semantically distinguished into response and transport activities. On a formal level, both are defined as the tuple a_i:= (id, name, dependency, kind, origin, delivery, directPredecessor, resources, splits, joins). While id is the unique identifier of the activity, name describes its semantic meaning. General characteristics of an activity are described as stationary or mobile (regarding the attribute dependency). In addition each activity is distinguished by its kind = {transport, response}. The place-related characteristics are defined by origin as place of execution of a response activity, resp. starting point of a transport activity, and by a place of delivery for transport activities (idle for response activities). Moreover, each activity is specified by a set of its directPredecessor = {∅, a_n,…, a_m} which can be derived from the set of direct edges E accordingly and a set of resources = {∅, r_n,…, r_m} ∈ R (see Specification 3) which are required for activity execution.

Consideration of splits and joins attributes depicts an important change to the basic PRIMA approach and allows to distinguish between alternative and concurrent branches. Therefore, each activity is specified by an attribute splits = (x, branchType) with branchType ∈{∅, SEQ, AND, XOR} whereby branchType describes the subsequent control flow of a_i and x ∈ A denotes the corresponding activity that joins the branch. In turn, the attribute joins = (y, branchType) describes the precursory control flow of a_i and y ∈ A denotes the corresponding activity that splits the branch. branchType = AND indicates that the branch splits into two or more branches that have to be executed in concurrency before a subsequent activity can take place. branchType = XOR denotes a branch which splits into two or more branches from which exactly one will be executed at runtime. A sequence denotes that a succeeding activity may only be executed after completion of its preceding and is denoted by branchType = SEQ. It is not necessary to specify its corresponding activity node, since it is already stored in directPredecessor. In regard to root and end node of a graph, there is no need to specify neither the branchType nor the corresponding activity. An illustration of the usage of splits and joins attributes is presented in Table 2.

Table 2. Exemplary specification of branch activities



a_1.splits = **(a_4, AND)**, a_1.joins = (∅,∅)
a_2.splits = (∅, SEQ), a_2.joins = (∅, SEQ)
a_3.splits = (∅, SEQ), a_3.joins = (∅, SEQ)
a_4.splits = (∅,∅), **a_4.joins = (a_1, AND)**

Specification 3 [resources]: A resource r_j denotes a physical, mobile, reusable, and non-divisible resource and is defined as a tuple r_j:= (id, name, origin). While id and name correspond to the definition of activities, place of origin describes the initial location of the resource.

4.2 Step II: Provision of a Resource-Based View

Since resources are in the focus of the analysis, PRIMA II derives a resource based view from the given graph by creating for each resource r_j ∈ R a list RA_j ⊆ A = {a_1, …,a_n} of all activities requesting this resource. From an algorithmic view, this is obviously a simple step. However, it is an indispensable component of PRIMA II in order to provide a working basis for the following analysis.

4.3 Step III: Analysis

The third step of PRIMA II aims at identifying place-related conflicts between an activity and its required resource(s). In a nutshell, the approach starts with a backward search to identify resource related direct predecessors (RRDP) of the examined activity. This is to define the resource path and to determine the "last known place" of the use of a resource in order to compare the execution place of a RRDP with the execution place of a succeeding activity. In case of a mismatch, resource unavailability and, thus, inoperability of the subsequent activity is indicated. Therefore, Prima II consists of four substeps: (1) search for sequential RRDP, (2) search for concurrent RRDP within an AND-branch, (3) compare places between activities and their RRDP to determine their operability, and (4) evaluate the operability of the whole DRP. These steps are carried out for every single resource within a given DRP model.

4.3.1 Sub-step 1: Search for path-wise (sequential) RRDP

Considering a certain resource and each activity in RA_j requesting this resource, all sequential RRDP of an examined activity a_i are identified by a backward search. This search basically equals the predecessor search presented in PRIMA [9]: it analyzes the DRP model path-wise to identify each possible sequential RRDP by tracing edges between the examined activity and its direct predecessors. In contrast to PRIMA, each branch operator passed during the backward search has to be recognized in order to allow a distinction between XOR- and AND-branches. Therefore, each visited activity node, that is specified by a `splits` or `joins` attribute comprising either an AND or a XOR as `branchType,` is used to generate a list of detected branch operators on a certain trace between the actual examined activity and its RRDP. This list is attached to the stored RRDP and can be used to determine its exact position on a certain branch as well as its nested level within the DRP model.

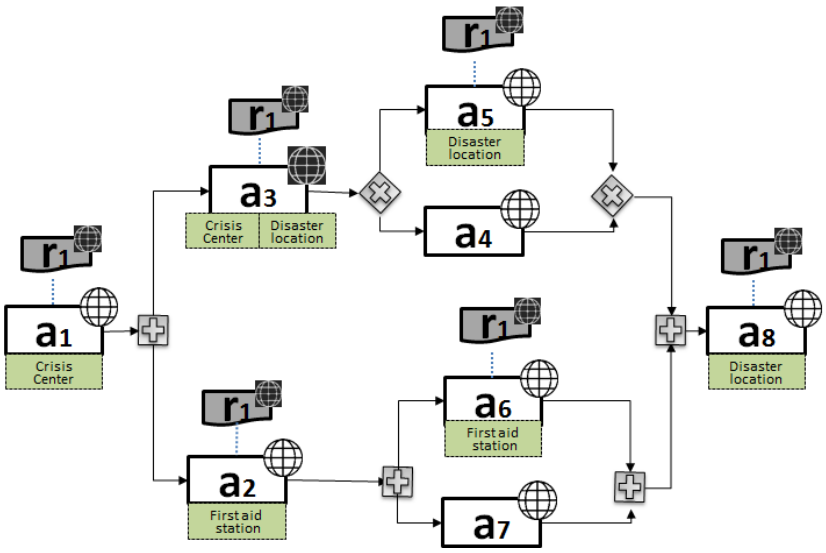


Figure 3. Stopping rule Example

Another difference to PRIMA concerns the predecessor search itself that requires customization due to the consideration of AND-branches. PRIMA searches path-wise on each possible branch for RRDP as long as at least one of the following two stopping rules is fulfilled: (#1) discovery of the first resource-related activity on a certain branch or (#2) reaching the root node of the graph. So far, branch operators have not yet been concerned so that each single path even within a XOR-branch was interpreted as an independent sequence which does or does not contain a RRDP.

In contrast, PRIMA II has to apply a further stopping rule to search through AND-branches because of its semantic meaning: all parallel branches will be executed in concurrency and a subsequent activity may only be executed after completion of all prior input branches [17]. Thus, the whole branch can be seen as one complex and abstract sequential predecessor activity which does or does not requests a certain resource. Hence, at least one resource requesting activity within the branch indicates that the whole AND-branch can be treated as an abstract RRDP to which stopping rule (#1) can be applied. The only exception to this depicts the case of nested XOR-branches since the execution of alternative RRDP might be not ensured. If and only if the AND-branch does not necessarily depict an abstract RRDP because of optional resource requesting activities within nested XOR-branches, the predecessor search must continue prior to the AND-branch. To give a little example for the new stopping rule see Figure 3. In this graph a_8 has the RRDP a_5, a_3 and a_6.

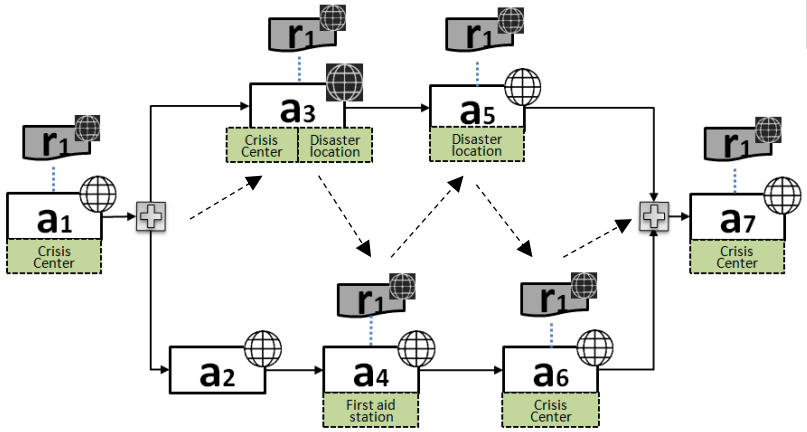
4.3.2 Sub-step 2: Identification of concurrent RRDP within an AND-branch

As already mentioned, the semantic meaning of an AND-branch differs fundamentally in regard to a XOR-branch. Instead of a sequential processing, an AND-branch indicates concurrency. However, this does not necessarily mean a time-wise parallelism but also allows temporary displaced execution of activities [17]. Thus, it must be assumed that there also exist execution sequences between concurrent activities (e.g., exemplary depicted by arrows in Table 3). However, without any further information about their actual execution sequence, it is not decidable which one of the relevant activities will be predecessor, resp. successor for each other activity during the run-time of the process.

Hence, in a next step, PRIMA II conducts for each identified resource requesting activity located within an AND-branch an extended interpretation. This ensures that all possible RRDP, even those from parallel branches, can be identified. Therefore, PRIMA II is designed to determine and consider all possible execution sequences in order to ensure appropriate and credible results regarding the operability of a DRP.

The extended predecessor search is based on the set of already identified RRDP from step 1. This set is analyzed in regard to all RRDP having two and more resource related successors located within the same AND-branch. This is be realized by utilizing the list of detected branch operators attached to each RRDP during step 1. For each resource requesting activity within the examined AND-branch the list of RRDP is extended by adding every eligible resource related activity from parallel branches. In turn, since sequential behavior of activities on a single branch is specified, it is not necessary to add further activities located on the same branch as the examined activity itself. Applying this procedure to the exemplary DRP presented in Table 3 leads to the predecessor relationships plotted in the rows.

Table 3. Example for parallel predecessors



predecessors of			
a_3	**a_5**	**a_4**	**a_6**
a_1	a_3	a_1	a_4
a_4	a_4	a_3	a_3
a_6	a_6	a_5	a_5

4.3.3 Sub-Step 3: Comparing places between the examined activity and its RRDP

As third sub-step, PRIMA II compares the execution place of the examined resource requesting activity with the last known place of resource usage resulting from the execution place of a RRDP. In case of a mismatch, the predecessor relationship is marked "red" and, thus, flagged to be inoperable. If places are equal the activity is marked "green" which indicates its operability.

Due to the differences between transport and response activities and the possibility that there is no further RRDP (except the root node), there are four different cases to be evaluated:

1) The root node is predecessor of the examined activity (which means, that the resource is used for the first time and has not changed its place of origin). Hence, the `origin` place of the activity is compared with the `origin` place of the resource and in case of mismatch the activity becomes validated as inoperable (red).

2) If the predecessor is a transport activity, its `delivery` place must be compared with the `origin place` of the considered activity. If the `delivery` place differs from the place of origin the activity also becomes marked as inoperable (red).

3) If the preceding activity is a response activity its `origin` place is taken for comparison, and again, a mismatch leads to a red traffic color.

4) Otherwise, if none of the above cases applies, the method returns a green traffic light.

In case that the examined activity has two and more RRDP resulting in different implications in regard to its operability, it is necessary to combine the results in order to determine a final evaluation. Only in case that all predecessor relationships are colored green, resp. red it is possible to determine an unambiguous operability statement. As soon as different evaluations (for one activity) for different traces come to different results (some green, some red), it is not possible to decide its operability in general. Thus, the activity is potentially inoperable (depending on the actual flow of the DRP) and, thus, marked as yellow.

Again, activity a_8 in Table 3 and its three possible RRDP a_3, a_5, and a_6 are taken as example. Since a_3 is a transport activity, it has to be compared in regard to its place of delivery. In turn, place comparison between a_8 and a_5, resp. a_6 has to be conducted between places of execution. Both activities in the upper branch have the same place as a_8 and, thus, the predecessor relationship is marked as green. In turn, a_6 in the lower branch is located at a different place and, thus, it is flagged as red. Because of an ambiguous evaluation and after combing the different colors, a_8 is finally marked as yellow.

This sub-step is conducted for each resource requesting activity within a given DRP so that, at the end, each possible predecessor relationship becomes evaluated in regard to its operability. This provides a sound basis for further analysis and to determine a comprehensive evaluation in regard to the operability of the whole DRP.

4.3.4 Sub-step 4: Evaluation of DRP operability

The last analysis step aims at determining the feasibility of the whole DRP. However, this can only be done by considering the process logic of the DRP model. Up to now, only single independent predecessor relationships are evaluated in regard to their operability but they have not yet been embedded into the surrounding context. For instance, a single inoperable activity within a XOR-branch must not necessarily be executed at runtime and, thus, the DRP might be still operable. This is the case in the example given in Figure 4. Since the actual execution sequence reveals not until run-time of the DRP, it will be undecidable whether the DRP will be operable or not. Thus, it is necessary to consider the given graph structure and its branch types when determining the feasibility of a DRP. Therefore, PRIMA II considers stepwise from inside to outside each nested branch which comprises one and more resource-related activities and determines a unified sub-graph color by combining each available validation result from its inner nodes. This color than indicates the operability of the examined sub-graph and is passed to the next higher nested graph-level. There, the sub-graph and its color are treated as an abstract node which is considered when determining the color of the higher sub-graph. This is done until the highest level is reached and, thus, the whole DRP is specified by a uniform color.

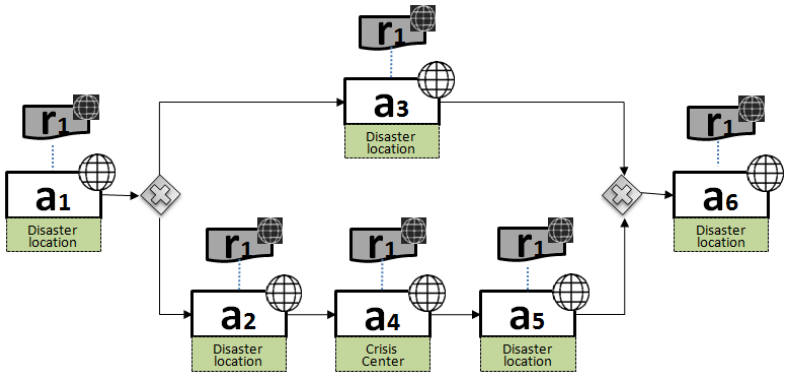


Figure 4. Undecidable XOR branch

The color combination of sub-graphs itself follows several rules depending on the examined sub-graph-construct. Consideration of XOR-branches containing resource requesting activities reveals three different situations which are of relevance in order to determine a unified sub-graph color: (1) each activity is operable, resp. flagged green, (2) each activity is inoperable, resp. flagged red, and (3) the branch comprises a mixture of operable, inoperable or even yellow activities. Since XOR-branches depict alternative sequences and since the actual execution sequence reveals not until run-time, it cannot be determined in advance which RRDP relationship will be of relevance during the runtime. Thus, in the ambiguous case of a color mixture, the sub-graph always has to be flagged as potential inoperable, resp. yellow (see example in Figure 4). Only in case that all activities have a uniform color, this color can also be used to determine the (in-)operability of a given XOR-sub-graph.

Consideration of an AND-branch requires even more complex analysis methods. Since the sequential order within an AND-branch is completely unknown in advance and almost all activities are possible RRDP to each other (except those, located on the same path), it is impossible to determine a general operability statement in case of a mixture of operable and inoperable RRDP relationships within the AND-sub-graph. Only in the unambiguous case that all activities are determined to be (in-)operable, the operability of the whole sub-graph can be stated, too.

However, even in the case of a color mixture as already discussed for the XOR-branch, it cannot be ambiguously stated that the sub-graph will be yellow. In contrast, as shown in the example in Figure 5, there is also the possibility that the process will be inoperable despite the fact that each predecessor relationship was determined to be yellow. Tracing all possible sequences from a_1 to a_7 reveals that there is no single path that actually results in an operable process. This also applies to the even more complex case of nested XOR-branches whereby RRDP execution is not necessarily ensured and bound to a certain execution sequence. Hence, to make a statement about the operability of an AND-branch it is necessary to consider all possible and alternative execution sequences before determining an appropriate color for an AND-sub-graph.

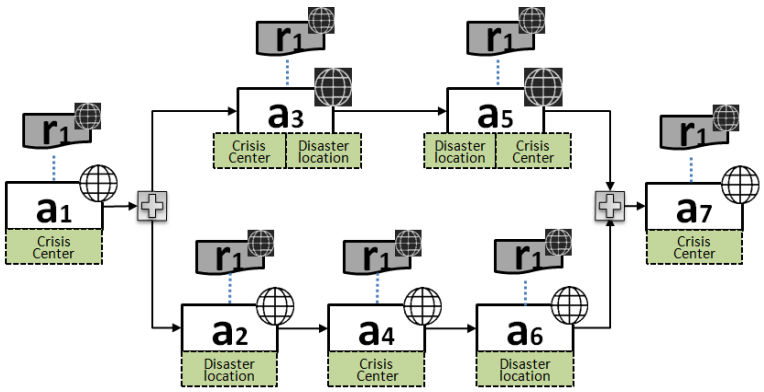


Figure 5. Inoperable AND-branch

4.4 Step IV: Interpretation of detected conflicts and suggestion for countermeasures.

The results from the analysis comprise statements in regard to the operability of a single activity as well as for the whole graph. In a first step, these statements can be used to provide a graphical representation of inoperable and undecidable activities or branches, e.g. by simple symbols within the DRP model. Such symbols could support disaster managers by setting priorities and by adapting the DRP accordingly. In a second step, the results can be automatically interpreted and recommendations in regard to necessary process adaptations can be derive. Enhancing DRWfMS by such methods is seen as very promising to reduce or even prevent mistakes in process adaptation and could also be used to eliminate occurring problems much faster. Although the development of further methods based on PRIMA II is subject to future research, such methods could be used for making concrete proposals how to adjust detected place conflicts: for instance, place-related conflicts could be resolved by inserting further transportation activities (automatically) in order to bring resources on-site. In addition, it might be also possible to propose alternative, appropriate, and operable activities and/or resources which might not result in place-related conflicts.

Moreover, by providing further DRP related information (e.g., execution time, quantity structure of resources, etc.) the method is extendable and could provide even better proposals in regard to possible process adjustments: for instance, by using temporal information, rearrangements of activities and resources could also be suggested to resolve place-related conflicts. Furthermore, a quantity structure for resources would allow a consideration of consumable response activities within PRIMA II.

5 Conclusion, Open Issues, and further research

In this contribution, a novel method called PRIMA II is presented that aims at improving disaster response management by automatically identifying place-related conflicts regarding the operability of activities which rely on the physical availability of resources. This method might contribute to the domain of disaster management in general, since it allows a resource related checking of DRP models. It could be applied to pre-planned DRP, ad hoc consideration of revealing places in case of disaster

occurrence, as well as ad hoc adaptations of ongoing DRP. Thus, the method provides a sound basis to reduce or even prevent mistakes in process adaptation and to improve process transparency fostering an automated process analysis and adaptation in future DRWfMS.

The approach consists of four main steps: (1) the transformation of DRP into a formal graph representation, (2) the derivation of a resource based view, (3) the identification of place related conflicts, and (4) the interpretation of the results. Despite a first proof of concept of PRIMA II has been successfully realized by a prototypical implementation in Java, a deepened evaluation of the approach and its assumptions is necessary. The next steps of evaluation include the development of an analysis tool which will be used in a test phase with experienced process managers to prove the advantages of the approach in regard to time savings and error finding rate in relation to a non-automated analysis. The analysis tool will also be subject to comprehensive simulations based on historical data to prove the correctness of its findings.

At the current level of development, the PRIMA II method is still based on several assumptions and limitations (e.g., characteristics of resources in regard to divisibility, concurrency, and reusability) that might be some unrealistic for real DRP. Following the design science paradigm, it is planned to overcome them step by step within the next research cycles and subsequent extensions of the approach. Especially the lacking systematic interpretation of the detected place-related conflicts (step 4) is seen as highly relevant, since the approach in its current state burdens human disaster response managers with the analysis and selection of process alternatives as well as process adaptation. Thus, it is planned to extend PRIMA II with an in-depth analysis and interpretation of results as well as the determination of possible process adaptations. This extensions and their integration into DRWfMS is expected to provide disaster managers with valuable decision support by providing proposals for operable process adaptations.

6 References

[1] Avanes, A; Freytag, JC (2008) Adaptive workflow scheduling under resource allocation constraints and network dynamics, *Proceedings of the VLDB Endowment*, vol. 1, issue 2, pp. 1631-1637.

[2] Chen, R., Sharman, R., Rao, H.R. and Upadhyaya, S. J. (2008) Coordination in emergency response management, *Communications of the ACM*, 51, 66–73. ACM, New York.

[3] Crowston, KG (1991): "Towards a Coordination Cookbook: Recipes for Multi-Agent Action", Doctoral Dissertation, MIT, Sloan School of Management, Boston.

[4] Fahland, D; Woith, H (2009): "Towards process models for disaster response", Business Process Management Workshops, Springer, Berlin/ Heidelberg, pp. 254–265.

[5] Franke, J; Charoy, F; Ulmer, C (2010): "A model for temporal coordination of disaster response activities", *Proceedings of the 7th International ISCRAM Conference*, Seattle.

[6] Georgakopoulos, D; Schuster, H; Baker, D; Cichocki A (2000): "Managing Escalation of Collaboration Processes in Crisis Mitigation Situations", *Proceedings of the 16th Int. Conference on Data Engineering*, San Diego, pp. 45-56.

[7] Hofmann, M; Sackmann, S; Betke, H (2013): "Using Workflow Management Systems to Improve Disaster Response Processes", *IWDENS'2013 at the 26th AINA*, Barcelona, pp. 261-266.

[8] Hofmann, M; Sackmann, S; Betke, H (2013): "A Novel Architecture for Disaster Response Workflow Management Systems *Proceedings of the 10th ISCRAM Conference*, Germany.

[9] Sackmann, S.; Hofmann, M.; Betke, H. (2013): "PRIMA: A Model-based Method for Analyzing Place-Related Information in Disaster Response Processes", *Proceedings of the 19th AMCIS 2013*, Chicago

[10] Jansen, JM; Lijnse, B; Plasmeijer, R (2010): "Towards Dynamic Workflow Support for Crisis Management", *Proceedings of the 7th ISCRAM Conference*, Seattle, pp. 1–5.

[11] Lanz, A; Kreher, U; Reichert, M; Dadam, P (2010): "Enabling Process Support for Advanced Applications with the AristaFlow BPM Suite", *Proceedings of the BPM 2010 Demonstration Track*, New Jersey, pp. 17-22.

[12] Reichert, M (2000): "Dynamische Ablaufänderungen in Workflow-Management-Systemen", Doctoral dissertation, University of Ulm, Ulm, Germany.

[13] Rueppel, U; Wagenknecht, A (2007): "Improving emergency management by formal dynamic process-modelling", *24th Conf. on IT in Construction*, Maribor, Slovenian, pp. 559–564.

[14] Sackman, S; Hofmann, M; Betke, H (2013): "Towards a Model-Based Analysis of Place-Related Information in Disaster Response Workflows", *Proceedings of the 10th ISCRAM Conference*, Germany.

[15] Sell, C; Braun, I (2009): "Using a workflow management system to manage emergency plans", *Proceedings of the 6th ISCRAM Conference*, Sweden.

[16] Swenson, KD (2010): "Mastering the unpredictable: How adaptive case management will revolutionize the way that knowledge workers get things done", Meghan-Kiffer Press, Tampa Fla.

[17] van der Aalst, W M P; ter Hofstede, A H M; Kiepuszewski, B; Barros A P: Workflow Patterns, Distributed and Parallel Databases, 14(3): 5-51.

[18] Yoshioka, T; Herman, G (2000): "Coordinating Information Using Genres", Center for Coordination Science, MIT, Sloan School of Management, *Working Paper CCS WP#214*, Boston.

[19] Ziebermayr, T; Huber, J; Kollarits, S; Ortner, M (2011): "A Proposal for the Application of Dynamic Workflows in Disaster Management: A Process Model Language Customized for Disaster Management", *22nd Workshop on Database and Expert Systems Applications*, France.

Teilkonferenz: IKT-gestützte Unternehmens-kommunikation

Im Zeitalter der Internet-Ökonomie und des E-Business erlangt die Gestaltungsaufgabe eines stimmigen Bildes des Unternehmens nach Innen und Außen unternehmenspolitische Relevanz sowie wettbewerbsstrategische Bedeutung und wird damit zur Führungsaufgabe. Informatisierung, Automatisierung und Personalisierung entwickeln sich zu Leitvorstellungen in der Unternehmenskommunikation, nicht nur aus Sicht der Wirtschaftsinformatik. Die aktuellen Entwicklungen in der Unternehmenskommunikation sind neben anderen Tendenzen in Richtung maßgeschneiderte Unternehmenskommunikation für spezifische Zielgruppen, Einsatz ausgeklügelter IKT-Systeme und Software-Werkzeuge, Einsatz des Internet, mobile Endgeräte, cross-mediale Verfügbarkeit von Kommunikationsinstrumenten sowie dialogische und interaktive Formen der Online-Kommunikation.

Im Track IKT-gestützte Unternehmenskommunikation wurden aus den sechs eingereichten Beiträgen folgende Themen für die Vorstellung im Rahmen der MKWI 2014 ausgewählt: Unternehmenskommunikation unter Betrachtung sozialer Netzwerke (unter dem Fokus der Stakeholder Orientierung), Informationsversorgung und –logistik unter Berücksichtigung der Informationsüberflutung und Einsatz von mobilen Endgeräten in Unternehmen unter dem Ansatz Bring-Your-Own-Device.

Dezember 2013

Jorge Marx Gómez

(Teilkonferenzleitung)

Entwicklungsstand und Entwicklungspotenziale in der Verwendung von Facebook zur Organisations-kommunikation: Eine empirische Analyse von Facebook-Präsenzen sozialwirtschaftlicher Organisationen in Wien

Claudia Brauer

MCI Innsbruck, 6020 Innsbruck,
E-Mail: claudia.brauer@mci.edu

Christine Bauer

WU Wien, Department für Informationsverarbeitung und Prozessmanagement, 1020 Wien,
E-Mail: chris.bauer@wu.ac.at

Mario Dirlinger

WUK Bildung und Beratung, 1090 Wien,
E-Mail: mario.dirlinger@wuk.at

Abstract

Die Bedeutung von Facebook zur Erreichung zur Unternehmenskommunikation ist bei gewinnorientierten Unternehmen wissenschaftlich im Fokus. Die Nutzung von Facebook in sozialwirtschaftlichen Organisationen ist im Gegensatz dazu bisher kaum erforscht und für den deutschsprachigen Raum liegt derzeit keine wissenschaftliche Studie vor. Um diese Forschungslücke zu schließen, wurde eine empirische Studie auf Basis einer Vollerhebung unter 517 sozialwirtschaftlichen Organisationen in Wien im Zeitraum von Januar bis Juli 2012 durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse veranschaulichen, dass sozialwirtschaftliche Organisationen Facebook nur wenig zur Organisationkommunikation einsetzen und viele Entwicklungspotentiale nicht ausgeschöpft werden.

1 Motivation und Zielsetzung

Während gewinnorientierte Unternehmen soziale Netzwerkportale bereits intensiv zur Unternehmenskommunikation einsetzen, haben sozialwirtschaftliche Organisationen erst in den letzten Jahren die Potenziale solcher Netzwerke zur Organisationskommunikation erkannt. Erste wissenschaftliche Studien setzen sich mit der Bedeutung von sozialen Netzwerkportalen für Non-Profit Organisationen unter Anwendung qualitativen Forschungsmethoden auseinander [1; 3; 10]; die Analyse wurde dabei jedoch auf sehr abstraktem Niveau gehalten und erlaubt wenig Aufschluss. Waters [16] zeigt in seiner Studie, dass US-amerikanische Non-Profit-Organisationen soziale Netzwerkportale einsetzen, um mit ihren Anspruchsgruppen zu interagieren sowie Beziehungen zu relevanten Anspruchsgruppen aufzubauen und zu pflegen. Eine weiterführende Studie [17] ergab jedoch, dass die Mehrheit der Non-Profit-Organisationen den Informationsbereich der untersuchten Facebook-Präsenzen primär dazu nutzt, um die eigene Organisation zu beschreiben. Interaktionsmöglichkeiten werden nicht ausschöpft [9; 17] und Vernetzungschancen nicht genützt [8]. Den verschiedenen Anspruchsgruppen wird dabei kaum Möglichkeit geboten, mehr in die jeweilige Organisation involviert zu sein [17]. Insgesamt konnte beobachtet werden, dass Non-Profit-Organisationen ihre Aktivitäten in sozialen Netzwerkportalen starten, ohne eine dazugehörige Social-Media-Strategie zu haben [14].

Die genannten Studien wurden im US-amerikanischen Raum durchgeführt, im deutschsprachigen Raum lassen sich kaum analoge Forschungsstudien nachweisen. Kiefer [9] untersucht seit 2009 in einer Querschnittsstudie jährlich die Nutzung von sozialen Netzwerkportalen anhand von 60 deutschen Non-Profit-Organisationen aus den Handlungsfeldern Umwelt/Naturschutz, Internationales und Soziales. Diese Studie zeigt, dass Facebook nicht nur das größte globale Netzwerkportal sondern auch das nutzerstärkste soziale Netzwerkportal unter den untersuchten Organisationen darstellt. Tiefgreifende Erkenntnisse zur Nutzung der sozialen Netzwerkportale bleiben jedoch aus. Beispielsweise liegt im deutschsprachigen Raum derzeit keine Studie vor, die sich schwerpunktmäßig mit der Bedeutung von Facebook, dem nutzungsstärksten sozialen Netzwerkportal, in sozialwirtschaftlichen Organisationen beschäftigt.

Um einen Beitrag zu leisten, diese Forschungslücke zu schließen, beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit dem Einsatz des größten globalen, sozialen Netzwerkportals „Facebook“ zur Organisationskommunikation in sozialwirtschaftlichen Organisationen in Wien: Wie lässt sich die derzeitige Entwicklungsstand von Facebook in sozialwirtschaftlichen Organisationen in Wien beschreiben und welche Entwicklungspotenziale lassen sich aus Sicht der Organisationskommunikation davon ableiten?

Der nächste Abschnitt widmet sich der Wissensbasis zum Thema soziale Netzwerkportale in Non-Profit-Organisationen. Der dritte Abschnitt beschreibt die Datenerhebung und -auswertung der Facebook-Präsenzen sozialwirtschaftlicher Organisationen in Wien, wobei wir auf Realdaten zur Facebook-Nutzung zugreifen und diese sowohl qualitativ als auch quantitativ auswerten. Darauf aufbauend werden die Forschungsergebnisse vorgestellt. Abschließend werden die Erkenntnisse diskutiert und neue Forschungsfelder aufgezeigt.

2 Wissensbasis

Aus der Nutzung von sozialen Netzwerkportalen ergeben sich für sozialwirtschaftliche Organisationen eine Vielzahl an Kommunikationspotenzialen und -möglichkeiten mit den verschiedenen Anspruchsgruppen. Die zentralen Anwendungsmöglichkeiten und Potenziale im Rahmen der Organisationskommunikation liegen im Beziehungsaufbau und der Beziehungspflege zu den Anspruchsgruppen, in der Akquise von ehrenamtlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, in der Vernetzung mit anderen Organisationen, in der klassischen Öffentlichkeitsarbeit vor allem bei der Stellungnahme zu sozialpolitischen Themen, im Fundraising sowie im Aufbau und der Pflege der Arbeitgebermarke. Die Erreichung dieser Kommunikationsziele mittels sozialer Netzwerkportale ist jedoch sehr zeitintensiv und stellt viele sozialwirtschaftliche Organisationen vor neue und vor allem organisationsinterne Herausforderungen [9; 10; 14; 16; 17].

Wissenschaftliche Studien, die sich speziell mit diesen Herausforderungen und der Bedeutung von sozialen Netzwerkportalen zu Kommunikationszwecken in sozialwirtschaftlichen Organisationen beschäftigen, liegen derzeit in unterschiedlicher Schwerpunktsetzung vor. Die meisten der vereinzelten wissenschaftlichen Studien setzen sich generell mit der Bedeutung von sozialen Netzwerkportalen in Non-Profit Organisationen unter Anwendung qualitativer Forschungsmethoden auseinander; Facebook wird dabei vornehmlich als Teilbereich betrachtet [1; 3; 10]. In einer Studie von Waters [10] wurde im Rahmen von Experteninterviews und Fokusgruppen erklärt, dass Non-Profit-Organisationen Facebook zur Interaktion mit ihren Anspruchsgruppen sowie zum Beziehungsaufbau und zur Beziehungspflege einsetzen. Im Gegenzug dazu zeigte eine Inhaltsanalyse von Facebook-Präsenzen von Non-Profit-Organisationen dazu, dass primär der Informationsbereich der Facebook-Präsenzen zur Organisationsdarstellung genutzt wird, nicht aber Interaktion mit oder Beziehungspflege von Anspruchsgruppen ausgeübt wird [17]. Weitere Studien belegen, dass Non-Profit-Organisationen die Interaktionsmöglichkeiten von sozialen Netzwerkportalen nicht ausschöpfen [9], die Vernetzungschancen nicht nützen [8] und ihre Aktivitäten in sozialen Netzwerkportalen starten, ohne eine Social-Media-Strategie zu haben [8].

Wenngleich aus diesen Social-Media-Studien einzelne Erkenntnisse zur Facebook-Nutzung hervorgehen, bleiben tiefgreifende Erkenntnisse aus. Eine Ausnahme bildet die Studie von Waters et al. [17], die auf Facebook fokussiert als einen quantitativen Ansatz zur Untersuchung wählt. In dieser Studie wurde die Bedeutung von Facebook mittels einer quantitativen Inhaltsanalyse von 275 zufällig gewählten Non-Profit-Organisationen in den USA durchgeführt.

Beim Vergleich der Studien zeigt sich deutlich, dass eine qualitative Erhebung zwar Intention und Zielvorstellung zum Einsatz sozialer Netzwerkportale zur Organisationskommunikation Aufschluss gibt, jedoch nur eine Analyse der Präsenzen in diesen Portalen Erkenntnisse zum tatsächlichen Einsatz zulässt.

3 Forschungsansatz und Forschungsmethode

Zunächst beschreibt dieser Abschnitt die einzelnen Schritte der Gesamterhebung aller sozialwirtschaftlichen Organisationen in Wien mit Facebook-Präsenz. Zur Durchführung einer quantitativen Analyse von Echtdaten wurden zwei Kodierschemen entwickelt. Das erste Kodierschema diente der Analyse der Komponenten der Facebook-Präsenzen, das zweite der Analyse der Seitenbeiträge in der Facebook-Chronik („Timeline“).

3.1 Auswahleinheit

In einem ersten Untersuchungsschritt wurden alle sozialwirtschaftlichen Organisationen in Wien erfasst, die in der Online-Datenbank des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz „Österreich Sozial“ eingetragen sind, was eine Gesamtliste von 1.682 sozialwirtschaftlichen Organisationen ergab (Stand: 12. April 2012). Nach der Bereinigung von Duplikaten, die durch Mehrfachnennungen bezüglich verschiedener Handlungsfelder entstanden, ergab sich eine Anzahl von insgesamt 517 sozialwirtschaftlichen Organisationen in Wien. Weitere 25 Organisationen wurden aussortiert, da es sich bei jenen laut Definition von Dimmel [4] nicht um sozialwirtschaftliche Organisationen handelte oder diese zum Tag der Erhebung bereits geschlossen waren.

Im zweiten Untersuchungsschritt wurde erhoben, welche dieser verbleibenden Organisationen (472) über eine Facebook-Präsenz verfügen. Im Zuge dieses Untersuchungsschrittes wurden jene sozialwirtschaftlichen Organisationen, deren Einzelprojekte und Standorte zwar gesondert auf „Österreich Sozial“ vertreten waren, jedoch eine gemeinsame Facebook-Präsenz vorwiesen, zusammengefasst. Um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, wurden einzelne soziale Projekte und Organisationsstandorte ohne eigene Facebook-Präsenz, bei denen die Wiener Dachorganisation über eine gemeinsame Facebook-Präsenz verfügte, berücksichtigt. Jene, bei denen nur die nationalen oder internationalen Träger eine Facebook-Präsenz betrieben, wurden nicht einbezogen. Daraus ergibt sich eine Gesamtzahl von 73 sozialwirtschaftlichen Organisationen in Wien (14,8% von 472), die über eine eigene Facebook-Präsenz verfügten.

3.2 Kodierschema zur Analyse der Komponenten der Facebook-Präsenzen

Das Kodierschema zur Analyse der verwendeten Komponenten in den Facebook-Präsenz wurde ex ante in Anlehnung an Waters et al. [17] und Mayring [12] entwickelt. Auf Basis dieses Kodierschemas wurden die Bereiche „Info“ sowie „Ansichten und Anwendungen“ der Facebook-Präsenz der jeweiligen sozialwirtschaftlichen Organisation analysiert. Einerseits wurden im Infobereich der Facebook-Präsenzen kodiert, ob Komponenten wie beispielsweise eine Beschreibung der Organisation und ihrer Zielgruppen, Kontaktdaten, ein Link zur Webseite, Profilbild oder Organisationslogo vorhanden waren. Gleichfalls wurde erfasst welche „Ansichten und Anwendungen“ von der jeweiligen Organisation verwendet werden. Zusätzlich wurde zu jeder Facebook-Präsenz erhoben, ob Videos, Veranstaltungen, Notizen und Gruppen in der Facebook-Übersicht eingesetzt werden. Da Fundraising ein wichtiger wirtschaftlicher Faktor für sozialwirtschaftliche Organisationen darstellt, wurde ebenfalls erhoben, ob Spendenanwendungen Teil der jeweiligen Facebook-Präsenz sind. Zusätzlich wurde die Anzahl der „Gefällt mir“-, der „Sprechen darüber“- und „Waren hier“-Angaben ausgewertet, da diese Daten Aufschluss über die Reichweite der Facebook-Aktivitäten seitens der Organisationen geben.

3.3 Inhaltsanalyse der Beiträge innerhalb der Facebook-Chronik („Timeline“)

Um ein aussagekräftiges Bild zur Facebook-Nutzung inhaltlicher Natur zu erhalten, wurde eine Inhaltsanalyse [11] der Beiträge in der Chronik („Timeline“) der Facebook-Präsenzen auf Basis eines weiteren Kodierschemas durchgeführt. In die Analyse wurden alle mit einem Erstellungsdatum zwischen dem 1. Januar 2012 und dem 30. Juni 2012 einbezogen. Zu jedem Facebook-Beitrag im Untersuchungszeitraum wurden formale und inhaltliche Informationen erfasst. Die Formalinformationen umfassten Datum des Eintrags, „Gefällt mir“-Angaben, Anzahl der Kommentare sowie Häufigkeit des Weiterverbreitens des Beitrages innerhalb Facebooks („Share“). Bezüglich der

Form der Beiträge wurde erhoben, ob diese manuell eingegebene Texte, Links, Fotos, Videos oder Audiodateien enthielten. Abschließend wurden die Beiträge nach entsprechenden Themenbereichen kodiert. Insgesamt wurden 2.479 Seitenbeiträge erfasst und analysiert.

4 Forschungsergebnisse

4.1 Facebook-Präsenzen in unterschiedlichen sozialwirtschaftlichen Handlungsfeldern

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, setzen sozialwirtschaftliche Organisationen aus den Bereichen „Multikulturelles/Internationales“ (28,6%); „Arbeit und Beruf“ (22,9%) und „Migration“ (21,8%) Facebook verstärkt ein. Diese Prozentzahlen sind jedoch nur bedingt aussagekräftig, da die Anzahl der Organisationen pro Handlungsfeld stark variiert. Bei einer Reihung der absoluten Werte verfügen Organisationen aus den Handlungsfeldern „Soziales allgemein“ (n=39), „Gesundheit/Krankheit“ (n=31) sowie „Arbeit und Beruf“ (n=30) am häufigsten über Facebook-Präsenzen. Die Handlungsfelder „Straffälligkeit“ (22 Organisationen) und „Verwaltung allgemein“ (13 Organisationen) sind mit nur wenigen Organisationen vertreten, was sich in dieser Statistik sowohl bei prozentueller als auch bei absoluter Betrachtung widerspiegelt. Das Handlungsfeld „Verwaltung allgemein“ weist keine Organisation mit Facebook-Präsenz auf. Obwohl das Handlungsfeld „Familie / Partner / Alleinerzieher/innen“ insgesamt 137 Organisationen umfasst, ist der Anteil an Facebook-Nutzer vergleichsweise gering (10,9%, n=15). Die durchschnittliche Anzahl der Organisationen mit Facebook-Präsenzen pro Handlungsfeld betrug zum Messzeitpunkt 16,41, was einem Anteil von 5,9% entspricht. Gleichfalls wurde ein signifikanter Zusammenhang (Pearson Korrelation; $p<0.01$) zwischen der Anzahl der Organisationen im Handlungsfeld und dem Vorhandensein einer Facebook-Präsenz ermittelt.

Handlungsfeld	Anzahl Organisationen / Handlungsfeld	Anzahl Organisationen mit Facebook-Präsenzen	Anteil an Facebook-Präsenzen pro Handlungsfeld
Multikulturelles/ Internationales	28	8	28,6%
Arbeit und Beruf	131	30	22,9%
Migration	55	12	21,8%
Bildung	85	18	21,2%
Soziales allgemein	185	39	21,1%
Gesundheit/Krankheit	161	31	19,3%
Wohnen	62	11	17,7%
Psyche	121	21	17,4%
Behinderung	188	28	14,9%
Kinder/Jugendliche	178	26	14,6%
Senioren	86	12	14,0%
Frauen/Männer	126	17	13,5%
Sucht	60	7	11,7%
Konsumenten/Recht	44	5	11,4%
Familie/Partner/ Alleinerzieher/innen	137	15	10,9%
Straffälligkeit	22	1	4,5%
Verwaltung allgemein	13	0	0,0%
Gesamt	**1.682**	**279**	-

Tabelle 1: Sozialwirtschaftliche Organisationen gereiht nach dem Anteil an Facebook-Präsenzen pro Handlungsfeld

4.2 Kennzahlen zur Nutzung der Facebook-Präsenz

Die Anzahl der „Gefällt mir"-Angaben ist eine zentrale Kennzahl zur Messung des Erfolges der Facebook-Aktivitäten einer Organisation. Die durchschnittliche Anzahl der „Gefällt mir"-Angaben beträgt pro Organisationen 672 (sd=1.403 max=8.066, min=1). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde ein signifikanter Zusammenhang (Pearson Korrelation; $p<0.01$) zwischen der Anzahl der „Gefällt mir"-Angaben und dem Handlungsfeld der sozialwirtschaftlichen Organisation ermittelt werden, d.h. das die Anzahl der Facebook-Fans von Handlungsfeld abhängt.

Eine weitere Kennzahl zur Erfolgsmessung des Facebook-Auftritts ist der Wert „Sprechen darüber". Diese Kennzahl ist ein Indikator für die Interaktivität in Facebook in den letzten sieben Tagen.

Durchschnittlich weisen die untersuchten Facebook-Präsenzen einen „Sprechen darüber“-Wert von 14 (Personen) (sd=29,74) auf. Bei 27 Organisationen beträgt der Wert null. Zwei Organisationen nehmen mit „Sprechen darüber“-Werten über 100 (171 beziehungsweise 125) die ersten beiden Ränge unter den untersuchten Organisationen ein. Aufgrund der Neuheit dieser Facebook-Funktion gibt es aktuell keine wissenschaftlich publizierten Vergleichswerte.

4.3 Die Nutzung der Facebook-Funktion „Ansichten und Anwendungen“

Unter den Anwendungen wurde die Fotofunktion am häufigsten genutzt. Pro Organisation wurden im Untersuchungszeitraum im Durchschnitt 23 Fotos hochgeladen. Der Maximalwert der hochgeladenen Fotos zum Betrachtungszeitpunkt lag bei 1.360. Darüber hinaus verwendeten zwei Drittel der Organisationen neben der Fotofunktion noch weitere Anwendungen (68,5%, n=50). Die am zweithäufigsten genutzte Anwendung sind Veranstaltungen (50,7%, n=37). Etwa ein Drittel der Facebook-Präsenzen integriert die geographische Kartenfunktion, über die Facebook-Nutzerinnen und Facebook-Nutzer per Klick in den Infobereich gelangen, wo die geographische Lage der Organisation auf einer Landkarte angezeigt wird (34,2%, n=25). Spenden-Anwendungen (4,1%, n=3), Videos (15,1%, n=11) und Notizen (6,8%, n=5) werden kaum in die Facebook-Präsenz integriert. Die Kategorie „Sonstige Anwendungen“ (21,9%, n=16) umfasst individualisierte Anwendungen wie beispielsweise Netiquette, Leitbild, Angebot, Jobs, Petitionen, Informationen für Betroffene und die Wirtschaft, Freundeseinladung, Katalogbestellung, Wohltätigkeitsveranstaltung, Blog oder Newsletter.

4.4 Anzahl und Inhalte der Facebook-Beiträge

Insgesamt wurden 2.479 Beiträge von den sozialwirtschaftlichen Organisationen im Untersuchungszeitraum (1. Januar 2012 bis 30. Juni 2012) auf ihren jeweiligen Facebook-Präsenzen erstellt. Im Durchschnitt wurden pro Organisation 34,43 Beiträge (n=72, sd=45,62) verfasst. 13 Organisationen (18,1%) erstellten keinen Facebook-Beitrag. Eine Organisation weist mit 308 Beiträgen den Maximalwert auf, was einer Beitragsfrequenz von 1,7 Meldungen pro Tag entspricht. Die zweitgereihte Organisation zeigt mit 154 Facebook-Beiträgen einen großen Abstand zur führenden Organisation. Wie deutlich sich die erstgereihte Organisation von den anderen Organisationen unterscheidet, wird durch den Vergleich mit der durchschnittlichen Beitragsfrequenz pro Tag aller sozialwirtschaftlichen Organisationen (m=0,19) sichtbar. Die meisten Facebook-Beiträge verfassten die Organisationen zu sozialpolitischen Themen (n=402), Ankündigungen von Eigenveranstaltungen (n=401) und eigenen Angeboten (n=393). In Bild 1 wird die Verteilung der insgesamt 2.479 Beiträge pro Thema dargestellt.

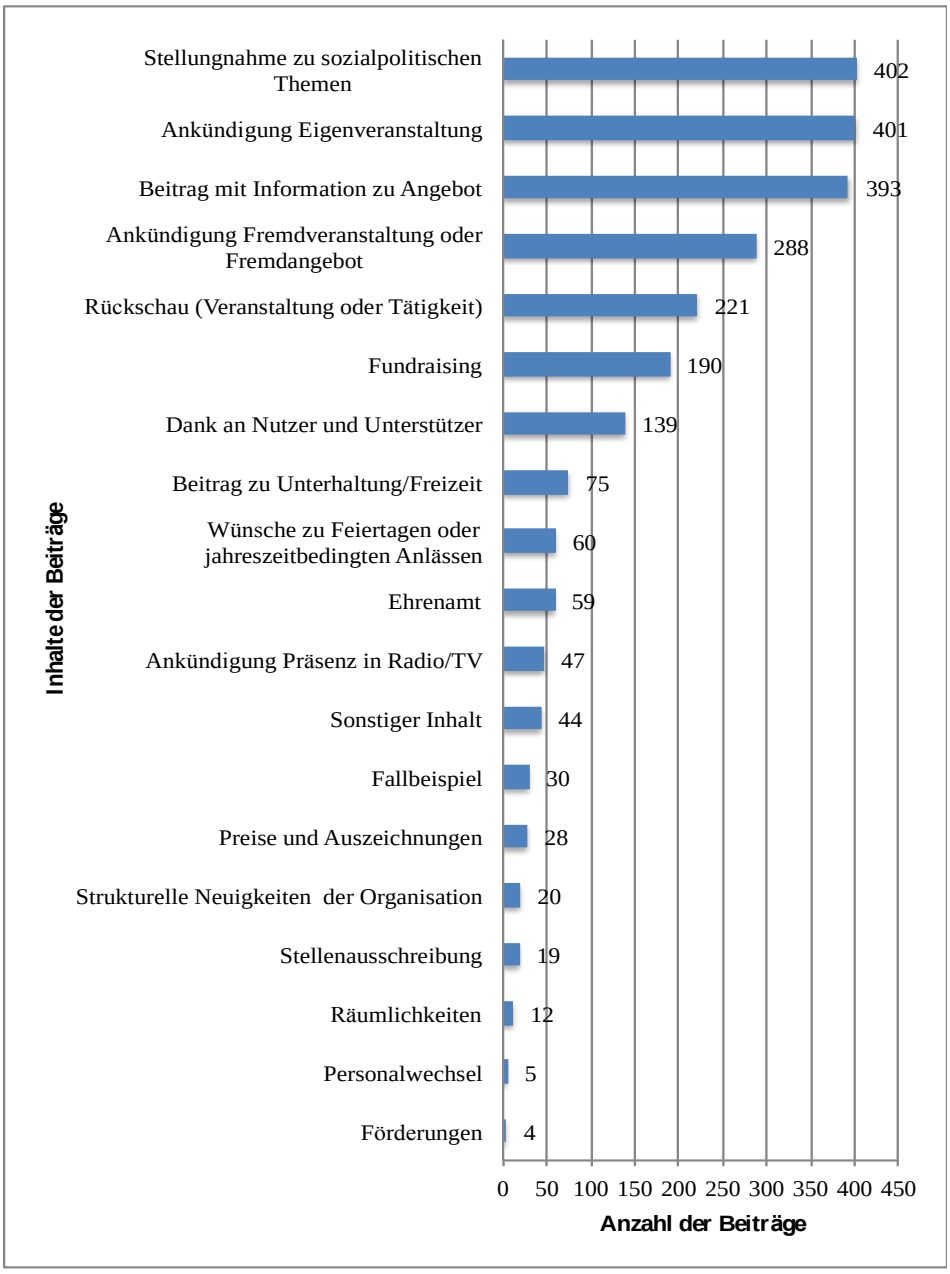


Bild 1: Thematische Verteilung der Inhalte in den Beiträgen gereiht nach der absoluten Häufigkeit

Facebook wird zum Verbreiten von Stellenausschreibungen von den untersuchten Organisationen jedoch wenig (n=19) genutzt. Die Funktion Facebook-Meldungen mit aktuellen Informationen zu den Organisationsleistungen wird häufig genutzt; mehr als ein Zehntel aller Beiträge enthielt Informationen zum organisationseigenen Angebot (11,3%, n=284). Auch für Ankündigungen zu Veranstaltungen (Eigen- sowie Fremdveranstaltungen) wird Facebook häufig eingesetzt (401 Facebook-Beiträge; 16,2%). Diese Anzahl setzt sich aus Beiträgen von nur 47 Organisationen zusammen; 25 Organisationen haben demnach keinen einzigen Beitrag zu Veranstaltungsankündigungen verfasst. Anhand des Verhältnisses zwischen Veranstaltungsankündigungen und Nachrichten zur Veranstaltungsrückschau (Relation 2:1) ist deutlich erkennbar, dass einige Organisationen ihre Veranstaltungen in Facebook entsprechend ankündigen, jedoch ein Nachholbedarf in der Nachbereitung dieser Veranstaltungen besteht. Gleichzeitig zeigt sich dadurch auch, dass Facebook eher als externes Kommunikationsmittel

eingesetzt wird (zum Beispiel zum politischen Appell an den entsprechenden politischen Adressatenkreis) und nicht als Instrument zur Kommunikation mit organisationsnahen Interessensgruppen. Dies ist beispielsweise in der vergleichsweise niedrigen Anzahl an Facebook-Beiträgen zu organisationsstrukturellen Themen erkennbar. Fundraising gehört zu den am häufigsten genannten Beitragsthemen, die von den Organisationen adressiert werden (190 Facebook-Beiträge; 7,7%), jedoch zeigt sich ein großer Abstand zu den Spitzenreiter-Themen. Die Fundraising-Beiträge stammen von 39 verschiedenen Organisationen; diese rufen zu Spenden auf, berichten über Spendenaktionen und die Spendenwidmung. Durchschnittlich verfassten die untersuchten Organisationen im Betrachtungszeitraum 2,64 Beiträge zum Thema Fundraising. Darüber hinaus setzen drei Organisationen spezifische Spenden-Anwendungen ein. Insgesamt betrachtet wird das Potenzial von Facebook für das Fundraising nicht im möglichen Maße ausgeschöpft. Andererseits zeigt sich dadurch auch, dass Facebook nicht nur als Spendenkanal angesehen wird. 139 (5,6%) Beiträge wurden zum „Dank sagen“ genutzt wird. Obwohl sozialwirtschaftliche Organisationen eine Lobbyfunktion für benachteiligte Personen einnehmen und strukturelle Problemlagen thematisieren, veröffentlichte im Untersuchungszeitraum etwa die Hälfte der Organisationen (51,4%, n=37) keinen einzigen Beitrag zu diesem Themenfeld. Beispiele von Einzelschicksalen oder zu Erfolgen von betreuten Personen wurden insgesamt 30 Mal in den Statusbeiträgen veröffentlicht (1,2%). Mit dem Management von Ehrenamtlichen beschäftigen sich verhältnismäßig wenige Beiträge (2,4%, n=59). Mit 60 Beiträgen (2,4%) kommt den Wünschen zu Feiertagen beziehungsweise jahreszeitbedingten Anlässen ein beträchtliches Gewicht zu. Beiträge dieser Inhalte zählen in der Praxis zu den typischen Beiträgen von Neulingen auf Facebook. Etwa 3% der Beiträge enthielten humorvolle Bilder und Videos sowie Empfehlungen zu kulturellen Veranstaltungen.

4.5 Interaktivität und Viralität

Die Auswertung der Anzahl der „Gefällt mir“-Angaben, der Kommentare und der Häufigkeit, mit der Beiträge von Nutzer geteilt werden, gibt Aufschluss über die Intensität der Interaktion mit Facebook-Nutzern [2; 7]. Im Durchschnitt wurden im ersten Halbjahr 2012 pro Organisation 287 Beiträge mit „Gefällt mir“ markiert (sd=723,78). Der Mittelwert der „Gefällt mir“-Angaben aller Organisationen pro erstelltem Beitrag betrug 4,46. 17 Organisationen erhielten keine „Gefällt mir“-Angabe, wovon 13 jedoch keinen Beitrag verfasst hatten. 23 Organisationen weisen keine Kommentare auf ihre Beiträge in der Facebook-Chronik auf. Die Organisation mit der höchsten Anzahl an Facebook-Kommentaren, die als Reaktion auf Beiträge der Organisation mit einer „Gefällt mir“-Angabe versehen wurden, zeigt mit 359 Kommentaren einen großen Abstand zu den übrigen Organisationen; sie liegt deutlich über dem Durchschnitt (m=26,1, sd=59,09). Die am häufigsten über die „Teilen“-Funktion weitergetragenen Beiträge kann, wie auch bei Berechnung der Anzahl der Weiterleitungen pro verfasstem Facebook-Beitrag (n=4,88), die gleiche Organisation (n=751) vorweisen.

4.6 Das Verhältnis von Eigen- und Fremdbeiträgen

Das Verhältnis von „Eigenbeiträgen“ und „Fremdbeiträgen“ ist ein wesentlicher Indikator für die Interaktion mit Facebook-Nutzern [2; 7; 13]. Im Untersuchungszeitraum waren 15,5% der Beiträge (N=2.935) Fremdbeiträge. 35 Organisationen verfügten im Untersuchungszeitraum über keine Fremdbeiträge. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass zwölf Organisationen das Verfassen von Fremdbeiträgen in den Beitragsoptionen deaktiviert haben. Diese Deaktivierung widerspricht den grundsätzlichen Zielsetzungen von sozialen Netzwerkportalen und muss daher kritisch hinterfragt werden. Die von den sozialwirtschaftlichen Organisationen erstellten Beiträge bewirkten im Durchschnitt 8,33 „Gefällt mir“-Angaben und 0,74 Kommentare pro Beitrag. Die Fremdbeiträge

erzielten als Rückmeldung insgesamt 391 „Gefällt mir“-Angaben und 143 Kommentare. Im Vergleich dazu fallen die Rückmeldungen auf Fremdbeiträge mit 0,86 „Gefällt mir“-Angaben und 0,31 Kommentare im Durchschnitt geringer aus. Ein weiterer Indikator für eine gelungene Facebook-Präsenz ist ein niedriger Wert an Fremdbeiträgen, die ohne Reaktion seitens der Organisationen bleiben [2; 15]. Die Auswertung der Fremdbeiträge ergab, wie Tabelle 2 verdeutlicht, dass insgesamt 70,4% der Fremdbeiträge von der jeweiligen Organisation weder mit einer „Gefällt mir“-Angabe markiert noch kommentiert wurden. Andere Facebook-Nutzerinnen und Facebook-Nutzer reagierten wesentlich häufiger auf Fremdbeiträge mit „Gefällt mir“ (69,7%, n=318) oder Kommentaren (17,8%, n=81), als dies bei den sozialwirtschaftlichen Organisationen der Fall ist, wo insgesamt nur 16% der Fremdbeiträge mit „Gefällt mir“ markiert (n=73) und 13,6% kommentiert (n=62) worden sind.

Variable	Anzahl der Reaktionen auf Fremdbeiträge durch die Organisation	Anteil der Reaktionen auf Fremd-beiträge durch Organisation	Anzahl der Reaktionen auf Fremdbeiträge durch andere Nutzer	Anteil der Reaktionen auf Fremd-beiträge durch andere Nutzer	Gesamt
„Gefällt mir“	73	16,0%	318	69,7%	391
Kommentar	62	13,6%	81	17,8%	143
Summe	**135**	**-**	**399**	**-**	**534**

Tabelle 2: Anzahl und Anteil der Reaktionen auf Fremdbeiträge (N=456)

4.7 Die Multimedialität der erstellten Facebook-Beiträge

Tabelle 3 verdeutlicht, dass mehr als ein Fünftel der Beiträge, die von den untersuchten Organisationen erstellt wurden, Fotos (n=12) oder Links zu Fotos oder Fotoplattformen außerhalb von Facebook enthielten (n=4). 79,1% der Beiträge verfügten über keine Fotos oder Links zu Fotos, obwohl nach Angaben von Facebook jene Beiträge, denen Fotos angehängt werden, um 120% mehr Interaktionen mit Facebook-Nutzerinnen und Facebook-Nutzern erzielen [2; 6; 7; 15]. Dies spiegelt sich bei einer Gegenüberstellung der Interaktionen von Beiträgen mit und ohne Fotos wider. Beiträge mit Fotos haben 3,07 Mal mehr „Gefällt mir“-Angaben und 3,02 Mal mehr Kommentare bewirkt als jene ohne Fotos. Beiträge mit Fotos wurden zudem häufiger geteilt als jene ohne Fotos.

Variable	Beiträge mit Foto	Beiträge ohne Foto	Gesamt	Verhältnis
Anzahl der Beiträge	512	1.967	2.479	1:3,84
„Gefällt mir“	9.181	11.478	20.659	1:1,25
„Gefällt mir“ pro Beitrag (Ø)	17,93	5,84	8,33	3,07:1
Kommentare	804	1.023	1.827	1:1,27
Kommentare pro Beitrag (Ø)	1,57	0,52	0,74	3,02:1
Geteilt	940	1.370	2.310	1:1,46
Geteilt pro Beitrag (Ø)	1,84	0,70	0,93	2,64:1

Tabelle 3: Vergleich der Interaktivität von Beiträgen mit und ohne Foto

Videos wurden sehr selten eingesetzt. In 105 von 2.479 Beiträgen wurden Videos mittels spezialisierter Social-Media-Dienste wie Youtube und Vimeo eingebettet oder verlinkt (4,2%). Die Video-Anwendung von Facebook wird in nur fünf Beiträgen eingesetzt. Insgesamt enthalten mehr als die Hälfte der Beiträge Links zu anderen Online-Angeboten außerhalb von Facebook (53,9%, n=1.336). Wenn bei dieser Kennzahl darüber hinaus auch Links zu Facebook-internen Anwendungen berücksichtigt werden, beinhalten 57,2% der Beiträge Links (n=1.417). Dabei ist interessant, dass 56,2% der Organisationen in zumindest eine Beitrag den Link zur eigenen Organisationswebseite anführen (n=41). 308 Links (34,2%) verweisen in Form von Pressemeldungen oder -artikel auf Fremd-Webseiten. Es ist jedoch in diesem Zusammenhang anzumerken, dass 69,5% aller Links zu Presseartikeln oder -meldungen von nur drei Organisationen angegeben wurden.

5 Diskussion und Conclusio

Facebook bietet sozialwirtschaftlichen Organisationen umfassende Möglichkeiten zur Organisationskommunikation und zur Interaktion mit den verschiedenen Anspruchsgruppen. Generell zeigen die Analyse der Echtdaten, dass sozialwirtschaftliche Organisationen in Wien ihren verschiedenen Anspruchsgruppen nur eingeschränkt Kommunikationsmöglichkeiten bieten. Diese Zurückhaltung erscheint für die Interaktion und Beziehungspflege zu Fördergebern, potenziellen Spender und Freiwilligen kontraproduktiv und nicht im Sinne der Erreichung der Organisations- und Kommunikationsziele. Trotzdem lassen sich Entwicklungspotentiale ableiten und die Bereitschaft zur Nutzung von Facebook zur Erreichung von Kommunikations- und Organisationszielen sehr gut erkennen. So verfügten beispielsweise die Facebook-Präsenzen in der Fotoansicht über durchschnittlich 23 Fotos. Mehr als zwei Drittel der sozialwirtschaftlichen Organisationen setzten Facebook-Anwendungen ein (68,5%, n=50), wobei Veranstaltungen (n=37) und die Karten-Funktion (n=25) am häufigsten genutzt wurden.

Gleichfalls wurden formale und inhaltliche Charakteristika von 2.479 Facebook-Beiträgen, die in den Chroniken den sozialwirtschaftlichen Organisationen erstellt wurden, analysiert. Pro Organisation wurden im Untersuchungszeitraum durchschnittlich 34,43 Facebook-Beiträge verfasst. 13 Facebook-Präsenzen wiesen jedoch im untersuchten Zeitraum von sechs Monaten keinen einzigen Beitrag auf, was ein klarer Indikator für eine unausgereifte Organisationskommunikation in diesem sozialen Netzwerkportal ist. Die einzelnen Beiträge wurden von den Nutzern durchschnittlich 4,46 Mal mit „Gefällt mir“-Angaben markiert, 0,43 Mal kommentiert und 0,44 Mal geteilt. Facebook-Beiträge mit Fotos zeigten deutlich höhere Interaktivitätswerte auf als Facebook-Beiträge ohne Fotos, was Facebooks Empfehlung, vermehrt Fotos einzusetzen [5; 6], bestärkt.

Inhaltlich wurden die meisten Facebook-Beiträge zu sozialpolitischen Themen verfasst (n=402). Diese hohe Anzahl verdeutlicht den Druck auf sozialwirtschaftliche Organisationen im Internet sichtbar zu werden. Des Weiteren wurden Eigenveranstaltungen und Informationen zu eigenen Angeboten häufig angekündigt. Bei der Inhaltsanalyse der Facebook-Beiträge wurde auch festgestellt, dass sozialwirtschaftliche Organisationen, Informationen zu Fremdangeboten und -veranstaltungen teilen. Gleichfalls ist auffällig, dass ein großer Teil der Beiträge Wünsche zu den Festtagen sowie Danksagungen enthielten. Diese Beitragsformen sind typische Beispiele für wenig erfahrene Organisationen mit sozialen Netzwerkportalen. Die Studien von Kiefer [8; 9], Reynolds [14], Waters et al. [16] und Waters [17] haben die Potenziale und Nutzungspraktiken von sozialen Netzwerkportalen zu Zwecken des Spendenzwecke und Ehrenamtlichen-Managements aufgezeigt. Die vorliegende Studie zeigt, dass die sozialwirtschaftlichen Organisationen in Wien insbesondere in den

Bereichen des Spendenmanagements und des Ehrenamtlichen-Managements das Potenzial und die verschiedenen Spendenmöglichkeiten von Facebook nicht erschöpfend nutzen. Diese Nutzungsschwäche spiegelt sich auch in der geringen Anzahl der Organisationen, die Facebook zum Fundraising einsetzen (13% der 275 untersuchten Organisationen), wider. Zur weiteren Untersuchung der Entwicklungspotenziale von Facebook und zur Ermittlung des Entwicklungsstandes ist die Entwicklung eines allgemeingültigen Bewertungsschemas wissenschaftlich wünschenswert. In diesem Zusammenhang sind auch die Entwicklung von weiteren Kennzahlen zur Messung der Facebook-Nutzung sowie die Entwicklung eines übergreifenden Kennzahlensystems zur Messung von Aktivitäten in sozialen Netzwerkportalen zentrale Forschungsfelder [7; 13; 15]. Für die weitere Forschung kann ein Vergleich des Facebook-Einsatzes sozialwirtschaftlichen Organisationen mit privatwirtschaftlichen Unternehmen durchgeführt werden. Eine vertiefende Untersuchung zur Kommunikation mit Klienten sozialwirtschaftlicher Organisationen via Facebook in unterschiedlichen Handlungsfeldern der sozialen Wirtschaft können weitere relevante Informationen für die Wissenschaft und die Praxis liefern. Zudem können die Potenziale mobiler Anwendungen auf Facebook für sozialwirtschaftliche Organisationen u.a. auch im Hinblick auf datenschutzrechtliche Aspekte erhoben werden.

Abschließend sind auf die Limitationen der vorliegenden Forschungsstudie hinzuweisen. Im Rahmen der Datenerhebung der vorliegenden Studie wurde ausschließlich öffentlich zugängliches Datenmaterial verwendet. Kennzahlen auf Basis von Facebook-Insights wurden daher nicht berücksichtigt, was für zukünftige Forschung im Feld eine vielversprechende Erweiterung darstellt. Die vorliegende Studie beschränkt sich auf sozialwirtschaftliche Organisationen in Wien, woraus eine regionale Begrenztheit resultiert. Ein Großteil aller sozialwirtschaftlichen Organisationen in Österreich ist jedoch in Wien angesiedelt, daher kann von einer überregionalen Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse ausgegangen werden. Ein Ländervergleich des Facebook-Einsatzes von sozialwirtschaftlichen Organisationen kann zukünftiger Forschungsgegenstand sein.

6 Literatur

[1] Briones, R; Kuch, B; Fischer Brooke, L; Jin, Y (2011): Keeping up with the digital age: How the American Red Cross uses social media to build relationships, in: Public Relations Review, Vol. 37, S. 37-43.

[2] Brocke, A; Faust, A (2011): Berechnung von Erfolgskennzahlen für Facebook Fan-Pages, in: i-com, Vol. 10, S. 44-48.

[3] Curtis, L; Edwards, C; Fraser, K. L; Gudelsky, S; Holmquist, J; Thornton, K; Sweetser, K D. (2010): Adoption of social media for public relations by nonprofit organizations, in: Public Relations Review, Vol. 36, S. 90-92.

[4] Dimmel, N (2007): Sozialwirtschaft in der Sozialordnung, in: Dimmel, Nikolaus (Hrsg.), Das Recht der Sozialwirtschaft, Wien/Graz, S. 9-58.

[5] Facebook (2013a): Facebook for Business: Build Your Page. http://www.facebook.com/business/build, Zugriff am 18.04.2013.

[6] Facebook (2013b): Facebook: Newsroom: Key Facts. http://newsroom.fb.com/Key-Facts, Zugriff am 18.04.2013

[7] Heidemann, J; Klier, M; Landherr, A; Probst, F (2011): Soziale Netzwerke im Web – Chancen und Risiken im Customer Relationship Management von Unternehmen, in: Wirtschaftsinformatik & Management, 3. Jg., S. 40-45.

[8] Kiefer, K (2010): NPOs im Social Web: Status quo und Entwicklungspotenziale, in: Bär, M; Borcherding, J; Keller, B (Hrsg.), Fundraising im Non-Profit-Sektor. Marktbearbeitung von Ansprache bis Zuwendung, Wiesbaden, S. 283- 296.

[9] Kiefer, K (2013): Social Media Engagement deutscher NPO, in: Gmür, M; Schauer, R; Theuvsen, L (Hrsg.): Performance Measurement in Nonprofit Organisationen – Theoretische Grundlagen, empirische Ergebnisse und Anwendungsbeispiele, Freiburg, S. 386-396.

[10] Lovejoy, K; Saxton, G (2012): Information, Community and Action: How Non-Profit Organizations use Social Media, in: Journal of Computer-Mediated Communication, Vol. 17, S. 337-353.

[11] Mayring, P (2002): Qualitative Sozialforschung. 5. Auflage. Beltz, Weinheim

[12] Miller, D (2010): Nonprofit Organizations and the Emerging Potential of Social Media and Internet Resources, in: SPNHA Review, Vol. 6, S. 34-52.

[13] Reisberger, T; Smolnik, S (2008): Modell zur Erfolgsmessung von Social-Software-Systemen, in: Bichler, M; Hess, T; Krcmar, H; Lechner, U; Matthes, F; Picot, A; Speitkamp, W; Wolf, P (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008, München, Berlin, 2008, S. 13.

[14] Reynolds, C E. (2011): Friends Who Give: Relationship-Building and Other Uses of Social Networking Tools by Nonprofit Organizations. http://elonuniversity.contentdm.oclc.org/cdm-/singleitem/collection/p15446coll7/id/135/rec/2, Zugriff am 18.04.2013.

[15] Richter, A; Koch, M (2008): Funktionen von Social Networking Diensten, in Bichler, M; Hess, T; Krcmar, H; Lechner, U; Matthes, F; Picot, A; Speitkamp, W; Wolf, P (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008, München, Berlin, S. 1240-1250.

[16] Waters, Richard D. (2010): The Use of Social Media by Nonprofit Organizations. An Examination from the Diffusion of Innovations Perspective, in: Dumova, T; Fiordo, R (Hrsg.), Handbook of Research on Social Interaction Technologies and Collaboration Software: Concepts and Trends. Hershey, PA, S. 473-485.

[17] Waters, R D; Burnett, E; Lamm, A; Lucas, J (2009): Engaging stakeholders through social networking: How nonprofit organizations are using Facebook, in: Public Relations Review, Vol. 35, S. 102-106.

Reduktion der Informationsüberflutung durch Informationsbedarfsmuster in der E-Mail-Kommunikation

Dirk Stamer

Universität Rostock, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 18059 Rostock,
E-Mail: Dirk.Stamer@uni-rostock.de

Research in Progress Paper

Abstract

Unternehmen sind mit einer immensen Fülle an Informationen konfrontiert. Gerade für Wissensarbeiter oder Entscheidungsträger sind Informationen ein essentielles Gut. Die E-Mail-Kommunikation hat sich in Unternehmen als wichtiger Informationskanal etabliert, aber die Vielzahl der täglich empfangenen E-Mails behindert hingegen oft ein effizientes Arbeiten. Diese Arbeit greift das Problem der Informationsüberflutung in der E-Mail-Kommunikation auf und bietet das bestehende Konzept der Informationsbedarfsmuster als Lösung an. Es werden ein Konzept zur automatischen Filterung, Bereitstellung und Präsentation von E-Mails zum benötigten Zeitpunkt anhand eines gegebenen Informationsbedarfs vorgestellt sowie eine prototypische Implementierung einer Erweiterung für das E-Mail-Programm „Thunderbird“ gezeigt.

1 Einleitung und Problemstellung

Jeden Tag wird eine Vielzahl an Informationen produziert. Dieses Aufkommen hat sich in den letzten Jahren stark erhöht. Die Gesellschaft hat sich zu einer Informationsgesellschaft verändert, wo nicht mehr die Verfügbarkeit von Informationen als Hindernis für eine bedarfsgerechte Informationsversorgung angesehen werden kann, sondern das Auffinden der Information durch die Person, die sie benötigt. Diese Entwicklung macht vor Unternehmen nicht halt, sodass auch sie sich mit einer stetig wachsenden Menge an Informationen konfrontiert sehen, wie Untersuchungen gezeigt haben [1].

Die Informationslogistik als Anwendungsfeld der Wirtschaftsinformatik nimmt sich dieses Problems an und hat zum Ziel eine Verbesserung des Informationsflusses in Organisationen durch eine bedarfsgerechte Informationsversorgung zu erreichen. Die Informationslogistik bietet hierzu Methoden, Konzepte und Werkzeuge an, um eine Verbesserung zu erreichen. Unter dem Begriff der bedarfsgerechten Informationsversorgung wird die richtige Information, zur richtigen Zeit, in der richtigen Qualität, in der richtigen Form und am richtigen Ort für die suchende Person aufgefasst [6].

Für eine bedarfsgerechte Informationsversorgung ist neben dem Mangel an Informationen insbesondere die Überflutung mit Informationen in Unternehmen als Hindernis anzusehen. Öhgren und Sandkuhl stellten in einer empirischen Studie dar, dass rund zwei Drittel der schwedischen Manager aus dem Top-Management und mittleren Management unter Informationsüberflutung leiden. In dieser Umfrage gaben 37% an „viel zu viele Informationen“ zu bekommen und weitere 29% noch „zu viele Informationen“ zu erhalten [5]. Der Begriff der Informationsüberflutung wird häufig mit einem zu viel an Informationen gleichgesetzt. Speier et.al. stellen jedoch heraus, dass sowohl die Anzahl der Informationen, als auch die Komplexität und die verfügbare Zeit der bearbeitenden Person in Beziehung zueinander stehen [11].

In Unternehmen hat sich die E-Mail als wichtiges Kommunikationsmedium etabliert. Auch hier ist eine Überflutung mit E-Mails in Unternehmen zu sehen, die wie Volnhals und Hirsch in einer Untersuchung gezeigt haben, negative Auswirkungen auf die Entscheidungsqualität von Managern hat und somit unter anderem zu ökonomischen Konsequenzen führt. Es wird darauf hingewiesen, dass Informationsüberflutung definiert werden kann als die Menge der Informationen, die eine kognitive Verarbeitungskapazität übersteigt [12]. Soucek und Moser hingegen haben in einer Befragung drei Facetten der Informationsüberflutung durch E-Mails identifiziert. Diese sind die Masse der eintreffenden E-Mails, ineffiziente Arbeitsabläufe und eine unzulängliche Qualität der Kommunikation [10].

Im weiteren Verlauf wird ein Konzept und eine prototypische Implementierung vorgeschlagen, die eine Möglichkeit anbieten, unter der Verwendung von Informationsbedarfsmustern in der E-Mail-Kommunikation eine bedarfsgerechte Informationsversorgung zu ermöglichen.

Diese Arbeit ist im Weiteren wie folgt strukturiert: aufbauend auf der Problemstellung in diesem Kapitel, stellt Kapitel zwei den aktuellen Stand der Forschung dar. Im nachfolgenden Kapitel wird ein Konzept zum automatischen Filtern und Bereitstellen von E-Mails mit Hilfe von Informationsbedarfsmustern vorgeschlagen. Eine beispielhafte Implementierung dieses Konzepts wird in Kapitel vier thematisiert und kritisch beleuchtet. Zuletzt gibt Kapitel fünf eine Zusammenfassung und einen Ausblick über weitere Forschungs- und Einsatzmöglichkeiten.

2 Hintergrund und verwandte Arbeiten

2.1 Informationsbedarfsmuster

Lundqvist hat in einer Untersuchung in Unternehmen gezeigt, dass der Informationsbedarf eines Mitarbeiters in einem Unternehmen an die Rolle in der Organisation gekoppelt ist, die er oder sie ausfüllt. Die strukturierte Erfassung dieser Informationen, die zur Erfüllung der Arbeitsaufgaben notwendig sind, wurde durch die Entwicklung einer Methode zur Informationsbedarfsanalyse unterlegt und validiert [3].

Nachdem der Informationsbedarf einer Rolle in Unternehmen erfassbar gemacht werden konnte, wurde durch Sandkuhl das Konzept der Informationsbedarfsmuster vorgestellt. Wie auch Muster in anderen Disziplinen der Informatik, haben diese Muster den Zweck eine bewährte Lösung für ein Problem zu erfassen und wiederverwendbar zu machen. Mit Informationsbedarfsmustern wird das identifizierte organisatorische Wissen strukturiert erfasst und wiederverwendbar gemacht [7].

Informationsbedarfsmuster bestehen aus fünf integralen Bestandteilen:

Name des Musters, organisatorischer Kontext, Probleme, konzeptuelle Lösung und Effekte.

Der *Name des Musters* dient der Identifikation und ist üblicherweise der Name der Rolle, die durch das Muster beschrieben wird.

Der *organisatorische Kontext* beschreibt den Anwendungskontext, in dem das Muster angewandt werden kann. Dies können Abteilungen, Funktionen oder Domänen sein.

Probleme stellt die Schwierigkeiten und Herausforderungen dar, mit denen die Person in der Ausfüllung ihrer Rolle im Unternehmen konfrontiert ist. Daneben werden unter diesem Punkt ebenfalls die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Rolle subsumiert.

Wie die beschriebenen Probleme der Rolle gelöst werden können, wird im Bestandteil *konzeptuelle Lösung* dargestellt. Diese teilt sich auf in drei zu berücksichtigende Felder: Informationsbedarf, Qualitätskriterien und Zeitstrahl. Der Informationsbedarf beschreibt die Informationen, die notwendig sind, um die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Rolle erfüllen zu können. Die Qualitätskriterien beschreiben die Qualität, in der die Informationen vorliegen müssen. Berücksichtigt werden hier die generelle Wichtigkeit, die Korrektheit, die Zeit und die Vollständigkeit der Informationen. Der Zeitstrahl stellt dar, zu welchem Zeitpunkt die benötigte Information spätestens zur Verfügung stehen muss.

Der Teil *Effekte* beschreibt Auswirkungen, die eintreten können, wenn die Information nicht oder nicht rechtzeitig vorhanden ist. Die möglichen auftretenden Effekte können den folgenden Dimensionen zugeordnet werden: ökonomische Effekte, Zeit und Effizienz, Arbeitsqualität, Motivation, Lernen und Erfahrung und Kunden [7]. Das beschriebene Konzept der Informationsbedarfsmuster wurde in verschiedenen weiteren Arbeiten untersucht und auf seine Anwendbarkeit hin validiert [8].

2.2 Ähnlicher Ansatz

James Kent hat für das E-Mail-Programm Thunderbird eine Erweiterung programmiert, die es ermöglicht, ähnliche E-Mails in einem E-Mail-Postfach zu finden und dem Nutzer zu präsentieren.

Dazu muss der Nutzer eine E-Mail, die von Interesse für ihn ist, markieren. Mithilfe von Bayes-Filtern bestimmt die Erweiterung danach ähnliche E-Mails und markiert diese für den Nutzer. Die Qualität des Filterns lässt sich dadurch verbessern, dass der Nutzer noch weitere relevante E-Mails markiert.

Es ist also eine stetige Interaktion mit dem Programm notwendig, um eine hohe Qualität zu erreichen. Das Programm lässt es ebenfalls nicht zu die Kriterien des Filtern vorzugeben. Als Nachteil kann angesehen werden, dass das Programm die Suchbegriffe innerhalb der E-Mails selbstständig bestimmt und somit nicht den Wünschen des Nutzers entspricht. Ebenfalls unberücksichtigt bleibt bei diesem Programm die Informationen, die im Betreff und allgemein im Header der E-Mail, codiert sind [2]. Derartige inhaltsbasierte Ansätze sind jedoch, wie Schryen zeigte, sehr fehleranfällig [9].

3 Konzeptuelle Überlegungen zur Lösung des Problems

Informationsbedarfsmuster wurden als eine Möglichkeit vorgestellt, den Informationsbedarf von Rollen in Organisationen strukturiert zu erfassen und wiederverwendbar zu machen. Diese erfassten Informationsbedarfe, die Aufgaben und Verantwortlichkeiten zugeordnet sind, sollen nun weiterverwendet werden, um eine Lösung für das im Vorfeld erläuterte Problem der Informationsüberflutung im Kontext der E-Mail Kommunikation anzubieten.

Das Ziel ist es, eine Person, die eine Rolle mit definierten Aufgaben ausfüllt, durch eine automatisierte Informationsbereitstellung zu dem Zeitpunkt, an dem die Information notwendig ist, zu unterstützen. Das Einsatzfeld des Konzepts kann ein Unternehmen oder eine Organisation sein, die E-Mail als Kommunikationsmedium nutzt und unter Informationsüberflutung leidet. Dem Nutzer sollen für die Erfüllung seiner Aufgaben notwendigen E-Mails in geeigneter Form zum in Frage kommenden Zeitpunkt präsentiert werden. Die Interpretation der Informationen innerhalb der E-Mail obliegt weiterhin dem Nutzer. Als Vorbedingung für die Anwendung des Konzepts wird das Vorhandensein eines bestehenden Informationsbedarfsmusters angenommen, das die zu unterstützende Rolle beschreibt.

Informationsbedarfsmuster werden bislang in einer semi-strukturierten textuellen Form erfasst. Diese Form ist durch Computer weder lesbar noch interpretierbar. Daher ist es notwendig die Informationsbedarfsmuster zunächst maschinenlesbar zu gestalten. Es wird hier vorgeschlagen entweder Ontologien oder die Extensible Markup Language (XML) als Auszeichnungssprache zu benutzen.

In Informationsbedarfsmustern ist der konkrete Informationsbedarf nur sprachlich beschrieben und nicht interpretierbar durch Computer, daher wird weiterhin angeregt, den Informationsbedarfen zunächst von Hand Schlüsselwörter zuzuordnen, die die Information beschreiben und somit identifizierbar machen.

Informationen haben zu einem bestimmten Zeitpunkt ihren höchsten Wert. Wird die Information nach diesem Zeitpunkt geliefert, ist sie eventuell wertlos. Wird sie vorher erhalten, ist ihr Wert noch gering. Die Information muss also dem Nutzer präsentiert werden, wenn es die Erfüllung der Aufgabe erfordert. Dieser Zeitpunkt geht aus dem Zeitstrahl des Informationsbedarfsmusters hervor.

Bei der Identifikation der relevanten E-Mails sollen nicht nur gerade eintreffende E-Mails erfasst, sondern auch bereits vorhandene E-Mails gegebenenfalls markiert werden, um dem Punkt Rechnung zu tragen, dass mit dem Näherrücken eines definierten Zeitpunkts der Wert der Informationen in einer E-Mail steigt und selbige dann für den Nutzer von Interesse ist. Dies kann durch sich zyklisch wiederholende Algorithmen umgesetzt werden.

Sind die relevanten E-Mails zur Erfüllung einer Aufgabe identifiziert, müssen sie zum definierten Zeitpunkt präsentiert werden. Dies kann über das Markieren der E-Mail durch farbliche Hervorhebung geschehen. Denkbar ist ebenfalls die Anwendung der in modernen E-Mail-Programmen vorhandenen virtuellen Ordnern, die alle zur Erfüllung einer Aufgabe relevanten E-Mails an einem Ort anzeigen. Es ist anzumerken, dass dem Nutzer nur die relevanten E-Mails präsentiert werden. Eine Interpretation der Inhalte liegt weiterhin beim Nutzer.

Die Einbindung des vorgeschlagenen Konzepts in die E-Mail-Kommunikation kann sowohl lokal beim Nutzer als auch auf der Seite des E-Mail-Servers erfolgen. Als Vorteil dieser Implementierung ist eine breite Unterstützung von möglichen Endgeräten wie PCs, Smartphones, Tablet-PCs oder auch der Webzugriff auf E-Mails denkbar, da das Filtern der E-Mails nach Inhalten zentral geschieht. Dem entgegen steht ein höherer Aufwand zur Umsetzung der Implementierung sowie die Erweiterung des E-Mail-Servers um neue Software. Bei einer lokalen Implementierung kann das Konzept als Erweiterung des benutzten E-Mail-Programms umgesetzt werden. Moderne E-Mail-Programme bieten hierzu Schnittstellen an. Als Nachteil ist hier anzumerken, dass in diesem Fall keine Unterstützung von anderen Endgeräten umsetzbar ist.

Das Konzept wird angeboten als eine Möglichkeit der Informationsüberflutung innerhalb der E-Mail Kommunikation in Unternehmen zu begegnen. Es kann erwartet werden, dass die automatische Bereitstellung von E-Mails für den Nutzer zu einer Zeitersparnis führen wird, da die Zeit, die er für das Suchen der Informationen benötigen würde, entfiele. Als ökonomische Vorteile können hier eine Steigerung der Effizienz und eine Vermeidung von Fehlentscheidungen angeführt werden.

Als Begrenzung des Einsatzes des vorgeschlagenen Konzepts kann das zuvor notwendige Spezifizieren eines geeigneten Informationsbedarfsmusters angesehen werden. Ebenfalls müssen die erfassten Informationsbedarfe über Schlüsselwörter hinreichend identifizierbar gemacht werden. Es ist zu vermuten, dass die Qualität der präsentierten E-Mails an den Nutzer hiervon signifikant abhängig sein wird. Es ist allerdings denkbar, den Aufwand der Erstellung der Informationsbedarfsmuster und der Festlegung der relevanten Schlüsselworte nicht dem Nutzer aufzubürden, sondern zentral durch Administratoren ausführen zu lassen, um Skaleneffekte bei identischen oder ähnlichen Rollen im Unternehmen zu nutzen.

4 Prototypische Implementierung

Aufgrund der im vorherigen Konzept beschriebenen Anforderungen an ein solches Werkzeug wird im Weiteren kurz dargestellt wie der Prototyp konkret umgesetzt worden ist. Dazu werden die beschriebenen Anforderungen aufgegriffen und erläutert.

Der zu erstellende Prototyp sollte die Machbarkeit des vorgeschlagenen Konzepts zeigen, deshalb wurde entschieden, zunächst eine Erweiterung für das E-Mail-Programm auf der Seite des Nutzers zu entwickeln. Dazu wurde das freie Open-Source-E-Mail-Programm Thunderbird des Anbieters Mozilla benutzt. Die Gründe hierfür sind eine hinreichend große Verbreitung, die Verfügbarkeit des Quelltextes und die einfache Erweiterung des Programms um zusätzliche Software [4].

Die geforderte maschinenlesbare Form der Informationsbedarfsmuster wurde im Prototypen aufgrund der hohen Flexibilität bei der Benutzung mit der Sprache XML umgesetzt. Berücksichtigt wurden hier der Name des Musters, die einzelnen Informationsbedarfe, die Wichtigkeit der Informationen und der Zeitstrahl. Jedem Informationsbedarfsobjekt wurde eine generelle Wichtigkeit - differenziert nach hoch, mittel und niedrig - zugeordnet. Die Wichtigkeit wurde dazu aus den im Muster beschriebenen

Qualitätskriterien extrahiert. Aus dem Zeitstrahl wurde der Zeitpunkt als Datum der spätesten Lieferung der Information gewonnen.

Neben der Transformation des Informationsbedarfsmusters in eine maschinenlesbare Form muss im nächsten Schritt der Informationsbedarf interpretierbar gemacht werden. Dazu wurden jedem Informationsbedarf Schlüsselwörter zugeordnet, die den Informationsbedarf eindeutig beschreiben.

Die erstellte XML-Datei, die nun das maschinenlesbare und interpretierbare Informationsbedarfsmuster beinhaltet, dient für die Erweiterung des E-Mail-Programm Thunderbird als Konfigurations- und Inputdatei. Da diese Datei unabhängig von der eigentlichen Erweiterung existiert, kann sie wie im Konzept vorgeschlagen leicht zentral abgelegt und gepflegt werden.

Aufgrund einer einfachen Anwendung für den Nutzer, wurde darauf verzichtet graphische Elemente zu verwenden. Dies soll ausschließlich zentral über die XML-Datei geschehen. Die weitere Programmierung erfolgte in der für Erweiterungen des Thunderbirds üblichen Sprache Javascript.

Nach einer Installation der Erweiterung prüft sie bei jedem Start des E-Mail-Programms zunächst die XML-Konfigurationsdatei. Aus dieser Datei wird dann der Name des Informationsbedarfsmusters ausgelesen und ein virtueller Ordner mit diesem Namen erzeugt. Im zweiten Schritt werden die Bezeichnungen für die Informationsbedarfe ausgelesen und entsprechend jedem Bedarf ein eigener virtueller Ordner unterhalb des Ordners mit dem Namen des Musters angelegt. Hier werden die zu dem jeweiligen Bedarf identifizierten E-Mails angezeigt.

Die Identifikation der relevanten E-Mails geschieht über das Berücksichtigen der spezifizierten Schlüsselwörter in der Konfigurationsdatei. Dabei ist es möglich die Schlüsselörter mit logischen Operatoren verknüpfen. Der Suchprozess findet im Hintergrund statt, um die Arbeit des Nutzer nicht zu beeinträchtigen. Es wird sowohl der Header als auch der Body der E-Mail durchsucht. Somit sind die auf dem Computer vorliegenden E-Mails erfasst worden. Neue eintreffende E-Mails werden direkt gefiltert und dann in den entsprechenden virtuellen Ordnern angezeigt.

Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass Informationen wichtiger werden, je näher der Zeitpunkt der Nutzung rückt, markiert das Programm die E-Mails in der Signalfarbe rot, wenn das in der Konfigurationsdatei definierte Datum, das jedem Informationsbedarfsobjekt zugeordnet ist, näher rückt. Es wurde bewusst darauf verzichtet das Augenmerk des Benutzer nicht mit sogenannten „Pop-Ups“ auf die E-Mails zu lenken, um eine Unterbrechung der aktuellen Arbeit zu vermeiden.

Das Durchsuchen der gesamten E-Mails des Nutzers bedarf einiger Zeit und führt somit zu dem Umstand, dass die virtuellen Ordner erst nach einigen Minuten die gesuchten E-Mails anzeigen. Zu einer Steigerung der Effizienz der prototypischen Implementierung wird vorgeschlagen die bereits durchsuchten E-Mails zu indexieren und somit einen schnelleren Zugriff zu erlauben.

Wie in Kapitel eins dargestellt wurde, sind die limitierenden Faktoren bei der Verarbeitung von E-Mails die Masse der E-Mails, die Komplexität, die zur Verfügung stehende Zeit und die Verarbeitungskapazität des Nutzers. Das vorgestellte Programm unterstützt den Nutzer bei diesen Punkten und hat direkt positive Effekte auf die zur Verfügung stehenden Zeit, sodass bei gleichbleibender Verarbeitungskapazität eine Steigerung der Effizienz zu vermuten ist.

Abhängig von der Qualität der Beschreibung der Informationsbedarfe durch Schlüsselwörter wird die Qualität der Sortierung der Email signifikant beeinflusst. Hier könnte eine automatische Webrecherche nach Synonymen eingesetzt werden.

Die vorgestellte Erweiterung bietet eine Unterstützung bei der Identifikation von relevanten E-Mails aus einer großen Menge. Eine weitere Verbesserung kann erreicht werden, wenn die Informationen, die für die Erfüllung von Arbeitsaufgaben notwendig sind, aus den relevanten E-Mails extrahiert werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehen von dem Problem der Informationsüberflutung bei der E-Mail-Kommunikation wurde ein Konzept und eine prototypische Implementierung angeboten, um diesem Problem mit der Nutzung von Informationsbedarfsmustern zu begegnen. Das Ziel ist die bedarfsgerechte Informationsversorgung eines Anwenders.

Als Vorteile der Nutzung dieses Konzepts kann in Unternehmen die Erhöhung der Entscheidungsqualität sowie eine Steigerung der Effizienz durch Reduktion der Zeit, die für die Suche nach der benötigten Information verwendet werden muss, angesehen werden.

Die vorgestellte Arbeit unterliegt einigen Beschränkungen. Die Informationsbedarfsmuster müssen für die einzelnen zu unterstützenden Rollen im Vorfeld mit einer Informationsbedarfsanalyse erfasst und erstellt worden sein. Dies muss in einer maschinenlesbaren und interpretierbaren Form geschehen. Hierzu wurde die Auszeichnungssprache XML vorgeschlagen. Neben der Spezifikation von Schlüsselworten zur Identifikation von relevanten E-Mails ist es denkbar, Bayes-Filter zu integrieren, um die Qualität der Ergebnisse der Suche zu verbessern. Es wurde ebenfalls gezeigt, dass das bestehende Konzept der Informationsbedarfsmuster erweitert werden muss, um eine konkretere Abbildung von Zeitaspekten zu ermöglichen.

Weiterer Forschungsbedarfs besteht hinsichtlich der ausstehenden Validierung des vorgeschlagenen Konzepts und der präsentierten Implementierung zur Anwendung im unternehmerischen Umfeld. Hinsichtlich der Frage, wie ein gegebener Informationsbedarf innerhalb eines Musters identifiziert werden kann, ist ebenfalls weitere Arbeit notwendig. Um eine breitere Anwendung zu gewährleisten ist eine Portierung der Implementierung auf andere E-Mail-Programme von weiteren Herstellern wünschenswert. Mit einer Implementierung auf einem E-Mail-Server könnte eine Unterstützung von Endgeräte erreicht werden.

Es wurde gezeigt, dass das vorgestellte Konzept zu einer bedarfsgerechten Informationsversorgung durch eine prototypische Implementierung umgesetzt werden kann. Weiterhin steht zu vermuten, dass es gerade bei wissensintensiven Arbeiten zu einer Entlastung führen kann.

6 Literatur

[1] Edmunds, A; Morris A (2000): The Problem of Information Overload in Business Organisations: a Review of the Literature. International Journal of Information Management 20 (1): 17–28.

[2] Kent, J (2013): TaQuilla. http://mesquilla.com/extensions/taquilla/. Abgerufen am 12.09.2013.

[3] Lundqvist, M; Holmquist, E; Sandkuhl, K (2009): Information Demand Context Modelling for Improved Information Flow: Experiences and Practices. In: *IFIP*. Aachen.

[4] Mozilla Foundation (2013): Mozilla. http://www.mozilla.org/en-US/. Abgerufen: 07.09.2013.

[5] Öhgren, A; Sandkuhl K (2008): Information Overload in Industrial Enterprises - Results of an Empirical Investigation. In: *ECIME*. London.

[6] Sandkuhl, K (2008): Information Logistics in Networked Organizations: Selected Concepts and Applications. In: Filipe, J; Cordeiro, J; Cardoso, J (Hrsg), *9th International Conference, ICEIS*. Madeira.

[7] Sandkuhl, K (2011): Information Demand Patterns. In: *PATTERNS 2011, The Third International Conferences on Pervasive Patterns and Applications*. Rom.

[8] Sandkuhl, K; Stamer, D (2012): Towards Improving Structure and Content of Information Demand Patterns. In: Aseeva, N, Babkin, E, Kozyrev, (Hrsg), *Perspectives in Business Informatics Research (BIR).* Nizhny Novgorod.

[9] Schryen, G (2004): Effektivität von Lösungsansätzen zur Bekämpfung von Spam. Wirtschaftsinformatik 46 (4): 281 – 288.

[10] Soucek, C; Moser, K (2010): Coping with information overload in email communication: Evaluation of a training intervention. Computers in Human Behavior 26 (6): 1458 – 1466.

[11] Speier, C; Valacich, JS; Vessey, I (1999): The Influence of Task Interruption on Individual Decision Making: An Information Overload. Decision Sciences 30(2): 337-360.

[12] Volnhals, M; Hirsch, B (2008): Information Overload und Controlling. Controlling & Management 52 (1): 50 – 57.

Vor- und Nachteile von Bring Your Own Device (BYOD) aus Mitarbeitersicht: Eine qualitative Analyse von Interviews

Benedikt Lebek

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,
E-Mail: lebek@iwi.uni-hannover.de

Vanessa Vogel

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,
E-Mail: vogel@iwi.uni-hannover.de

Michael H. Breitner

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,
E-Mail: breitner@iwi.uni-hannover.de

Abstract

Das Bring-Your-Own-Device (BYOD) Konzept beschreibt die Nutzung privater mobiler Endgeräte von Mitarbeitern für berufliche Zwecke. Aus Unternehmenssicht werden Vorteile wie eine Erhöhung der Mitarbeiterproduktivität oder Kostenreduktionen mit diesem Konzept in Verbindung gebracht. Zur erfolgreichen Implementierung einer BYOD-Strategie sind Unternehmen jedoch auf die Akzeptanz ihrer Mitarbeiter angewiesen, da eine Teilnahme in der Regel freiwillig ist. Diese qualitative Studie zeigt jedoch, dass einige in der Literatur diskutierte Vorteile von BYOD von Mitarbeitern nicht als solche wahrgenommen werden. Zudem führen vor allem Bedenken bezüglich der Wahrung der Privatsphäre sowie der Verwässerung der Grenze zwischen Beruf und Freizeit zu einer negativen Einstellung gegenüber dem BYOD-Konzept. Die Ergebnisse der Studie legen nahe, dass Unternehmen durch Schaffung klarer Richtlinien sowie gezielter Information die Mitarbeiterakzeptanz positiv beeinflussen können.

1 Einleitung

Mobile Endgeräte, wie z. B. Smartphones und Tablets, sind ein fester Bestandteil des täglichen Lebens für viele Menschen geworden [19]. Aufgrund des erhöhten Komforts, sowie der gesteigerten Effizienz und Produktivität solcher Endgeräte, suchen auch mehr und mehr Unternehmen nach Möglichkeiten, diese in ihre Informationstechnologie (IT)-Infrastruktur zu implementieren [22]. Unternehmen, die ihren Mitarbeitern die Nutzung mobiler Endgeräte ermöglichen, versetzen ihre Angestellten in die Lage, den Ort und die Zeit der Arbeitsausführung frei zu wählen. Dabei kommen Unternehmen einerseits den Wünschen der Arbeitnehmer nach mehr Mobilität und Flexibilität entgegen, andererseits erhoffen sich Unternehmen durch die Orts- und Zeitungebundenheit eine Steigerung der Motivation und Produktivität ihrer Mitarbeiter [23].

Eine Möglichkeit zur Implementierung von mobilen Endgeräten in Unternehmen stellt das Bring-Your-Own-Device (BYOD) Konzept dar. BYOD beschreibt die Nutzung von privaten mobilen Endgeräten, die ursprünglich für den Consumer-Markt bestimmt waren, auch für berufliche Zwecke [11] [12] [20]. Dabei erhalten Mitarbeiter mit ihren Privatgeräten Zugriff auf Unternehmensanwendungen sowie E-Mail-Clients und Datenbanken und können Unternehmensdaten erstellen, speichern und verwalten [21] [14]. Unternehmen werden in der Regel durch erhoffte Vorteile zu der Einführung einer BYOD-Strategie bewegt. Zu diesen Vorteilen zählen z. B. eine Reduktion der IT-Kosten, erzielt durch den Wegfall der Anschaffungskosten für mobile Endgeräte, eine erhöhte Mitarbeiterzufriedenheit und eine Steigerung der Produktivität. Zudem erhöht BYOD die Mobilität der Mitarbeiter und deren Erreichbarkeit [20].

Durch das Aufeinandertreffen von privatem Besitz und beruflicher Verwendung der mobilen Endgeräte stellt BYOD die Unternehmens-IT vor neuartige Herausforderungen, da es die Beziehung zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer neu definiert [12] [20]. Um BYOD erfolgreich im Unternehmen einzuführen und den Nutzen dieses Konzepts zu maximieren, ist die Akzeptanz der Mitarbeiter eine wichtige Voraussetzung. Dies resultiert aus der für gewöhnlich freiwilligen Teilnahme an BYOD Programmen. Die Einstellung der Mitarbeiter und damit letztendlich auch deren Nutzungsabsicht hängt dabei sowohl von den wahrgenommen Vorteilen, als auch den wahrgenommenen Nachteilen ab [15]. Obwohl die Technologieakzeptanz-Forschung im Bereich der mobilen Systeme weit verbreitet ist, fand diese im speziellen Kontext von BYOD bisher keine ausreichende Berücksichtigung. Die Anzahl der wissenschaftlichen Studien, die sowohl Vor- und Nachteile von BYOD aus Mitarbeitersicht betrachten ist darüber hinaus sehr gering [20]. Um diese Lücke in der akademischen Literatur zu schließen, liegt dieser Arbeit die folgende Forschungsfrage zugrunde:

> *Welche wahrgenommenen Vorteile und wahrgenommenen Nachteile beeinflussen Mitarbeiter hinsichtlich der Akzeptanz und Nutzung von BYOD?*

Zur Beantwortung dieser Frage wurden explorative Interviews mit 40 Mitarbeitern in 22 Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branchen durchgeführt. Dieser Artikel ist wie folgt aufgebaut: Im zweiten Kapitel wird ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung bezüglich der Vor- und Nachteile des BYOD-Konzeptes aus Mitarbeitersicht gegeben und ein Untersuchungsmodell aufgestellt. In Kapitel drei wird das der Studie zugrundeliegende Forschungsvorgehen beschrieben. Im anschließenden vierten Kapitel werden die Ergebnisse der Interviews präsentiert und anschließend in Kapitel fünf diskutiert. Dabei werden auch Implikationen und Empfehlungen für die Praxis herausgearbeitet. In Kapitel sechs werden Limitationen der Studie erläutert bevor in Kapitel sieben abschließend ein Fazit gezogen wird.

2 Stand der Forschung und Untersuchungsmodell

Der Zweck dieser Studie ist es, die durch Mitarbeiter wahrgenommenen Vor- und Nachteile des BYOD-Konzeptes zu identifizieren und deren Auswirkungen auf die Nutzungsabsicht zu untersuchen. In einer Studie von [15] wurde der Einfluss von wahrgenommenen Unsicherheiten auf die Akzeptanz der Mitarbeiter untersucht. Hierzu wurde eine quantitative Studie basierend auf Technology Akzeptanz Model (TAM) nach Davis (1989) sowie der Theorie des überlegten Handels (engl.: Theory of Reasoned Action - TRA) durchgeführt. Dabei lag der Fokus auf drei negativen externen Variablen: Sicherheitsbedenken, rechtliche Bedenken und Bedenken bezüglich der Privatsphäre. Folgend [10] beschreibt der Term „Sicherheitsbedenken“ den Grad der durch Mitarbeiter wahrgenommenen Bedrohung für die Informationssicherheit des Unternehmens. Durch den Verbleib der mobilen Endgeräte im Privateigentum der Mitarbeiter, lassen sich Sicherheitsrichtlinien nicht im gleichen Umfang auf den Geräten umsetzten, wie dies bei Firmengeräten der Fall wäre [21] [18]. Somit werden durch die Implementierung von BYOD Informationen in Unternehmen neuen Risiken ausgesetzt [20] [24]. Rechtliche Bedenken beziehen sich auf Regelungen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer. So existiert beispielsweise bislang keine eindeutige Rechtsprechung für Haftungsbelange bezüglich der Privatgeräte im dienstlichen Gebrauch. Es ist nicht eindeutig geregelt, wer im Schadensfall aufkommt [7]. Trägt der Mitarbeiter die Schuld am Verlust oder an der Beschädigung, so ist der Arbeitgeber nicht dazu verpflichtet, den Schaden zu ersetzen. Unklarer wird es hingegen, wenn das Gerät im Rahmen der Arbeitsleistung beschädigt wird oder verloren geht [1]. Auch können Mitarbeiter dafür haften, wenn „durch die Nutzung des Gerätes Informationen und Daten unberechtigt veröffentlicht oder an Dritte weitergegeben werden oder gar Daten endgültig gelöscht und dem Zugriff des Unternehmens vollständig entzogen werden“ [1]. Darüber hinaus bestehen Bedenken bezüglich des Arbeitszeitgesetzes, da Mitarbeiter ihr Privatgerät in der Regel permanent bei sich tragen und sie somit auch in ihrer Freizeit für Vorgesetzte, Kollegen oder Kunden erreichbar sind. Daraus resultiert die Frage, ob dies der Arbeitszeit des Mitarbeiters angerechnet werden kann [25]. Diese zunehmende Vereinigung von Beruflichem und Privatem kann ein erhöhtes Stresspotential für den Mitarbeiter zur Folge haben. Oftmals fällt es Mitarbeitern schwer, die Arbeit nach Beendigung des Arbeitstages ruhen zu lassen [20]. Bedenken bezüglich der Privatsphäre ergeben sich aus der Überschneidung von privaten und beruflichen Daten auf den Endgeräten. Mitarbeiter wollen ihre privaten Daten (z. B. E-Mails, Fotos, GPS-Daten etc.) gegenüber dem Arbeitgeber nicht preisgeben. Der Arbeitgeber hingegen ist daran interessiert das Unternehmensnetzwerk vor Schäden und Fremdzugriffen zu sichern und sensible Unternehmensdaten zu schützen [17]. Durch den Einsatz von Mobile Device Management (MDM) Tools zur Absicherung und Überwachung von mobilen Endgeräten besteht jedoch die Möglichkeit, dass Unternehmen die Standorte der Mitarbeiter während und außerhalb der Arbeitszeit erfassen, überwachen welche Anwendungen auf dem Endgerät installiert sind und Zugang zu persönlichen Daten haben [15].

Neben den genannten Nachteilen des BYOD-Konzepts, werden in der Literatur auch zahlreiche Vorteile für Mitarbeiter genannt. Diese liegen zum einen in der erhöhten Auswahlmöglichkeit in Bezug auf mobile Endgeräte [9]. Dadurch, dass Mitarbeitern durch BYOD die Freiheit eingeräumt wird, das den individuellen Anforderungen entsprechende mobile Endgerät auszuwählen, wird die Mitarbeiterzufriedenheit positiv beeinflusst [20] [21]. Dies führt zu einer gesteigerten Motivation [20] [4]. Hinzu kommt, dass eine Vielzahl der Mitarbeiter mehr Freude an der Arbeit haben, wenn das Privatgerät verwendet werden darf [20]. Zudem wirkt sich positiv aus, dass Privat und Firmengerät nun in einem Gerät zusammentreffen, sodass Mitarbeiter nicht mehr zwei Geräte mit sich tragen müssen [1] [4]. Mit Hilfe des BYOD-Konzepts erhalten Mitarbeiter orts- und zeitunabhängigen

Zugriff auf Unternehmensdaten sowie Anwendungen. Neben den oben genannten Nachteilen der permanenten Erreichbarkeit, kann dies auch zu Vorteilen aus Mitarbeitersicht führen da unverzüglich auf wichtige Anfragen reagiert werden kann [6] [4]. Es wird argumentiert, dass Mitarbeiter „[...] durch permanente Erreichbarkeit und mehr Flexibilität im Alltag effizienter und zielführender arbeiten könne[n]“ [6]. Durch flexiblere Gestaltung der Arbeitsprozesse wird der Forderung der Mitarbeiter nach mehr Mobilität nachgekommen. Auch hierbei können erneut motivationsfördernde Wirkungen erzielt werden [5]. Darüber hinaus wird Lernprozess für Mitarbeiter im Umgang mit arbeitsbezogenen Anwendungen auf den mobilen Endgeräten beschleunigt. Der beschleunigte Lernprozess ergibt sich aus der Vertrautheit der Mitarbeiter mit den Funktionen ihres Endgerätes, sodass der Arbeitgeber eine gewisse Grundkenntnis über den Umgang mit dem privaten Endgerät voraussetzen kann [20].

Integriert man die Vorteile in das Untersuchungsmodell von [15], so ergibt sich das in Abbildung dargestellte Untersuchungsmodell. Die wahrgenommenen Vorteile stellen die positiven Aspekte des BYOD-Konzepts aus der Mitarbeiterperspektive dar. Diese werden durch die externen Variablen Wahlfreiheit, Motivation, Erreichbarkeit, Mobilität und beschleunigter Adoptionsprozess beeinflusst. Dem gegenüber stehen die durch Mitarbeiter wahrgenommenen Nachteile des BYOD-Konzepts. Diese werden durch die externen Variablen Verletzung der Privatsphäre, rechtliche Bedenken und Sicherheitsbedenken beeinflusst. Die wahrgenommenen Vor- und Nachteile beeinflussen die Einstellung gegenüber dem BYOD-Konzept, welche sich wiederum auf die Nutzungsabsicht auswirkt.

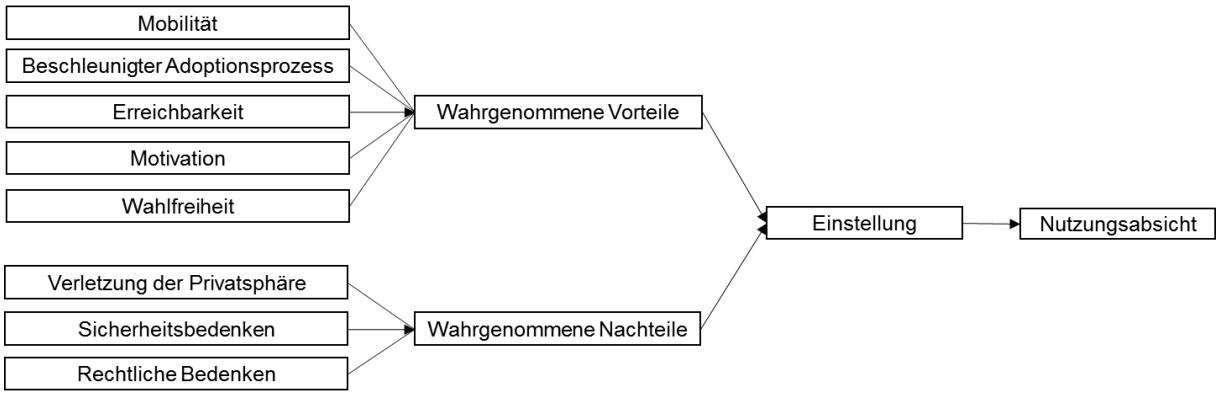


Abbildung 1: Untersuchungsmodell (in Anlehnung an [15])

3 Forschungsvorgehen und Datenerhebung

Zur Untersuchung der eingangs formulierten Forschungsfrage wurde ein Forschungsvorgehen gewählt, das aus drei Phasen besteht. (vgl. Abbildung).

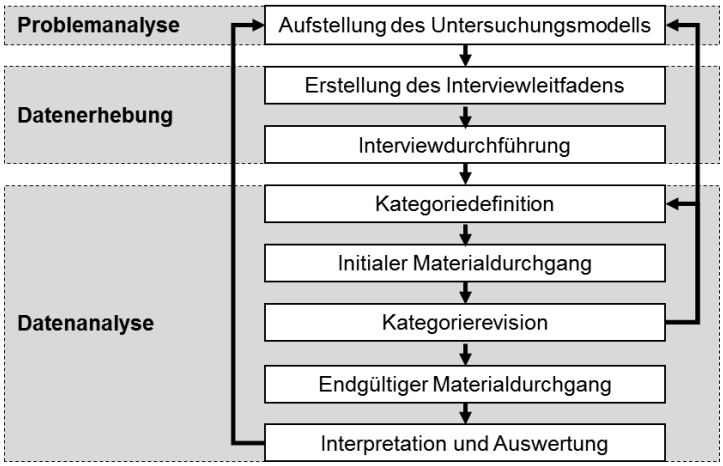


Abbildung 2: Forschungsvorgehen (in Anlehnung an [16])

In der ersten Phase, der Problemanalyse, wird der Forschungsgegenstand eingegrenzt und darauf aufbauend ein Untersuchungsmodell formuliert. Zur Erhebung der Daten in der zweiten Phase werden semistrukturierte Interviews durchgeführt. Um den Gesprächsverlauf auf die Problemstellung zu fokussieren, wurde im Vorfeld ein Leitfaden nach den Leitlinien von [2] [13] [16] erstellt. Die Reihenfolge der Fragen war dem individuellen Gesprächsverlauf angepasst. Es bestand jederzeit die Möglichkeit, in angemessenen Situationen vertiefend nachzufragen [2] [3] [8]. Die Nutzung eines einheitlichen Leitfadens erleichtert die Vergleichbarkeit der Antworten in der späteren qualitativen Analyse [2] [8]. Das Interview besteht aus dreizehn offen gestalteten und zwei geschlossenen Fragen. Um einen Einstieg in die Thematik zu erleichtern, wird zu Beginn eine Sondierungsfrage gestellt [16]. Der Befragte soll spontan erzählen, was ihm dazu einfällt, das Privatgerät auch dienstlich zu nutzen. Daraufhin werden Vor- und Nachteile des BYOD-Konzepts erfragt. Anschließend werden die zuvor in der Literaturanalyse herausgearbeiteten Vor- und Nachteile hinterfragt und auf Bestätigung geprüft. Dabei besteht jederzeit die Möglichkeit Adhoc-Fragen einzubinden [16]. Zum Abschluss des Interviews wurde sowohl die Einstellung des Befragten gegenüber dem BYOD-Konzept als auch dessen Nutzungsabsicht erfragt.

Insgesamt wurden vierzig Interviews durchgeführt. Um die Heterogenität innerhalb der Stichprobe zu wahren, wurden Personen unterschiedlicher Altersklassen und Berufserfahrung sowie aus verschiedenen Branchen befragt (vgl. Abbildung 3). Voraussetzung für die Teilnahme an den Interviews war ein bestehendes Angestelltenverhältnis und der Besitz eines privaten Smartphones. Die Interviews wurden am Telefon oder im persönlichen Gespräch durchgeführt. Während des Interviews wurde die Verwendung geschlossener Fragen größtenteils vermieden, um dem Befragten zu ermöglichen, seine eigene Meinung und Einstellung rund um das Thema BYOD zu äußern und dabei neue Aspekte aufzugreifen. Zur besseren Auswertung wurden die Interviews aufgezeichnet und anschließend gemäß den Regeln von [8] transkribiert.

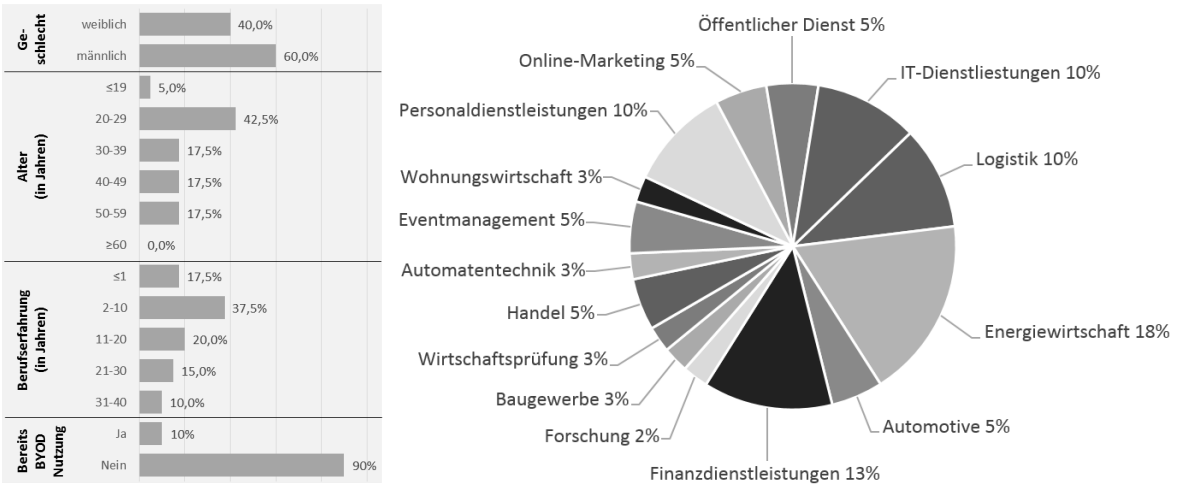


Abbildung 3: Demographisches Profil der Stichprobe

Die Datenanalyse wurde mittels der qualitativen Inhaltsanalyse nach [16] durchgeführt. Zunächst wurde auf Grundlage des Datenmaterials ein Kategoriensystem definiert. Den einzelnen Kategorien wurden Ankerbeispiele in Form von Zitaten zugewiesen. Der daraus resultierende Kodierleitfaden wurde in einem initialen Durchgang des gesammelten Datenmaterials getestet. Dabei ergaben sich weitere Kategorien, die ebenfalls in den Kodierleitfaden aufgenommen wurden. Anschließend wurde das gesamte Material mit Hilfe des überarbeiteten Kodierleitfadens erneut systematisch durchgearbeitet. Die Fundstellen wurden innerhalb ihrer Kategorien zusammengefasst. Abschließend wurden die Ergebnisse der Datenanalyse interpretiert und ausgewertet. Die Ergebnisse der Datenanalyse ließen dabei auch Rückschlüsse auf das initial formulierte Untersuchungsomodell zu.

4 Ergebnisse

In der Untersuchung konnten zahlreiche durch Mitarbeiter wahrgenommene Vor- und Nachteile des BYOD-Konzepts identifiziert werden. Häufig wurde als Vorteil genannt, dass durch Zusammenführung von privatem und dienstlichem Endgerät nur noch ein Gerät gepflegt und synchronisiert werden muss. In diesem Zusammenhang wurde der Entfall von Terminkonflikten genannt, da sowohl private als auch dienstliche Termine in einem Kalender auf einem Gerät geführt werden. Darüber hinaus kann das Arbeiten mit zwei verschiedenen Betriebssystemen vermieden werden.

> *„Man hätte nur ein Gerät und müsste nur einmal Daten und Kontakte [...] pflegen und hätte nicht doppelten Pflegeaufwand, wenn man eins für privat hätte und eins für dienstlich hätte."(Bankkaufmann, 47)*

Auf die Frage nach möglichen Nachteilen wurde der Aspekt der ständigen Erreichbarkeit von 20 der Befragten genannt. Eine nicht mehr gewährleistete Trennung zwischen Privat- und Berufsleben wird von 15 der Befragten als äußerst negativ angesehen. Dies wird damit Begründet, dass Mitarbeiter durch die ständige Verfügbarkeit weniger in der Lage sind, die Arbeit während der Freizeit ruhen zu lassen. Die Grenze zwischen Privatem und Beruflichem würde zunehmend verschwinden. Den Befragten ist die Möglichkeit zur Trennung zwischen privaten und beruflichen Angelegenheiten jedoch wichtig.

> *„Zum einen ist Freizeit nicht unbedingt mehr Freizeit durch den Genuss dieser Geräte und schränkt ein wenig in der Situation ein, was man - wenn man Bereitschaft hat oder MOD-Dienste hat [...] - tun kann. Dienst und Freizeit verwässern da so ein bisschen.“(Produktmanager in der Logistik, 52)*

Hinzu kommt, dass einer der Befragten, die Erfüllung dienstlicher Angelegenheiten während der Freizeit, die nicht bezahlt wird, als äußerst negativ betrachtet.

> *„[...] dass ich doch auch während meiner Freizeit damit beschäftigt bin noch beruflich tätig zu sein, das heißt, ich würde nochmal abends bevor ich schlafen gehe meine E-Mails durchgucken, was normalerweise mir nicht bezahlt wird [...].“(Industriemechaniker im Automotive Bereich, 25)*

Einer der Befragten äußerte, dass die Erwartungshaltung von Kollegen und Kunden an die ständige Erreichbarkeit zunehmen könnte, sollte auch im Urlaub oder bei sonstigen freizeitlichen Aktivitäten ständige Verfügbarkeit gegeben sein. Dies würde bei den Personen einprägen und zur Normalität werden. Des Weiteren wurden Befürchtungen genannt, das Gerät könne durch die zusätzliche Beanspruchung schneller verschleißen als bei ausschließlicher privater Nutzung. Da es sich um privates Eigentum handelt, sind einige der Befragten nicht bereit, ihr Gerät für berufliche Zwecke zur Verfügung zu stellen. Die freie Geräteauswahl wurde größtenteils durch die Befragten als ein Vorteil bestätigt. Neun der Befragten konnten keinen Vorteil darin erkennen. Die Wahl eines favorisierten, den eigenen Präferenzen entsprechenden mobilen Endgeräts wurde von 31 der Befragten positiv betrachtet. Die Mehrheit der Befragten sieht keine motivationsfördernde Wirkung in der Nutzung privater mobiler Endgeräte für berufliche Zwecke. Begründet wird dies dadurch, dass mit einem Firmengerät ebenso gut gearbeitet werden kann, wie mit einem Privatgerät.

> *„Da ich mit den von der Firma zur Verfügung gestellten Geräten, also Handy und Laptop sehr gut arbeiten kann, auch von unterwegs und das deutschlandweit, empfinde ich keine Einschränkung, wenn ich nicht mit meinem eigenen Gerät arbeite.“(Produktmanager in der Logistik, 45)*

Von zwei Befragten wurde BYOD hingegen als motivationshemmend betrachtet, da ein privat angeschafftes Gerät der Firma zur Verfügung gestellt wird. Motivationsfördernde Wirkungen in der Nutzung privater mobiler Endgeräte werden ausschließlich von vier der Befragten erkannt. Positiv würde sich auf die Motivation auswirken, dass der Arbeitgeber keine Vorschriften bezüglich der Gerätewahl aufstellt. Darüber hinaus geben fünf Befragte an, dass sie eine motivationssteigernde Wirkung sehen, wenn der Arbeitgeber ein Dienstgerät zur Verfügung stellt, das frei ausgewählt werden kann. Die erhöhte Erreichbarkeit, die mit der Nutzung des Privatgerätes für berufliche Zwecke einhergeht, wurde von zwar neun befragten Personen als ein Vorteil bestätigt, jedoch von der deutlichen Mehrheit als Nachteil betrachtet. Zwanzig der Befragten empfinden eine permanente Erreichbarkeit als einen Nachteil. Elf der Befragten sehen die Möglichkeit in Problemsituationen schnell reagieren zu können zwar vorteilhaft, beschränken sich jedoch auf dringende Angelegenheiten und sehen darüber hinaus die permanente Verfügbarkeit ebenfalls als einen Nachteil.

> *„Also ich persönlich nutze schon ein dienstliches Telefon und wenn ich jetzt mir überlege, dass ich noch eine ‚erhöhtere‘ Erreichbarkeit hätte, dann sehe ich das äußerst schwierig, weil es so schon reicht, wenn man ein berufliches mobiles Endgerät hat.“ (Referent in der Energiewirtschaft, 33)*

Eine erhöhte Mobilität konnte von 25 der Befragten nicht als ein Vorteil bestätigt werden. Sechzehn der Befragten argumentierten, mit einem Dienstgerät genauso mobil zu sein. Eine Erhöhung der Mobilität wurde von 15 der befragten Personen als ein Vorteil bestätigt und überwiegend mit dem ortsunabhängigen Zugriff auf benötigte Daten begründet. Die erleichterte Handhabung arbeitsbezogener Anwendungen wurde von neunzehn der befragten Personen bestätigt. Fünf weitere Befragte konnten sich diesen Aspekt als einen Vorteil vorstellen, jedoch nicht für sich selbst. Die Begründung liegt zum einen in der Vertrautheit mit dem Privatgerät und Unkenntnis über das Dienstgerät und zum anderen in der Auseinandersetzung mit der Anwendung in der Freizeit. Die Aufwendung der freien Zeit für das Erkunden einer arbeitsbezogenen Anwendung wurde hingegen von drei der Befragten kritisch aufgefasst. Insgesamt konnte dieser Aspekt von sechzehn Personen nicht bestätigt werden.

> *„[Es] würde mir leichter fallen, da ich mich dann eben zu Hause schon mit den Anwendungen auseinandersetzen kann, allerdings sehe ich das kritisch, weil ich dann wirklich auch zu Hause arbeite, obwohl ich eigentlich jetzt frei habe.“(Doktorand, 25)*

Siebenundzwanzig Befragte bestätigten, die eigene Privatsphäre durch die Nutzung des Privatgerätes für berufliche Zwecke gefährdet zu sehen. Meistgenannte Begründung war hierbei die ständige Verfügbarkeit auch außerhalb der Arbeitszeit. Um die privaten Daten wurde sich weniger gesorgt. Ausschließlich sieben der Befragten äußerten dabei die Befürchtung, der Arbeitgeber könne private Nachrichten und Bilder einsehen. Fünf der Befragten sehen keine Gefährdung, wenn Privat und Dienst gut trennbar ist. Sieben der befragten Personen sehen die eigene Privatsphäre nicht gefährdet. Rechtliche Bedenken nannten 29 der Befragten im Zusammenhang mit dem Datenschutz, der nicht gewährleistet werden könne und dass der Verlust des Privatgeräts zu möglichen rechtlichen Konsequenzen für Mitarbeiter führt.

> *„Datenschutz wird in meiner Firma sehr hoch priorisiert. Wenn das Endgeräte zu Hause unbeaufsichtigt rumliegt und für andere zugängig wäre, könnte es Datenschutzprobleme geben.“(Produktmanager in der Logistik, 45)*

Bestehende Sicherheitsrisiken wurden von 35 Befragten bestätigt. Die am meisten gesehene Gefahr besteht im Verlust des Privatgeräts. Zudem könnte Schadsoftware die Sicherheit der Unternehmensdaten gefährden.

> *„Die Sicherheitsrisiken sind meiner Meinung nach bestimmt höher als auf dienstlichen Geräten, weil ich ja mein privates Gerät auch privat nutze, d. h. in anderen Situationen, im Urlaub. […] das kommt sicherlich mehr rum als ein dienstliches Gerät.“ (Produktmanager in der Baubranche, 27)*

Von 34 Befragten wurde ausgesagt, dass die Nutzung des privaten mobilen Endgerätes für berufliche Zwecke Unsicherheiten mit sich bringt. Diese Unsicherheiten basieren auf den externen Variablen „Verletzung der Privatsphäre“, „rechtliche Bedenken“ und „Sicherheitsbedenken“. Die positiven Aspekte von BYOD wurden von fünfzehn der Befragten bejaht. Hingegen sehen 22 der befragten Personen BYOD nicht als vorteilhaft. Drei der Befragten können die Vorteile von BYOD zwar erkennen, sind aber aufgrund der bestehenden Nachteile verunsichert. Sechsundzwanzig der Befragten haben eine negative Einstellung gegenüber BYOD. Nur sieben befragte Personen sind BYOD gegenüber positiv eingestellt. Eine Nutzungsabsicht war bei neun der Befragten festzustellen. Dreißig weitere Befragte würden ihr Privatgerät für berufliche Zwecke nicht nutzen wollen. Begründet wurde die ablehnende Haltung überwiegend mit der ständigen Erreichbarkeit. Zudem muss eine Trennung zwischen Privat und Berufsleben möglich sein.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

	Wahrgenommene Vorteile	
x	Erhöhung der Mobilität	– Wurde nicht bestätigt, da hohe Mobilität auch bei dienstlichem Gerät gegeben.
✓	Gerätereduktion	– Durch BYOD entfällt die Nutzung eines Dienstgerätes.
o	Erreichbarkeit in Notfällen	– Nutzung des Privatgerätes für dienstliche Zwecke in Notfällen vorteilhaft.
✓	Beschleunigter Adaptionsprozess	– Vertrautheit im Umgang mit dem Privatgerät erleichtert die Handhabung.
o	Motivationssteigerung	– Nur dann bestätigt, wenn Anschaffung eines Smartphones vom Arbeitgeber subventioniert wird
✓	Wahlfreiheit	– Geräte, die den persönlichen Präferenzen entsprechen, können ausgewählt werden.
	Wahrgenommene Nachteile	
✓	Verletzung der Privatsphäre	– Privateigentum soll dem Arbeitgeber nicht zur Verfügung gestellt werden. – Private Daten können durch Arbeitgeber eingesehen werden.
✓	Sicherheitsbedenken	– Befürchtungen, dass Sicherheitsanforderungen nicht auf Privatgeräten gewährleistet werden können. – Hieraus erwachsen rechtliche Bedenken.
✓	Rechtliche Bedenken	– Unklare Rechtslage in Bezug auf Datenschutz und Haftung wirkt verunsichernd.
+	Ständige Erreichbarkeit	– Durch permanente Verfügbarkeit verschwimmen die Grenzen von Beruf und Freizeit.
		✓ = bestätigt, o = teilweise bestätigt, x = nicht bestätigt, + = hinzugekommen

5 Diskussion und Implikationen

Durch die Befragung wurde das eingangs entwickelte Modell zwar größtenteils bestätigt (siehe Tabelle 1), jedoch wurden die Vorteile, wie die Zunahme an Motivation, die erhöhte Erreichbarkeit und die erhöhte Mobilität von der Mehrheit nicht als Vorteil wahrgenommen. Die erhöhte Erreichbarkeit wurde sogar weitestgehend als ein Nachteil betrachtet. Eine motivationsfördernde Wirkung von BYOD konnte durch die befragten Mitarbeiter überwiegend nicht bestätigt werden. Auch ein Zuwachs an Mobilität konnte in der Nutzung des Privatgeräts für berufliche Zwecke aufgrund der ebenso gegebenen Mobilität eines Dienstgeräts nicht erkannt werden. Alle weiteren externen Variablen wurden mehrheitlich bestätigt. Wie durch [15] gezeigt, wird die Nutzungsabsicht von BYOD von der Einstellung der Mitarbeiter signifikant beeinflusst. Die Einstellung wiederum bildet sich auf Basis der wahrgenommenen Vor- und Nachteile. Aus den Ergebnissen der Befragungen geht hervor, dass die wahrgenommenen Nachteile stärkeren Einfluss auf die Einstellung nehmen als die wahrgenommenen Vorteile. Den größten Einfluss auf die wahrgenommenen Nachteile stellen Bedenken bezüglich der Verletzung der Privatsphäre dar. Diese resultieren aus der Befürchtung, dass die Nutzung des privaten mobilen Endgerätes für berufliche Zwecke zu einer permanenten Erreichbarkeit führt und die Freizeit somit einschränkt. Bedenken darüber, dass der Arbeitgeber möglicherweise in private Daten einsieht, wurden jedoch nur von wenigen Befragten geäußert. Sicherheitsbedenken wurden von 35 aus 40 Befragten geäußert. Diese stehen im starken Zusammenhang mit rechtlichen Bedenken. So wird beispielsweise die unklare rechtliche Situation in Bezug auf Haftungsbelange bei Verlust des Geräts, auf dem sich Unternehmensdaten befinden, als negativ angesehen. Das ausschlaggebende Argument gegen die Nutzung von BYOD ist neben der zunehmenden Verantwortung für sensible Unternehmensdaten, die permanente Erreichbarkeit sowie die fehlende Bereitschaft der Mitarbeiter, dem Arbeitgeber privates Eigentum zur Verfügung zu stellen. Befragte Personen mit einer negativen Einstellung zu BYOD, haben in der Regel keine Nutzungsabsicht geäußert, genauso haben Personen mit einer positiven Einstellung Nutzungsabsichten geäußert. Auffallend sind dagegen die Aussagen von Personen, die zu einer negativen Einstellung

gegenüber BYOD tendieren, dass sie dennoch bereit wären ein BYOD Gerät einzusetzen, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt werden. Einem der Befragten könne ein Anreiz gesetzt werden, indem sich der Arbeitgeber bei der Anschaffung und bei den Tarifkosten finanziell beteiligen würde. Ein Befragter könnte durch Einschränkungen in der ständigen Erreichbarkeit trotz erkannter Gefahren für die Datensicherheit und den Datenschutz zu einer Nutzung von BYOD bewegt werden. Für einen weiteren Befragten ist die Erreichbarkeit in Notfällen äußerst wichtig. Er würde deswegen sein Privatgerät nutzen, obwohl er prinzipiell gegen BYOD ist und die Ansicht vertritt, dass benötigte Mittel vom Arbeitgeber bereitgestellt werden sollten. Vorteile in der Nutzung von BYOD konnten von einem Großteil der Befragten erkannt werden, dennoch überwogen die Nachteile. Die Nutzungsabsicht und die Einstellung der Befragten stimmten größtenteils überein. Basierend auf den Aussagen der Befragten lässt sich ein überarbeitetes Modell erstellen (vgl. Abbildung 4).

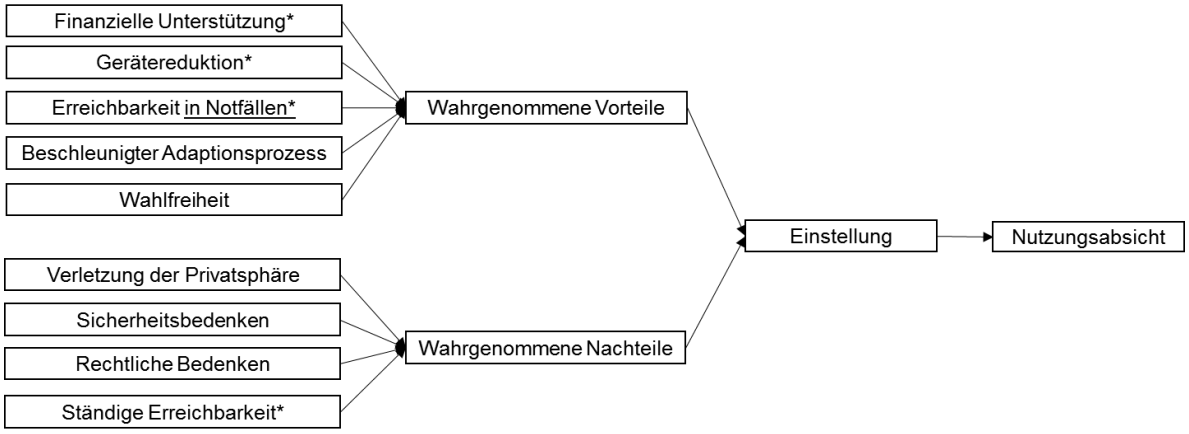


Abbildung 4: Modifiziertes Untersuchungsmodell (* = veränderte Faktoren)

Die Ergebnisse der Befragungen zeigen, dass zu dem Thema BYOD noch große Unsicherheiten und Bedenken vorzufinden sind. Sofern Unternehmen die Einführung von BYOD planen, muss die Bereitschaft der Mitarbeiter zur Umsetzung der BYOD-Strategie vorhanden sein. Die Bereitschaft von Mitarbeitern zur Nutzung von BYOD wird durch wahrgenommene Nachteile und Unsicherheiten zurückgehalten. Damit Mitarbeiter zur Akzeptanz und zur aktiven Umsetzung einer BYOD-Strategie bewegt werden können, muss den Unsicherheiten unternehmensseitig entgegen gewirkt werden. Die Unsicherheiten, die durch eine eventuelle Verletzung der Privatsphäre, durch rechtliche Bedenken und Sicherheitsbedenken starken Einfluss auf die Einstellung nehmen, müssen durch klare Regelungen und Vereinbarungen (BYOD-Richtlinien) reduziert werden. Die Gefährdung der Privatsphäre, die von einer Vielzahl der Befragten in der permanenten Verfügbarkeit gesehen wird, kann beispielsweise eingedämmt werden, indem Regelungen aufgestellt werden, welche zu bestimmten Zeitpunkten, wie Urlaub, Feierabend oder Krankheit die dienstliche Nutzung des Privatgeräts zu unterbinden. Beispielsweise hat die Volkswagen AG diesbezüglich Maßnahmen getroffen, die den Zugriff auf das Unternehmensnetz nach Beendigung des Arbeitstages verhindern [20]. Über mögliche rechtliche Konsequenzen müssten Mitarbeiter vorab informiert werden, sei es über Haftungsregelungen im Verlust oder Schadensfall des Gerätes oder bei Verlust sensibler Daten und dessen möglichen rechtlichen Folgen. Die Datensicherheit auf den Privatgeräten muss durch entsprechende Maßnahmen gewährleistet werden, damit den Mitarbeitern nicht ein zu hohes Maß an Verantwortung aufgebürdet wird. Die Befürchtung der Mitarbeiter, die Datensicherheit nicht gewährleisten zu können, kann durch Mobile-Device-Management (MDM) Lösungen eingedämmt werden. Diese MDM Lösungen bieten u. a. die Möglichkeit der Fernlöschung, der Geräteortung und sorgen für Virenschutz auf den Geräten

[4]. Darüber hinaus müssen die durch Mitarbeiter wahrgenommenen Vorteile des BYOD-Konzepts einen stärkeren Einfluss auf die persönliche Einstellung nehmen als die wahrgenommenen Nachteile. Wie in [1] beschrieben, ist „für die erfolgreiche Einführung einer BYOD-Lösung der Nutzen [maßgeblich], den die Mitarbeiter daraus ziehen. Je größer und offensichtlicher dieser Nutzen für sie ist, desto eher sind sie bereit, das Projekt zu unterstützen“. Unternehmen können Mitarbeitern beispielsweise Anreize setzen, indem sie bei anfallenden Kosten finanzielle Unterstützung leisten. Die Vorteile einer BYOD-Strategie müssen den Mitarbeitern bewusst gemacht werden, indem sie ausführlich darüber informiert werden.

6 Limitationen

Während der Durchführung der Untersuchung und der Auswertung der Daten wurde den Gütekriterien für qualitative Forschung nach [16] gefolgt. Demnach empfiehlt es sich zwar, die Ergebnisse im Einzelgespräch zu validieren, um mögliche Fehlinterpretationen festzustellen, jedoch wurde aus Gründen zeitlicher Restriktionen der Teilnehmer kein zweiter Termin vereinbart, um die Ergebnisse zu besprechen. Die Interviews erforderten nur in seltenen Fällen Zwischenfragen, um tiefergehende Antworten zu erhalten, wodurch die Interviews dem Leitfadenverlauf in der Regel gefolgt sind. Die Möglichkeit zur Zwischenfrage war dennoch zu jeder Zeit gegeben. Die starke Orientierung an dem Interviewleitfaden ermöglichte eine erleichterte Auswertung der Daten im Hinblick auf die Kategorienbildung und Vergleichbarkeit der Antworten. Eine Datentriangulation war nicht möglich, da es bislang keine vergleichbaren Untersuchungen auf diesem Gebiet gibt. Somit können Ergebnisse verschiedener Studien nicht verglichen werden. Bei der Stichprobe wurde auf Heterogenität innerhalb der Berufe der Befragten geachtet. Das Zahlenverhältnis von Männern und Frauen (24:16) ist leicht unausgewogen. In weiteren Untersuchungen könnte darauf geachtet werden, mehr Frauen in die Stichprobe mit einzubeziehen. Darüber hinaus wurden ausschließlich Personen innerhalb Deutschlands befragt. Es ist denkbar, dass die Ergebnisse andere sein werden, sollten länderübergreifende Befragungen durchgeführt werden. Personen in anderen Ländern können aufgrund der Abweichungen von der deutschen Gesetzeslage gegenüber BYOD einen anderen Standpunkt einnehmen. Daher können die Ergebnisse dieser Studie nicht länderübergreifend verallgemeinert werden. Zukünftige Studien zur Untersuchung von internationalen und kulturellen Unterschieden bezüglich der Faktoren, die Mitarbeiter hinsichtlich der Nutzung von BYOD beeinflussen, sind sinnvoll.

7 Fazit und Ausblick

Durch die Ermöglichung des zeit- und ortsunabhängigen Arbeitens, hat die Bedeutung von mobilen Endgeräten in Unternehmen in den letzten Jahren stark zugenommen. An der Schnittstelle zwischen privatem Besitz und beruflicher Nutzung der mobilen Endgeräte hat sich das Konzept von BYOD entwickelt. Hierdurch erhoffen sich Unternehmen Vorteile wie eine Reduktion der IT-Kosten, eine erhöhte Mitarbeiterzufriedenheit und eine Steigerung der Produktivität. Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung einer BYOD-Strategie ist jedoch die Bereitschaft der Mitarbeiter zur Umsetzung [15]. Die Untersuchung hatte daher zum Ziel festzustellen, welche wahrgenommenen Faktoren die BYOD-Nutzungsabsicht der Mitarbeiter beeinflussen. Im Gegensatz zur vorherrschenden Meinung in der Literatur, konnte eine motivationssteigernde Wirkung durch die Nutzung von privaten mobilen Endgeräten zu beruflichen Zwecken nicht bestätigt werden. Daneben konnten neue Aspekte identifiziert werden, die die Einstellung der Mitarbeiter gegenüber BYOD beeinflussen (z. B. eine

finanzielle Unterstützung durch den Arbeitgeber). Aus dieser Studie geht hervor, dass keine Einstimmigkeit in Bezug auf Vor- und Nachteile von BYOD aus Mitarbeitersicht herrscht. Die befragten Personen werden jedoch größtenteils durch bestehende Bedenken verunsichert. Damit Unternehmen Mitarbeiter von den Vorteilen einer BYOD-Strategie überzeugen können, müssen diese über die Vorzüge einer solchen Strategie informiert und bestehende Unsicherheiten reduziert werden. Erst wenn Mitarbeitern ein Nutzen ersichtlich wird, können sie zu einer Umsetzung von BYOD bewegt werden. Häufig ist der Literatur zu entnehmen, dass Mitarbeiter die treibende Kraft des BYOD darstellen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen jedoch eine ablehnende Haltung eines Großteils der Befragten gegenüber des BYOD-Konzepts.

8 Literatur

[1] Bitkom (2013): Bring Your Own Device, in: http://www.bitkom.org/files/documents/20130404_LF_BYOD_2013_v2.pdf. Abgerufen am: 10.05.2013.

[2] Blumberg, B., Cooper, D. R., Schindler, P. S. (2011): Business Research Methods. McGraw-Hill Education. 3. Auflage, Berkshire.

[3] Bryman, A., Bell, E. (2011): Business Research Methods. Oxford, 3. Auflage, New York.

[4] Bundesamt für Sicherheit der Informationstechnik (2013): Überblickspapier Consumerization und BYOD, in: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/Ueberblickspapiere/Ueberblickspapiere_node.html. Abgerufen am: 23.05.2012.

[5] Deloitte (2013): Perspektive BYOD: Private Hardware in Unternehmen, in: http://www.deloitte.com/assets/Dcomgermany/Local%20Assets/Documents/12_TMT/2013/DE_TMT_Perspektive%20BYOD.pdf. Abgerufen a. 13.05.2013.

[6] Deutsche Messe Interactive (2012): Smartphones motivieren Mitarbeiter. Deutsche Messe Interactive GmbH, Hannover.

[7] Dorschel, J., Walter, T. (2012): Mobile Device Management, in: http://www.computerwoche.de/netzwerke/mobile-wireless/2518704/. Abgerufen am: 16.05.2013.

[8] Flick, U. (2006): Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung. Rowohlt Taschenbuch Verlag, 4. Auflage, Reinbek bei Hamburg.

[9] Franke, C. (2011): „Consumerization of IT"- Buzzword 2011. GRIN Verlag.

[10] Herath, T. and Rao, H.R. (2009) Protection motivation and deterrence: a framework for security policy compliance in organisations, European Journal of Information Systems, 18 (2):106-125.

[11] Hoff, S., Zöller, D. (2012) Bring your own Device – Vorbote eines Umbruchs in der IT, in: http://www.comconsult.com/papers/2012/in1202_umbruch.pdf. Abgerufen am: 15.05.2013

[12] Johnson, N. and Joshi, K. D. (2012) The Pathway to Enterprise Mobile Readiness: Analysis of Perceptions, Pressures, Preparedness, and Progression, *Proceedings of the 18th Americas Conference on Information Systems*, Seattle, WA, USA.

[13] Lamnek, S. (2005): Qualitative Sozialforschung. Beltz Verlag, 4. Auflage, Weinheim.

[14] Lang, M. (2012): CIO-Handbuch 2012/2013: Best Practices für die neuen Herausforderungen des IT-Managements. Symposium Publishing GmbH, Düsseldorf.

[15] Lebek, B., Degirmenci, K., Breitner, M. H. (2013): Investigating the Influence of Security, Privacy, and Legal Concerns on Employees' Intention to Use BYOD Mobile Devices. *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems*, Chicago, Illinois, USA.

[16] Mayring, P. (2002): Einführung in die Qualitative Sozialforschung. Beltz, 5. Auflage, Weinheim.

[17] Meuser, P., Kraska, S. (2012): Bring-your-own-Device: Datenschutz-Empfehlungen und technische Umsetzungsmöglichkeiten, in: http://www.iitr.de/bring-your-own-device-datenschutz-empfehlungen-und-technische-umsetzungsmoeglichkeiten.html. Abgerufen am: 18.05.2013.

[18] Miller, K. W., Voas, J., Hurlburt,G. F., (2012): BYOD: Security and Privacy Considerations. IT Professional, 14(5):53-55.

[19] Moreno, C.; Tizon N. and Preda M. (2012) Mobile Cloud Convergence in GaaS: A Business Model Proposition, *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, Maui, HI, USA.

[20] Niehaves, B., Köffer, S., Ortbach, K. (2012): IT Consumerization – A Theory and Practice Review. *Proceedings of the 18th Americas Conference on Information Systems*, Seattle, WA, USA.

[21] Osterman Research Inc. (2012): Putting IT Back in Control of BYOD. *Osterman Research White Paper*, Black Diamond, WA, USA.

[22] Scheepers, H. and Scheepers, R (2004) The Implementation of Mobile Technology in Organizations: Expanding Individual Use Contexts, *Proceedings of the 25th International Conference on Information Systems*, Charlottesville, VA, USA.

[23] Sicking, M., (2012): Studie: flexible und mobiles Arbeiten liegt im Trend, in: http://www.heise.de/resale/artikel/Studie-flexibles-und-mobiles-Arbeiten-liegt-im-Trend-1469781.html. Abgerufen am: 11.05.2013.

[24] Tu, Z., Yuan, Y. (2011): Undersatnding Users's Behaviors in Coping with Security Threat of Mobile Devices Loss and Theft. *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, Maui, HI, USA.

[25] Zöll, O.; Keilkowski, J.B. (2012) Arbeitsrechtliche Umsetzung von Bring Your Own Device (BYOD), http://www.wiso-net.de/webcgi?START=A31&VOLLTEXT_DOK=1&DOKM=6335074_ZWIW&WID=06042-7440732-43728_4, Abgerufen am: 09.12.2012.

Teilkonferenz: IKT-gestütztes betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement

Das betriebliche Nachhaltigkeitsmanagement umfasst sowohl die ökonomische, soziale als auch die ökologische Dimension unternehmerischen Handelns. Der Einsatz von IKT ist dabei notwendige Voraussetzung für die erfolgreiche Etablierung in den Unternehmen. Der Track Betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement fokussiert sowohl Konzepte eines nachhaltigen IT-Managements als auch die IT-Unterstützung der ökonomischen und ökologischen Dimensionen des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements und erörtert Forschungsfragen, Perspektiven und State-of-the-Art Anwendungen in diesem Feld. Aufgrund der interdisziplinären Natur des Themenfeldes war es das gesetzte Ziel, Beiträge aus verschiedenen Fachrichtungen zu erhalten und in den Track aufzunehmen. Dies ist mit 19 eingegangenen Beiträgen gelungen, wobei zwölf Beiträge nach dem Begutachtungsprozess angenommen werden konnten und für den Track eine Berücksichtigung erfahren haben. Die Beiträge beschäftigen sich mit Themen zu Konsortialforschung im Nachhaltigkeitsmanagement, Praxisberichten zur Integration von NBE, empirischen Erhebungen zur Nutzung von BUIS, Greenwashing Detection, Model-Based Energy Management, Energieverbrauch von Geschäftsprozessen, Modelle für eine nachhaltige Mobilität, energieeffiziente Rechenzentren, strategische Unternehmensgestaltung mit IS, Green Storage Dashboards, Entscheidungsunterstützung für nachhaltige Technolgiewandlungen sowie der Integration von NBE als Services.

Dezember 2013

Jorge Marx Gómez

(Teilkonferenzleitung)

Decision Support Systems for Environmental Sustainability Technology Transformations – The Case of an Electric Vehicle Adoption Decision

Andre Hanelt

Georg-August-Universität Göttingen, Sustainable Mobility Research Group, 37073 Göttingen, E-Mail: ahanelt@uni-goettingen.de

Sebastian Busse

Georg-August-Universität Göttingen, Sustainable Mobility Research Group, 37073 Göttingen, E-Mail: sbusse@uni-goettingen.de

Lutz M. Kolbe

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement, 37073 Göttingen, E-Mail: lkolbe@uni-goettingen.de

Abstract

Environmental sustainability requests from various stakeholders have become a major challenge for businesses. They must decide if, how, and when to transform their business models and the associated operations to sustainable business practices. Technology, as an enormous contributor to environmental degradation, is a major concern for corporate sustainability. By drawing on Organizational Information Processing Theory, a general model of decision support systems (DSS) for sustainability technology transformations is developed. In a pilot case study, this model was specified and evaluated for the case of the electric mobility adoption decision of a car sharing company. It becomes clear that a DSS matching the organizational situation and continuously integrating the sensitized data enhances the decision results by reducing uncertainty and ambiguity.

1 Introduction

Management is challenged more and more to fulfill stakeholder sustainability requirements in order to survive and grow [23]. In particular, decisions about when and how to transform operations, e.g., by exchanging the technology employed, have to be made [6]. Because sustainability is a complex and multidimensional issue, these decisions are far from trivial [17]. Ideally, a company first understands what sustainability means and how to measure it and, second, has all the necessary data to rate existing and possible future technologies. This is certainly far from reality [18]. Existing reporting and monitoring systems concerning sustainability often simply ignore the organizational and technological differences [17]. Businesses are facing ambiguity about what sustainability means to them and how to measure it. Furthermore, they face uncertainty about the sustainability impacts of existing and possible future business practices. Both ambiguity and uncertainty influence decisions about sustainable transformation issues. Organizational Information Processing Theory (OIPT) suggests information processing requirements to cope with ambiguous and uncertain decision situations.

Information systems (IS) in general and Decision Support Systems (DSS) in particular have the potential to support management in these decisions. With their ability to dynamically integrate heterogeneous data from various internal and external sources, they can contribute to better decision performances. DSS are well established in various business contexts [12]. Nevertheless there is a lack of profound means to support sustainability decisions, particularly concerning technology transformation [2]. Hence, our research question is the following:

How can DSS support decisions about environmental sustainability technology transformation?

2 Background

In this paper, we do not attempt to find the best mathematical models to evaluate technologies. That is the focus of other research disciplines (e.g., [14]). Instead, our goal is to integrate the domains of corporate environmental sustainability (see, [6], [13], [20]) and decision support systems (see, [15]) and derive a general model of DSSs for sustainability technology transformation decisions drawing on the Organizational Information Processing Theory (OIPT) which originated from organizational research. The basic idea of the theory is that certain organizational tasks require certain types of information processing; the better the information processing capabilities of a firm match these requirements, the more effectively the task is fulfilled. Information processing requirements are a function of the specific situation the organization faces concerning the relevant task, demonstrating that OIPT is rooted in contingency theory.

The situation can be described by two factors: uncertainty and equivocality. Uncertainty is the difference between the existing and the needed information [4]. Equivocality describes a state in which there are conflicting views about an organizational situation [4]. The information processing quantity and quality, according to Daft [4], must match the uncertainty and equivocality of the task in order to produce effective task results.

We contribute to the field of DSSs by focusing on the sustainability technology transformation, which represents a new increasingly relevant area of application. Furthermore, we contribute to the field of sustainability transformations by designing a general model for a tool that supports management decisions in this field. We contribute to design science by also addressing the process of setting up these kinds of DSSs. Finally we also contribute to the field of IS for environmental sustainability by not focusing on the direct greening of or through IT, but on a DSS for green transformation decisions.

Taken together; we contribute to a better understanding of how DSSs can support technology transformation decisions.

According to the Design Science Research Knowledge Contribution Framework of Gregor and Hevner [9], our research can be described as exaptation, as we integrate known solutions (e.g., DSS tools) in the field of IS to a new area of application: the sustainability technology transformation decision. Moreover, as we mainly provide operational principles by a general model, we deliver a Level 2, nascent design theory, contribution [9].

3 Methodology

In this study, we use a design science research approach, which is suitable for research dealing with the construction of artifacts such as DSSs [9]. According to Melville [13], "design research is essential to developing innovative IS-enabled solutions to environmental problems and evaluating their effectiveness". Design science "creates and evaluates IT artifacts intended to solve identified organizational problems" [11]. Here we address the organizational problem of sustainability transformation decisions, which has been described in literature (e.g. [6], [18]) as a current and relevant issue.

We create a general model of a DSS for sustainability technology transformation as our primary artifact. To test and refine our developed artifact, we followed Yin [1], conducting a pilot case with a local German car sharing company. We selected this company as the pilot case because it is geographically convenient and, due to a prior personal contact, we were granted full access to all relevant resources (e.g., ERP systems, financial records, historical fleet data, and especially, access to and modification of actual fleet vehicles). This gave us the chance to test and adapt the artifact as requested by Hevner et al. [11]. While developing the artifacts, we were led by all their seven design science research guidelines.

4 Decision support systems for environmental sustainability technology transformations

4.1 Environmental sustainability transformation decision characteristics

Although sustainability issues are of increasing importance, a firm cannot always adopt the newest and possibly most sustainable technology due to cost and risk. Facing thorough competition, firms in most industries have to carefully consider the when and how of sustainable business transformation [2]. Decisions about sustainability transformation are embedded in an organizational process. Ahmed and Sundaram [21] designed a roadmap that includes five phases addressing sustainability transformation: discover and learn, strategize, design, transform, and monitor and control. Even if the roadmap covers the most important steps, it is too broad for technology transformation decisions.

Elliot [6] conducted an in-depth and multidisciplinary literature analysis and derived a conceptual framework for environmental sustainability business transformation. He describes four key issues that need to be addressed and guide transformation decisions:

1. What is meant by environmental sustainability?
2. What are its major challenges?
3. What is being done about these challenges?

4. What needs to be done? [6]

These aspects can serve as a guideline for the transformation decision.

First of all, in accordance with stakeholder expectations, environmental sustainability must be defined [3]. The delineation of what constitutes a sustainable state is a prerequisite for corporate sustainability goals and the definition of indicators [21]. This is a strategic decision.

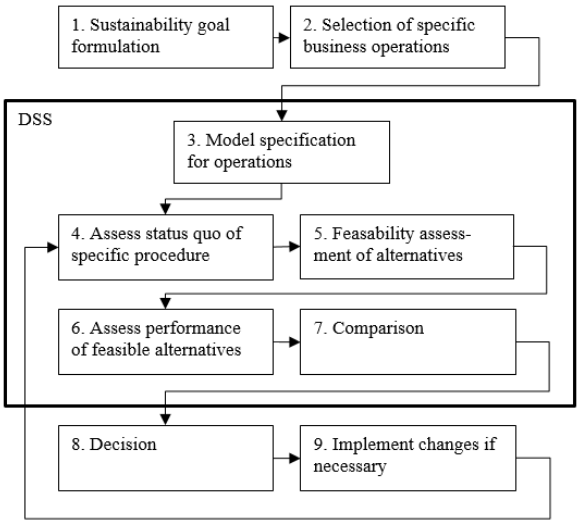


Figure 1: Transformation decision process design

In the next step, major challenges for achieving these goals must be made clear. Here, the identification of a technology to focus on in transformation decisions takes place; the scope of the sustainability assessment has to be defined [22]. This represents a tactical decision.

On an operational level, which covers technological decisions and thus is our focus, an assessment of the current state is needed. It must become clear how the existing technology performs concerning the defined sustainability indicators. Moreover, possible future solutions have to be evaluated in order to investigate their potential to close the gap between the current state and the desired one. To do so, an assessment of the feasibility of transformation is required. It must become clear whether the new technology would be able to deliver the desired outcomes. If this is possible, a simulation of the transformation is necessary to get to the economic and ecological results.

After comparing and choosing the alternative that best suits the desired sustainability goals, the selected solution must then be implemented. Figure 1 depicts the idealized decision process with a focus on technology transformation and the role of DSSs.

4.2 Information processing requirements for environmental sustainability technology transformation decision making

The information requirements for these decisions depend on the organizational situation of the company, particularly the uncertainty and equivocality the organization faces regarding the key issues mentioned above.

Equivocality appears if there is no common understanding of what constitutes a sustainable state of the specific operation. In order to reduce this ambiguity, the firm must decide which sustainability

indicators to employ [21]. Following OIPT, instruments such as group meetings (e.g., including management, customers, and business partners) would be a means to clarify and reach agreements in the first process step in Figure 1 and thus enhance to further steps [4]. This implies that the transformation decisions cannot completely be made rather mechanically by an IS, but that the DSS has to be embedded in an organizational sense making and learning process as described by Butler [3].

In the case of decisions about sustainability technology transformations, there is high uncertainty if the company does not have the necessary information to rate a certain new or old practice in regard to sustainability [10]. In order to make a good decision about the transformation with a low level of uncertainty, the firm must inspect diverse and volatile data [8]. This entails internal information such as usage profiles as well as external information, e.g., energy prices. In such situations, where a large amount of information from various sources needs to be gathered and transported to decision authorities, IS are useful to reduce uncertainty, according to OIPT [7]. As certain data are volatile, to constantly ensure low uncertainty, there must be a dynamic investigation [8].

4.3 Implications for decision support systems

In order for the DSS to deliver the functions highlighted in Figure 1, the following design aspects (visualized in Figure 2) have to be considered. We derived the specifications from general DSS models (e.g., [19]) and specific sustainability-related models (e.g., [22], [23]) and focused them to the problem of technology transformation decisions.

Thus far, sustainability transformation decisions have been described as complex and uncertain. As stated before, in the sustainability transformation decision, diverse internal and external data is required. Kerschbaum et al. [22] describe the problem of the massive data needs and the difficulties of manually collecting them as a major challenge in sustainability evaluation. Thus, a DSS has to automatically extract and process the diverse data. Which data needs be collected is derived from the sustainability indicators [22].

According to uncertainty and ambiguity, the data must be converted into a usable form to get the desired information. Here, the performance of specific operations technologies on the particular sustainability indicators, derived from the sustainability goals (e.g., CO2 emissions), has to be modeled. To deal with such situations, model-driven DSSs are the most suitable. Moreover, in order to assist the decision maker in choosing among real and hypothetical alternatives, simulations (e.g. by offering scenarios) are an appropriate technique [16]. The model deployed must be designed in accordance with the specific task of the DSS [15]. Examples are specific life-cycle assessments or multi-criteria decision models (e.g. [10], [14]). These types of models should be included in a model base, which is, in turn, operated by a model management subsystem. This system loads the necessary data for the model and executes the calculations defined by the model [19]. To do so, two major types of data are required: usage profiles (e.g., operating hours) of the technology employed and indicator-specific performance characteristics of different operations technologies per usage unit (e.g., resource consumption per operating hour). These types of data represent the input of the system, which need to be processed into the model derived from the indicators. The indicator specific performance of the technology, as decision support information, in turn, represents the output [23].

In order to obtain a usage profile, the operation technologies in question have to be tracked. This can be achieved by sensitizing objects so that reports about its use are recorded [20]. How complex this is depends on the technology employed and the organizational situation. Today, most operations technologies employ some kind of monitoring functionality that records the usage. This monitoring

data is normally stored in internal databases (e.g., for production planning) or ERP-systems [22], which have to be retrieved and thus connected with the DSS [23].

In order to determine the indicator-specific performance characteristics of the technology per usage unit, several data are required. First, data about input (e.g., energy consumption) and output (e.g., emissions produced) are necessary [8]. Which specific data is needed depends, on the sustainability indicators of the organization. Kerschbaum et al. [22] provide a list of data according to sustainability indicators. Often certain technological specifications (e.g. loading times) have to be additionally considered as usage requirements and restrictions. These factors may require some further investigation in advance by internal or external technology experts.

However, other types of internal relevant data encompass financial factors (e.g., taxes, leasing costs for the technology) stored in operational databases that have to be sensitized for the DSS [23]. Moreover, often there also needs to be a valuation of data (e.g., by attributing energy costs to energy consumption). This data is changing rapidly. In order to get access to current values, the Internet is a useful source. Here, certain websites can be automatically retrieved with basic web mining functionality and thus serve as sensitized external databases. Moreover, while certain facts about the technology (e.g., resource consumption facts) are static, others such as usage profiles are volatile and thus also require a continuous inquiry. This demonstrates the need for several internal and external data sources, which should be operated by a database management subsystem. The latter is needed in order to make the diverse data comparable and able to be processed [22]. Here, the extraction of the data from the various sources and the transformation to the desired structure takes place [19].

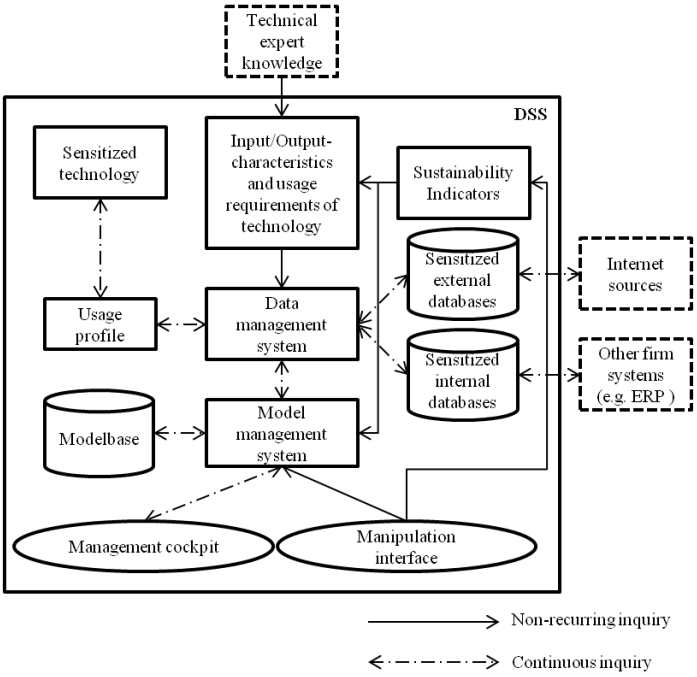


Figure 2: DSS model design

Because of the dynamic nature of several aspects, when facing a current state, there should be a sensitivity analysis in order to investigate the reliability of the results, which is particularly helpful in complex decisions such as those concerning sustainability [10]. As managers and not computer specialists are the target audience of the results, they should be visualized in an appropriate manner, e.g., by a management cockpit. The results of the assessment should be easily understandable and, to

further reduce equivocality, automatically disseminated [19]. Moreover, a user interface should offer manipulation options, e.g., editing models or changing parameters [19]. According to the anticipated number and abilities of users, the system can be developed as a stand-alone or a web-based solution [16]. The description above makes clear that, in order to set up such a DSS a lot of preparatory work is necessary. These work practices in advance have also been described by Melville and Saldanha [23]. Figure 2 displays the generic model of DSSs for environmental sustainability technology transformations.

5 Evaluation

Our pilot case company operates a fleet of 77 vehicles based at 8 different rental stations across the city. All existing vehicles within the fleet are powered by conventional internal combustion engines (ICEs). Although there has been constant growth and professionalization in the past years, the company still describes itself as being idealistic. In its vision, the company states that they feel a special environmental relatedness. Hence, the company is considering transforming all or part of its fleet to electric vehicles (EVs) in the future.

EVs have been described as an alternative means of future mobility because of their potential of decreased emissions. Thus far, market penetration of EVs is not very high due to limitations concerning range, charging time, and high prices. Because of technological progress regarding batteries and vehicles, government support, and a higher awareness of sustainability issues in the public, car manufacturers are increasing their efforts to introduce EVs to the market [12]. EVs are of special importance for company vehicle fleets. First, EVs promise lower operating and maintenance costs. Second, in company fleets, at least a certain part of the fleet usually operates solely within the possible range of EVs [12].

5.1 Preparatory steps

To build our initial DSS model (see Figure 2), we sensitized internal and external sources. We sensitized fleet vehicles by installing GPS tracking devices and monitoring CAN bus data to determine actual consumption and emission levels, thus gathering live usage profiles of all fleet vehicles. Furthermore, we ensured continuous access to all relevant external (e.g., online price databases) and internal (e.g., financial data from the ERP systems) sources to collect additional information, such as start and end time of individual trips, vehicle class, time to next scheduled booking, energy and fuel prices, and tax. All the data was extracted and operated in a data management system. In the following sections, we describe the decision steps as depicted in Figure 1 for the case company.

5.2 Decision process steps 1 and 2: Sustainability goals and operations selection

The company mentions both economic and ecologic dimensions in their understanding of sustainability. Management states that both dimensions are important, but the economic one is the priority as it is considered as essential to guarantee the survival of the firm. Cost covering is therefore seen as economically sustainable, while low CO2 emissions are perceived as environmentally sustainable. The vehicles are the firm’s only major source of CO2 emissions.

5.3 Decision process step 3: Model specification for operations

Derived from the sustainability understanding mentioned above, the following goals and indicators have been formulated: the company aims to emit the lowest amount of CO2 possible at a given established total cost level. To calculate these indicators, the following aspects had to be considered.

5.3.1 Economic dimension.

According to the goal of cost covering, the focus is on the cost side. Thus far, there has been no evidence that customers would pay more for an environmentally friendlier vehicles [e.g. 15, 38]. Management therefore assumes that the revenue side will not change by a possible transformation.

For company vehicle fleets, total costs are most relevant [12]. Because of this, the DSS employs a total cost of ownership (TCO) model for a one-year period [5] as the underlying assessment model. The one-year period is the management's regular observation period when deciding about replenishment. The developed DSS continuously updates this p.a. calculation upon recent data and displays it in the management cockpit. The TCO of an actual vehicle is compared to the hypothetical TCO of an alternative vehicle. Building upon similar work from Delucchi and Lipman [5], the DSS is supplied with several TCO determinants. Internal data is represented by the driving behavior based on GPS tracking and data from financial accounting, such as maintenance costs, taxes, or depreciation of the existing fleet. External data encompasses purchasing costs or the resulting depreciation or leasing rate of new vehicles, as well as energy and fuel prices. This external information is drawn from the Internet, based on the pre-evaluation of the technology characteristics. Due to the relatively small amount of energy needed to operate the selected vehicles as EVs (approx. 86,000 kWh/a), consumer retail prices for a 100% renewable energy product were used (0.2420 EUR/kWh). Average monthly end customer fuel prices as well as maintenance and depreciation/leasing costs are automatically retrieved by the DSS from databases provided by a large automobile association. Costs for insurance are seen to be constant due to a fleet tariff that is not influenced by a transition from ICEs to EVs and are thus not considered in the evaluation. The corresponding tax amounts per vehicle are also fetched from openly accessible databases. Subsidies exist only in the form of tax reductions; in Germany, electric vehicles are exempt from vehicle taxes until 2015. Therefore, taxes were only fetched for ICE vehicles. In contrast to [5] and other authors, we do not account for life cycle costs of the battery, since these costs are included in the vehicle full leasing rate and depreciation amount. Costs for tire replacement, vehicle registration, safety- and emissions-inspection fee, etc., are also not accounted for, as we assume that they do not differ between EVs and ICEs. In other cases and other models these types of data might be included of course.

5.3.2 Environmental dimension.

The company publishes individual CO2 emissions of their vehicles on their website, as they aim to be transparent when it comes to environmental aspects of their business and to minimize overall emissions.

To cope with the environmental dimension, the DSS uses internal data, such as monitored emission levels (CAN bus data) within the driving profiles per vehicle on a per-trip basis as well as external data. To calculate and assess the performance of feasible alternatives, the DSS must gather external data on emissions produced by potential new vehicles from special EV websites.

5.4 Decision process steps 4 and 5: Status quo and feasibility assessment

First, the DSS assesses the status quo of the specific procedure (in this case, the fleet vehicles' operation) based on historical fleet data drawn from internal databases. Afterwards, it evaluates whether the restrictions of EVs allow for a transformation of the fleet. For the average range of a potential EV, we assume 120 km per drive, a battery capacity of 22 kWh, and the possibility for (fast) charging with 11 kW until 80% of the battery capacity is reached and 3.7 kW for the last 20%.

Applying these limitations, all individual journeys over 120 km cannot be realized. Furthermore, if there is not enough time between two rent-outs to charge the vehicle to the capacity required for the following trip using 11 kW AC fast charging, this journey is also not able to be realized.

As external input factors such as energy and fuel prices, government subsidies, and mobility demand are uncertain, the company defined the evaluation window to cover one full year. Therefore, the feasibility analysis is based on usage profiles spanning from March 2012 until March 2013 on a trip-basis, considering these restrictions.

The trip and charging analysis per vehicle allowed the DSS to calculate the amount of non-realizable journeys in comparison to the total number of journeys. We name this the failure ratio. Because we suppose that the car sharer will offer both ICEs and EVs at each rental station, customers who intend to go on a longer trip will choose an ICE over an EV. Hence, we determined that only vehicles with a failure ratio greater than the failure ratio median (.1658) would not be suitable for exchange with an EV. Therefore, all vehicles with a trip realization quota (1 - failure ratio) greater than .83 are labeled as transition ready. At the end of the evaluation, the DSS found 28 vehicles to be within the given limitations.

5.5 Decision process step 6: Assessing performance of feasible alternatives

For all vehicles that were previously labeled as ready for transition, the DSS calculates the two decision variables "Delta costs EV/ICE" and "Delta CO2 trip emissions." This is achieved using the pre-defined TCO model. The dynamic calculation results are accessible via the management cockpit and are displayed in Figure 3 for the reference day of March 19th, 2013.

5.6 Decision process step 7: Sensitivity analysis and comparison of alternatives

Concerning the economic and environmental dimension, the DSS compares the results as shown in Figure 3. Furthermore, it calculates variables' sensitivities regarding its effect on the decision variables, depending on the defined values in the scenario manager interface. It emerged that the sensitivities of external influence factors, such as energy and fuel prices, are major determinants for the decision process.

2013/03/19 | Scenario manager | Settings | Logout

Vehicle ID	Class	Driven km	Avg km per trip	Total time of trips (h)	Total trip costs EV (EUR)	Total trip costs ICE (EUR)	Maintenanance EV/ICE (EUR)	Tax (EUR)	Depreciation EV/ICE (EUR)	Total costs EV (EUR)	Total costs ICE (EUR)	Delta costs EV/ ICE	*Delta CO_2 trip emissions (g)*
27	SS	19539	73	2778	1381	1583	480 / 588	170	5000 / 3357	6861	5698	1163	*-23251*
28	SS	20322	69	2653	1436	1646	480 / 588	170	5000 / 3357	6916	5761	1155	*-24183*
46	SS	34623	107	4112	2447	2804	480 / 588	170	5000 / 3357	7927	6919	1007	*-41201*
49	SS	25420	81	3697	1796	2059	480 / 588	170	5000 / 3357	7276	6174	1102	*-30250*
Avg		**24976**	**83**	**3310**	**1765**	**2023**				**7245**	**6138**	**1107**	***-29721***
52	SC	19304	30	3138	809	1286	396 / 540	151	3891 / 2500	5096	4477	619	*-18918*
54	SC	18602	37	2555	780	1239	396 / 540	151	3891 / 2500	5067	4430	637	*-18230*
55	SC	17266	31	2560	724	1150	396 / 540	151	3891 / 2500	5011	4341	670	*-16921*
56	SC	20427	35	3574	856	1360	396 / 540	151	3891 / 2500	5143	4551	592	*-20018*
57	SC	18851	35	2828	790	1255	396 / 540	151	3891 / 2500	5077	4446	630	*-18474*
58	SC	17701	33	2641	742	1179	396 / 540	151	3891 / 2500	5029	4370	659	*-17347*
59	SC	18604	34	3556	780	1239	396 / 540	151	3891 / 2500	5067	4430	637	*-18232*
60	SC	18603	36	2674	780	1239	396 / 540	151	3891 / 2500	5067	4430	637	*-18231*
61	SC	19030	38	3458	797	1267	396 / 540	151	3891 / 2500	5084	4458	626	*-18649*
62	SC	20834	35	3293	873	1388	396 / 540	151	3891 / 2500	5160	4579	581	*-20417*
63	SC	19248	36	2780	807	1282	396 / 540	151	3891 / 2500	5094	4473	621	*-18863*
64	SC	16680	32	2453	699	1111	396 / 540	151	3891 / 2500	4986	4302	684	*-16346*
65	SC	20770	36	3048	870	1383	396 / 540	151	3891 / 2500	5157	4574	583	*-20355*
67	SC	19662	36	2907	824	1309	396 / 540	151	3891 / 2500	5111	4500	610	*-19269*
68	SC	15705	30	3103	658	1046	396 / 540	151	3891 / 2500	4945	4237	708	*-15391*
69	SC	20894	41	3533	876	1392	396 / 540	151	3891 / 2500	5163	4583	580	*-20476*
70	SC	15676	28	2814	657	1044	396 / 540	151	3891 / 2500	4944	4235	709	*-15362*
71	SC	19539	35	3277	819	1301	396 / 540	151	3891 / 2500	5106	4492	613	*-19148*
72	SC	20111	30	3227	843	1339	396 / 540	151	3891 / 2500	5130	4530	599	*-19709*
73	SC	21676	41	3424	908	1444	396 / 540	151	3891 / 2500	5195	4635	561	*-21242*
74	SC	22423	39	3282	940	1493	396 / 540	151	3891 / 2500	5227	4684	542	*-21975*
75	SC	18803	37	3315	788	1252	396 / 540	151	3891 / 2500	5075	4443	632	*-18427*
Avg		**19110**	**35**	**3065**	**801**	**1273**				**5088**	**4464**	**624**	***-18727***
6	LC	27480	93	2815	3298	6826	613 / 876	210	11429 / 7143	15340	15055	285	*-90409*
9	LC	25594	60	2519	3071	6358	613 / 876	210	11429 / 7143	15113	14587	527	*-84204*
Avg		**26537**	**76**	**2667**	**3184**	**6592**	**613 / 876**	**210**		**15226**	**14821**	**406**	***-87307***

* SS: Small size, SC: Sub compact, LC: Light commercial

Figure 3: Management cockpit and fleet transition analysis results

Besides future energy and fuel price developments, factors such as subsidies in the form of higher depreciation rates or leasing rate reductions are major determinants of a shift in TCO results and thus a potential management decision.

5.7 Decision process step 8: Decision

Eventually, regarding the displayed results from an economic perspective, the recommendation would be to transform none of the fleet vehicles into an EV. From an environmental perspective, it would be to exchange all of them. However, the objective of DSSs is to support and not replace the human decision-making process [19]. Thus, the interpretation of the results depends on the specific organizations goals and people.

Prior to installing and configuring the DSS, we asked management to estimate the additional costs after transition to EVs in the three vehicle categories the company operates: small size, sub-compact, and light commercial. Moreover, as they are used to these measures, we asked them to estimate the emissions of their current fleet to check if there is a common understanding of the status quo.

After management was able to access the live evaluation of the fleet vehicles using the installed management cockpit, it was surprised by the relatively low additional costs a transformation would produce (e.g., on average 406 EUR p.a. for a light commercial vehicle, 624 EUR p.a. for a sub-compact vehicle) compared to the estimated transition costs (on average 1000 EUR for small size and sub-compact vehicles and 3000 EUR for light commercial vehicles). This clearly shows the reduction in uncertainty that has been achieved. Concerning the emissions, the estimations varied in a range from +15% to -37% related to the measured numbers. Here the system, clearly reduced equivocality concerning the perceived status quo.

Fuel price (ct per liter diesel)	Vehicle class	Energy price (ct/kWh)		
		24,2	30,0	40,0
140,2	SS	0,00	29,86	81,34
	SC	0,00	19,71	53,69
	LC	0,00	-32,99	207,80
160,0	SS	-25,96	3,90	55,38
	SC	-23,76	-4,05	29,92
	LC	-119,79	-43,51	88,01
180,0	SS	-52,19	-22,33	29,15
	SC	-47,76	-28,05	5,92
	LC	-240,79	-164,51	-32,99

Figure 4: Average TCO delta EV/ICE (change in % to base case)

Because they place the highest priority on the economic dimension, management were reluctant to replace vehicles while the costs for an EV remain higher. However, after internally discussing anticipated energy and fuel price developments and feeding these values into the scenario manager of the management cockpit, the improved economic results (compare Figure 4) in addition to the expected emission savings led the management to decide to replace 8 of the 28 possible vehicles within the next year. With this change in view, the final decision to transform a certain number of fleet vehicles and the positive feedback we received throughout discussions with the company's management led us conclude, that our developed artifact fulfills its aim of supporting sustainable transformation decisions.

6 Discussion and conclusion

Because of various stakeholder demands, companies are under pressure to adapt their business models and thus, their operations. In this paper, we have developed a general model for DSS suitable for sustainable technology transformation issues. We pointed out that the technology in question and the specific organizational situation must be considered in the DSS design. In order to do so, various internal and external data have to be automatically and continuously gathered and processed in order to ensure efficient and effective decision support to management. The DSS design was derived by drawing upon high-class literature on DSS, OIPT, and sustainability, as well as the insights from our pilot study. We specified the general model to the needs of a case company and evaluated the performance. We were able to show that uncertainties and ambiguity concerning the transformation decision were reduced. Nevertheless, our research suffers from several limitations. First, the generalizations of the findings are rather limited due to the single case setting. For us, it made sense to first investigate a pilot-case in a long and in-depth manner. Here, we call for future research investigating the performance of our model in multiple cases and large-scale applications. Moreover, business model changes in respond to sustainability demands in general need to be further elaborated.

The main practical implication is that perceptions of alternative technologies are often biased and it makes sense to evaluate them. IS can assist management by automatically and continuously informing about technology-related sustainability issues. Given the rising importance of corporate sustainability, these DSSs would be a promising investment.

7 References

Books

[1] R. K. Yin, Case Study Research: Design and Methods, vol. 5, no. 5. Sage Publications, 2009, p. 219.

Journal articles

[2] M. D. Ahmed and D. Sundaram, "Sustainability modelling and reporting: from roadmap to implementation," Decision Support Systems, vol. 53, no. 3, p. 13, 2012.

[3] T. Butler, "Compliance with institutional imperatives on environmental sustainability: Building theory on the role of Green IS," The Journal of Strategic Information Systems, vol. 20, no. 1, pp. 6–26, 2011.

[4] R. L. Daft and R. H. Lengel, "Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design," Management Science, vol. 32, no. 5, pp. 554–571, 1986.

[5] M. A. Delucchi and T. E. Lipman, "An analysis of the retail and lifecycle cost of battery-powered electric vehicles," Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 6, no. 6, pp. 371–404, 2001.

[6] S. Elliot, "Transdisciplinary Perspectives on Environmental Sustainability: A Resource Base and Framework for IT-Enabled Business Transformation," MIS Quarterly, vol. 35, no. 1, pp. 197–236, 2011.

[7] J. Fairbank, G. Labianca, H. Steensma, and R. Metters, "Information Processing Design Choices, Strategy, and Risk Management Performance," Journal of Management Information Systems, vol. 23, no. 1, pp. 293–319, 2006.

[8] R. González, "Analysing the factors influencing clean technology adoption: a study of the Spanish pulp and paper industry," Business Strategy and the Environment, vol. 14, no. 1, pp. 20–37, 2005.

[9] S. Gregor and A. R. Hevner, "Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact," MIS Quarterly, vol. 37, no. 2, pp. 337–335, 2013.

[10] M. A. Hersh, Sustainable decision making: the role of decision support systems, vol. 29, no. 3. IEEE, 1999, pp. 395–408.

[11] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design Science in Information Systems Research," MIS Quarterly, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, 2004.

[12] F. Kley, C. Lerch, and D. Dallinger, "New business models for electric cars—A holistic approach," Energy Policy, vol. 39, no. 6, pp. 3392–3403, Jun. 2011.

[13] N. P. Melville, "Information Systems Innovation For Environmental Sustainability," MIS Quarterly, vol. 34, no. 1, pp. 1–21, 2010.

[14] P. Miettinen and R. P. Hämäläinen, "How to benefit from decision analysis in environmental life cycle assessment (LCA)," European Journal Of Operational Research, vol. 102, no. 2, pp. 279–294, 1997.

[15] D. J. Power, "Specifying An Expanded Framework for Classifying and Describing Decision Support Systems," Communications of the Association for Information Systems, vol. 13, p. 13, 2004.

[16] D. J. Power and R. Sharda, "Model-driven decision support systems: Concepts and research directions," Decision Support Systems, vol. 43, no. 3, pp. 1044–1061, 2007.

[17] A. Presley, L. Meade, and J. Sarkis, "A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: a reverse logistics illustration," International Journal of Production Research, vol. 45, no. 18–19, pp. 4595–4620, 2007.

[18] C. Searcy, "Corporate Sustainability Performance Measurement Systems: A Review and Research Agenda", Journal of Business Ethics, 107 (3), 2012, pp. 239-253.

[19] A. Tariq and K. Rafi, "Intelligent Decision Support Systems- A Framework," Information and Knowledge Management, vol. 2, no. 6, pp. 12–20, 2012.

[20] R. Watson, M. Boudreau, and A. J. Chen, "Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community," MIS Quarterly, vol. 34, no. 1, pp. 23–38, 2010.

Conference contributions

[21] M. D. Ahmed and D. Sundaram, "A Framework for Sustainability Decision Making System: A Proposal and an Implementation," in ICDSS 2007 Proceedings, 2007, p. 18.

[22] F. Kerschbaum, J. Strüker, and T. Koslowski, "Confidential Information-Sharing for Automated Sustainability Benchmarks," in ICIS 2011 Proceedings, 2011, p. 4.

[23] N. P. Melville and T. Saldanha, "Information Systems for Managing Energy and Carbon Emission Information: Empirical Analysis of Adoption Antecedents," HICSS 2013 Proceedings, 2013, pp. 935–944.

Do EMIS have the capabilities to support sustainability reporting in practice? Initial results from a latitudinal study with German companies

Hendrik Hilpert, Hagen Kölle, Katrin Thöne, Hilke Weimeier, Matthias Schumann

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 37073 Göttingen, E-Mail: {hhilper|mschuma1}@uni-goettingen.de

Abstract

Due to increased society's demand for information about environmental impacts, more and more companies disclose sustainability reports (SR). However, the task of SR is complex and involves massive information processing, wherefore EMIS (environmental management information systems) has been studied in the last years. Commercial EMIS for SR are available on market, but the actual state of usage as well as demanded functionalities of such IS to support the process of SR haven't been studied sufficiently in practice. Thus, we conduct an empirical study with 29 German companies, investigating which IS are actual used for SR, what are the functional requirements by practitioners and how these IS fulfill requirements. In result, EMIS are used more often within the process of SR, but they do not fulfill requirements from practitioners sufficiently, wherefore the adoption is merely low.

1 Introduction

Due to increased global trade and global division of labor, the environmental impact caused by human activities steadily grows. For instance, the global greenhouse gases (GHG) increased by nearly 60 % since 1970 [7] as well as water scarcity becomes increasingly a worldwide problem due to immense water usage [13]. Subsequently, due to increased demand by the society, companies are driven to disclose information about their sustainability [4]. An emerging form of sustainability performance disclosure is sustainability reporting [14]. „Sustainability reporting is the practice of measuring, disclosing, and being accountable to internal and external stakeholders for organizational performance towards the goal of sustainable development" [10]. Including performance information about the three dimensions of sustainability as well as their interdependencies [9] [14], sustainability reports became complex and comprehensive corpuses, wherefore several voluntary reporting frameworks (e.g. GRI (global reporting initiative), Social Accountability 8000 or Global Compact) arisen to guide the reporting process and its content [5]. The GRI reporting framework has been established as an international defacto standard [16]. Initiated by CERES (coalition for environmental responsible economics) in 1997, the guidelines have been and are enhanced continuously in a stakeholder dialogue, having the goal to increase transparency, reliability and comparability between reports [28]. Therefore, the GRI framework comprises of guidance "what to report" as well as "how to report" about sustainable performance [10], defining standard qualitative disclosures and indicator protocols as well as reporting quality principles and implementation guidelines [10][16].

However, from an organizational point of view, the process of SR is a complex task [4]. While information and communication technologies (ICT) have be seen as an additional problem for the environment due to extensive energy consumption in the past [26], researchers and practitioners nowadays consider ICT to be an enabler of eco-sustainable practices [1]. Especially in terms of IS to enable and support the process of sustainability reporting, considerable concepts and solutions emerged under the term of EMIS (environmental management information systems) [33], e.g. in by interactive web reporting systems [15]. At least partially based on this prior research, considerable COTS (commercial of the shelf) EMIS are on market (e.g. Credit 360°, SoFi or Enablon) to support the process of SR in practice. Nonetheless, the actual usage of EMIS for SR in practice is considered to be low, while office solutions seem to be used quite often [18]. According to Junker [19] a major reason for these circumstances is that the field missed its chance in the past to provide tangible and precise functionalities of EMIS that truly support the process of SR due to lacks in classifications and definitions. For this reason, the intent of this paper is to study the actual EMIS for SR usage in practice as well as the applicability of current used IS for SR from a practitioner's point of view.

To achieve this goal, *the remainder of this paper is as follows: First, we provide basics and related research about EMIS for SR. In the next section, we propose research questions based on the gained knowledge from the actual state of research. To investigate the situation in practice, we describe the used methodology of our empirical study briefly, followed by the study's results in section five. Finally, we provide a conclusion, limitations and an outlook for further research.*

2 EMIS

The topic of information systems for environmental sustainability has recently attracted considerable attention in the international IS community and is seen as very important in future IS research [1] [36] [3] [35]. IS for environmental sustainability are known under the term of Green IS, reflecting the usage of IS or IT to achieve environmental sustainability [4][36]. The class of Green IS encompass

IS/IT for the reduction of negative impacts by IT itself ("Green IT")[26] as well as IS that cannot contribute directly to eco-sustainability, but instead enable process change towards greener business practices and causes behavioral change of individuals and organizations ("IT-for-Green") [21]. An IS subclass of IT-for-Green that gained attention peculiar for the task of sustainability reporting are EMIS [27][31], especially in the German speaking IS community (see [33] for a systematic literature review). EMIS have the objective to "systematically obtaining, processing and making environmentally relevant information available" [28] to enable decision-making and knowledge creation within organizations [34], encompassing a wide range of technologies, application areas and organizational integration levels (see [37][22] for classification of EMIS).

The actual state of research in the subfield of EMIS for SR, expanded by recent research up to 2013 (also under the keywords of Green IS, IT-for-Green) can be depicted as follows: Conceptual frameworks, classifications and argumentative deductive analysis include SR as an objective [37][36][3], but fail to provide tangible and detailed functional requirements of EMIS for SR [18]. Design-oriented research provide several artifacts for SR, e.g. [22][15], mainly focusing on the creation of sustainability reports, while solutions for data obtaining and processing are understudied and thus planned for further research [21] or recently emerge [12][29]. Empirical studies, e.g. [32][25][20][11][4][24][8][31][17], analyzed the adoption and diffusion for several objective areas: Shaft [32] did a single case study to gain knowledge about the IT-support for environmental life-cycle analysis in an organization and found that office solutions were used for this purpose. Konrad [20] studied life-cycle analysis tools in the electrical and chemical industry on product-level and found similar results. Mock and Schroder [25] analyzed the state of production-oriented EMIS in cross-section industries, revealing that only 30 % use COTS EMIS, while 47 % use custom-developed systems and 22 % use spreadsheet office tools. Heuback and Lang-Keutz [11] conducted a survey with producing companies to determine the state of EMIS adoption for environmental management accounting purposes, also finding that office solutions dominate this area. Recent research under the term of Green IS has been conducted by Chen et al. [4], who analyzed the adoption of Green IS based on institutional view, finding that mimetic (outcome-based) and coercive (regulations) pressures strongly affect adoption decisions. Melville and Whisnant [24] studied reasons for EMIS adoption in a single case study. Gräuler et al. [8] did qualitative interviews to gather general requirements for the class of Green IS, while Seidel et al. [31] conducted case studies within a company to gain knowledge about the enabling and systemic effects of these IS. Jamous et al. [17] found that more than ~77 % of small and medium companies do not use EMIS, having no budget for it. Further, they asked for requirements, but ended up with superficial unspecific requirements (e.g. "light-weight", "web-based" and "designed for any end-user").

Thus, it can be concluded that the lack in present research on EMIS for SR is twofold: First, none of existing empirical research studied the usage of EMIS for SR in practice, although it is a major objective. Second, while single design-oriented solutions for specific functional areas of SR reflect fruitful inductive research, more detailed and comprehensive knowledge about tangible functionalities of EMIS from a practitioner's point of view is needed to enable more targeted research. This would enable to understand the reasons for merely low adoption and thus can lead to a higher impact. Therefore, the authors' intent in this paper is an empirical study about the actual use of EMIS, comprehensive insights on demanded functional capabilities of current IS and their ability to fulfill the demanded requirements.

3 Research questions

Based on the related research on EMIS for SR, we showed that the current body of knowledge lacks in two ways. First, the body of knowledge lacks in empirical studies on the actual usage of EMIS for SR in practice, while SR has been identified as the major topic [33]. To the best knowledge of the authors, none empirical studies investigated the current state of diffusion of EMIS for SR in the organizational environments. Thus we ask:

RQ1: *Which IS are actual used to support the process of sustainability reporting?*

Second, we showed in related research that several single design-oriented solutions have been proposed. However, tangible classifications of functionalities that EMIS for SR must encompass are missing. Instead, general and abstract functional levels (e.g. controlling vs. information function) and types (e.g. sustainability reporting system vs. environmental accounting system) remain state of the art [22][37], while criticized for being superficial [18]. Especially as the field is considered to have a low practical impact, a consistent step would be to investigate, which functional requirements are perceived to be necessary by practitioners. Gräuler et al. [8] and Jamous et al. [17] made first steps towards this goal, but they did not seek to gain knowledge for the subclass of EMIS for SR or remain superficial. Thus, we ask on a more specific level:

RQ2: *Which functional requirements do practitioners have of EMIS for SR?*

Based on RQ1 and RQ2 and the assumption that EMIS for SR have a low practical impact, a consequence further step is to gain knowledge about the ability of current used IS to fulfill practitioner's requirements within the process of SR. Thus, the third step of our empirical study is to understand, how and why practitioners assess the IS support capabilities of current used IS. We state:

RQ3: *How do practitioners assess the capabilities of current IS to support the process of SR?*

4 Methodology

To answer the raised research questions, we conducted a qualitative / quantitative latitudinal study. We selected German companies across all industry sectors that report according to the GRI guidelines, using the GRI database (http://database.globalreporting.org/). In result, 109 companies were identified. We used a semi-structured interview construct, as the necessary functionalities of a EMIS for sustainability reporting are not clearly defined. Thus, the interviews are exploratory and have been structured roughly by definition of Page and Rautenstrauch [28] and known functional requirements from existing literature, structured by simple input-processing-output (IPO) model. In a second step, we asked for functionality assessments of their current IS within the process and assessment explanations. The study has been rolled out by contacting the selected companies on postal way, introducing our study and asking for participation. 29 companies agreed to participate (response rate: 27 %), whereon we scheduled telephone interviews between 2013-03-01 and 2013-05-01. Preliminary to the interviews, a short overview of the research goals and main questions was sent to the participants in order to give them the opportunity to prepare themselves. Further, the authors screened the related sustainability reports and used them as secondary data sources. Each telephone interview last from 38 up to 67 minutes and we interviewed chief sustainability officers (n=10), heads of division for corporate sustainability and IT (n=8), managing directors for corporate sustainability (n=7) and heads of corporate sustainability communication (n=4). The final sample includes small, medium-sized and large firms from different sectors as summarized in table 1 (Note: Firm size classification not according to EU definition to increase lucidity of sample).

Sector/ No. of employees	< 1,000	1,000 - 10,000	> 10,000	Sum
Financial, Insurance and Real Estate	3	3	1	**7**
Consumer Goods	1	1	3	**5**
Energy Utility	1	1	2	**4**
Industrial	-	4	3	**7**
Other	3	-	3	**6**
Sum	**8**	**9**	**12**	**29**

Table 1. Sample description

The data analysis has been executed, using the approach of structured content analysis for semi-structured interviews by Mayring [23] and ATLAS.ti®. The approach is used to filter certain aspects of the collected data and to evaluate it in terms of these criteria in several steps: First, we defined units of analysis and corresponding coding schemes that enable us to quantify results for further analysis. Then, the interviews have been transcribed and sent to the participants for validation and confirmation. Ongoing, the interviews were paraphrased and coded, merging similar parts and the corresponding codes. Data for quantitative tests has been transformed in ranks in order to be able to conduct non-parametric statistic tests. To establish construct validity we used data triangulation analyzing multiple sources of evidence (e.g. sustainability reports). The reliability of findings was addressed by using interview protocols and by setting up a coding database.

5 Findings

5.1 Quantitative results

RQ1: *Which IS are actual used to support the process of sustainability reporting?*

To answer this question, we begin with descriptive results about used information systems for GRI sustainability reporting. In result, we found that the majority of companies uses MS Excel (34 %) to fulfill GRI sustainability reporting tasks, while the most used EMIS is SoFi® (18 %), followed by SAP EH&S (12 %) and Credit 360° (9 %). Custom developed EMIS are used only merely (9 %) as well as Enablon® (4 %). Figure 1 shows the distribution of used IS for SR within our sample. More in detail, we investigate whether there are differences in IS usage for sustainability reporting between single sectors. Cross tabbing sectors with used IS, statistics (Fischer's exact test: p=.001, Cramer's V= .647) reveal significant differences. To determine which sectors differ significantly, we test each sector against residual sectors in terms of used IS, revealing that two sectors use significantly more specialized IS than the other sectors. *Consumer goods* companies (Fischer's exact test: p=.035, Cramer's V= .648) use SoFi® and Enablon®, while the sector *Basic materials* (Fischer's exact test: p=.005, Cramer's V= 1.000) use Credit 360® or custom developed EMIS significantly more often. However, further tests showed that the sector is not the influencing variable, but instead the company size has a significant influence on this difference (Chi^2=4,535, p=.033). Within sample, only one small company (<1,000 employees) uses a specific EMIS, while the other small companies (87,5 %) use MS Excel for SR. Larger companies (>1,000 employees) use specialized EMIS (~71 %). As interviewees from the two identified sectors indicate no reasons for there is selection decision, sector differences seem to be coincidences.

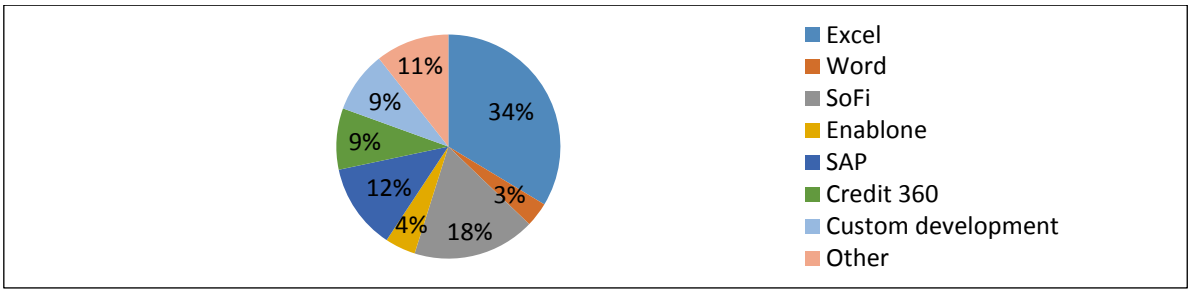


Figure 1. Used information systems for GRI sustainability reporting in German companies

RQ2: *Which functional requirements do practitioners have of EMIS for SR?*

To answer this research question, we went further into details: Based on the results from the expert interviews, we obtained eleven functionalities that must be supported by a EMIS for sustainability reporting from a practitioner's point of view. These requirements are summarized and explained in Table 2. As practitioners also mentioned general (e.g. administration panel, usability, performance) as well as odd requirements, we included specific requirements that have been mentioned by at least a third of participants only (number of experts that mentioned requirements in right column).

Requirement	Explanation	Experts (n=29)
IPO Stage: Data collection (I)		
Ubiquitous input	Decentralized environmental data collection that enables coordinators to delegate the data collection for single KPIs to responsible persons in single business units across hierarchical levels in an ubiquitous manner, e.g. with mobile devices.	28
Automation	Interfaces that enable to collect environmental impact and business activity data from existent business IS automatically.	10
Validation	Algorithms for an automated activity and flow data validation at data input level.	17
IPO Stage: Data processing (P)		
Plausibility	Comparison of environmental data, KPIs and additional transparency information according to temporal, technological and location change on an arbitrary aggregation level.	24
Aggregation	Aggregation of environmental impact data and KPIs horizontal and vertical across organization structure, dependent on the need level of detail.	25
Visualization	Compile graphs and diagrams based on environmental impact data regarding change over time and in comparison to other companies.	21
Scheme customization	Create, maintain and customize different sustainability reporting schemes to cope with different business needs and changing information processing and distribution requirements.	17
Interpretation	Sense-making tools of collected environmental data for management accounting purposes on self-selected level of detail.	15
Editoring	Enrich report with qualitative information for standard disclosures, e.g. management approach or project descriptions, using editorial functionalities.	9
IPO Stage: Information output (O)		
Report generation	Generate GRI sustainability reports and/or single KPIs in different level of details dependent on intended usage and provide it in user-selected standard formats or by standardized interfaces.	22
Interaction	Provision of a sustainability reporting platform that enables stakeholder to prepare individual reports on self-selected information and level of detail as well as feedback mechanisms.	18

Table 2. EMIS for sustainability reporting - requirements from practice

Based on the obtained functional requirements, we examine which subtasks are supported by different IS in practice as well as the assessment of capabilities of these functionalities by practitioners:

RQ3: *How do practitioners assess the capabilities of current IS to support the process of SR?*

Answering RQ3, we consolidated single EMIS solutions to the class of EMIS to contrast their general capability against office solutions (second class) in a first step. Figure 2 depicts the identified functionalities for sustainability reporting and the frequency of used information system class (EMIS or office). In result, EMIS and office tools are used for ubiquitous data collection (n=28), data aggregation (n=25) and KPI visualization (n=20) in majority, while not used very often (frequency below 10) for residual identified functionalities. Ubiquitous data collection (~43 %), aggregation (~56 %) and visualization (55 %) are fulfilled by office in nearly half of the cases, while specialized EMIS is used in the majority of residual functionalities (Automation = 100 % Validation = 87,5 %, plausibility = 87,5 %, interpretation = 75 %, report generation = 75 %, interaction = 100 %). One exception is given by the functionality of "editoring", which is mainly done with Office tools (~83 %).

Following RQ3, we asked the interviewees if their actual IS (EMIS or Office) fulfill the raised requirements in process of SR. Figure 3 shows the results for Office and EMIS applicability for SR in terms of functional areas. Practitioners answered that office tools support aggregation (~71 %) and visualization (100 %) comprehensively, while Office is not capable of ubiquitous data input (~8.3 %) and report generation (~14.3 %). EMIS in turn is seen as more capable; Ubiquitous data input (75 %), validation (~71 %), plausibility (~71 %), aggregation (80 %), visualization (~89 %) and interpretation (67 %) fulfill the requirements in more cases. As data indicate that EMIS support more of the specific functionalities than Office, we conducted a Kruskal-Wallis test, analyzing if the support by EMIS is seen as significant better than with Office solutions. The Kruskal-Wallis test (Chi^2= 4.012, exact p=.046) supports this assumption. In result, practitioners assess the capabilities of actual used IS for SR significantly better in terms of EMIS than with Office tools.

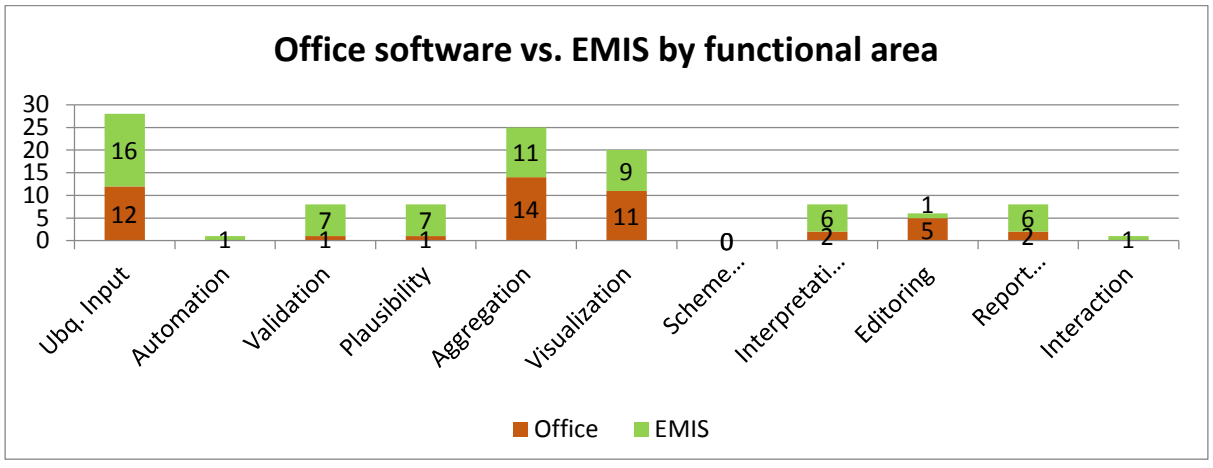


Figure 2. Used information systems by functional area

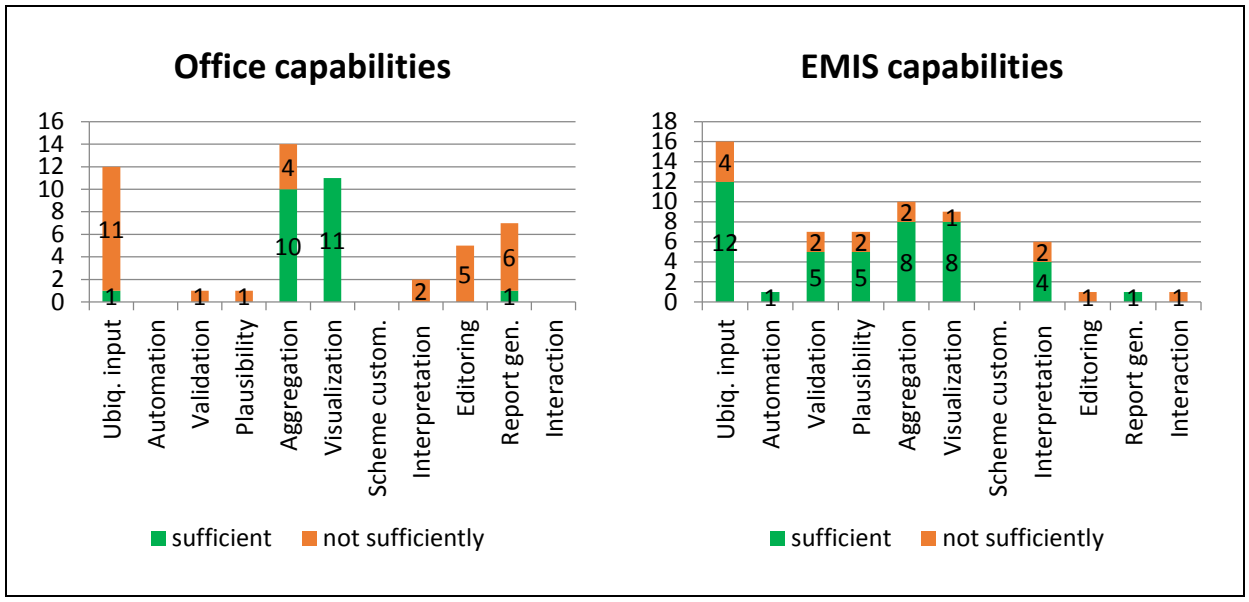


Figure 3. Office and EMIS support within functional areas – Practitioners point of view

5.2 Qualitative discussion

While quantitative results show which functionalities are supported sufficiently and which not, we use qualitative data analysis to understand more in detail, why companies assess actual IS support for SR the way they did.

In terms of *ubiquitous data input* especially Office is assessed as not being capable to support this task from a practitioner's point of view: To enable data input, the data collection coordinator sends an Excel sheet to responsible persons in environmental impact causal divisions via Email. These responsible persons enter the necessary data and send the Excel sheet back. In consequence, the coordinating person copies each data set into a master Excel sheet and compiles KPIs manually (*Industrial*, 26). In result, a third of actual working time is used for the explained data collection and coordination process (*Industrial*, 26). This causes further inefficiencies for the responsible persons for data collection in single divisions. At the moment facility managers read out metering systems on production-site manually, write it down paper-based, transfer it into the Excel sheets and send it back via Email (*Industrial, 27*). For instance, mobile devices and an interface would reduce the necessary effort significantly (*Utility*, 12). One company assessed Excel as capable for ubiquitous data input. However, the reason is that it has been a small non industrial company (<100 employees), thus the coordination effort is low and the used data source is represented by energy consumption invoices only (*Other*, 7). In twelve cases EMIS cope with these data collection problems, e.g. by delegation and web frontends, although some optimizing functionalities are missing (e.g. mobile device support). Thus, the adoption of EMIS for *ubiq. data collection* is high as they provide useful and targeted solutions within this functional area. *Automation* is supported in only one case, where they developed a customized IS interface, which is able to extract necessary activity data (e.g. on-site energy consumption) from existent facility management systems. The reason is that their EMIS indeed provide interface on the input side, but not on the deploying system's output side. This company uses data for *interpretation*, e.g. management accounting, thus real-time data improve decision-making processes. However, as long as EMIS do not provide comprehensive automation solutions, the necessary effort is too high for most companies, although ten companies demand such functionalities. *Validation* is not supported comprehensively by Office. Its rationale is that special algorithms are

necessary for data input validation, encompassing custom programming in MS Excel, e.g. with visual basic. In result, a manual validation is done in practice. EMIS in turn provide at least threshold validation algorithms that act on significant changes to historical data, e.g. from last year's report. However, participants mentioned that further validation of data is necessary. For instance, if data units, e.g. kWh vs. gigajoules, are entered wrong, input validation algorithms could reduce resulting efforts immensely (*Industrial*, 29). As 17 participants mentioned validation as an important feature, actual EMIS need to be improved according to this feature to increase the adoption, as only five companies are satisfied with the actual state.

In terms of data processing, insights from expert interviews reveal the following reasons: *Plausibility checks* are not supported by Office and only merely by EMIS, e.g. by adding comments to data sets or attach files. However, participants state that additional information about the data type (primary/ secondary) or data collection method (measurement/ calculation/ estimation) is needed to check plausibility of given data. At the moment, plausibility checking means that the coordinating persons have to request further information by email (*Industrial*, 26). Five participants are satisfied with EMIS plausibility check, while 24 companies mentioned it as to be important. Therefore, improvements according to this functionality should be done, e.g. by expanding data collection delegation web frontends with additional mandatory fields about data type and collection method.

Data aggregation in contrast is supported sufficiently by Office and EMIS. EMIS is capable to aggregate data in a tree structure according to defined organizational structure automatically, while Office allows to create single KPIs on division level and aggregate them to company level manually. Therefore, four companies state that historically grown Office solutions reached their limits and need to be replaced by EMIS. In terms of *visualization*, Office and EMIS are judged as capable to create diagrams basically. One participant explains why EMIS is seen as not capable as they export KPIs from their EMIS to MS Excel to build diagrams (*Finance, Insurance and Real Estate*, 3). The rationale is that their EMIS is not capable to modify data units in diagrams, wherefore the diagrams are not compliant to GRI reporting scheme. None of the used IS support *scheme customization* although it is seen as relevant (n=17). One participant (*Utility*, 8) argues for necessity of this requirement. As his utility company must report GHG emissions to governmental authorities and do sustainability reporting voluntary, they need to fulfill different reporting schemes. EMIS could easily be capable of this requirement, e.g. by using customizable XML-based schemes. *Interpretation* of environmental data is required by 15 companies for management accounting purposes. However, only four participants state that their actual EMIS is capable of this task, because it enables to compare recent data to last year's data. Nonetheless, the other four companies requested more detailed functionalities to make sense of data, e.g. automated real-time data that are enriched by further information (e.g. temporal technological, location). *Editoring* is supported by MS Word in five cases, but only in one case by EMIS. In this case, the participant states that additional information, e.g. about management approaches, can be entered and edited using EMIS. However, six of nine companies use Office for this task, as this seems to be not a necessary functionality of EMIS. The rationale may is that editoring is not necessary as long as interactive web reports are not used frequently. If interactive reports are used, *Editoring* enables timely changes in SR or interactive feedback mechanisms. In other cases, Office tools are sufficient for this task.

Finally, report output functionalities (*Report generation*, *Interaction*) are only merely supported in practice. The expert interviews reveal that 62 % of the companies do not compile the final sustainability reports by their own, but instead outsource this activity to service contractors, sending KPIs and qualitative information to them via email for subsequent reporting tasks. Its rationale is

argued by the opinion that communication professionals should fulfill this task as reports are under critical consideration, e.g. greenwashing (*Other*, 5). Nevertheless, large companies have their own sustainable communication divisions. Testing, if large companies do this tasks more often by their own than small companies, reveals that this assumption cannot be refused (Jonchheere-Terpstra: p=.014). This behavior also explains, why only few companies use their IS to provide *interactive* web reports as service contractors provide these web platforms by their own as an additional service. Thus, reporting output functionalities are at least important for large companies, although the results indicate it as low.

In result, qualitative data revealed that the actual EMIS adoption and diffusion is merely low, because actual IS do not fulfill the requirements from practitioners comprehensively and need improvements in several areas. Actual EMIS provide useful and targeted *ubiq. data collection* functionalities, thus foster the adoption of EMIS and provide a clear distinction to Office tools. However, in terms of the other requirements, (especially *automation*, *validation*, *plausibility*, *scheme customization* and *interpretation* as well as *report generation* and *interaction*) EMIS should be improved to support the process of SR more comprehensively and thus lead to a higher practical impact. Therefore, scholars are challenged to build upon this knowledge to propose innovative and focused design-oriented solutions for future EMIS for SR. Such research would increase the practical impact of the field and in turn foster the adoption of future EMIS.

6 Conclusion & outlook

In this paper, we present first empirical results from a cross-sectional study with 29 German companies. As the field still lacks in defining precise functionalities of EMIS for sustainability reporting, we gathered functional requirements from a practitioner's point of view and analyzed, if actual IS are capable to fulfill these functional requirements comprehensively. The study revealed that single requirements are fulfilled much better by EMIS than with Office tools, while other functionalities need further improvements to support the process of SR comprehensively and thus to be more adopted in practice.

Thus, this study provides knowledge in two areas: First, the results show which functional areas are not supported comprehensively by current EMIS for SR as well as by office tools. Using this knowledge, providing innovative system designs to solve these actual problems can contribute to knowledge base. Second, the determined functional requirements can be used to overcome with the criticized low conceptualization and classification within the field, modifying existing models and classifications by functional requirements from a practitioner's point of view. This would enable more specific EMIS classifications that are clearly distinguished from "alienated" IS for SR. As within any other paper, this study has limitations that need to be addressed. First, the study has been conducted with German companies, thus the results cannot be generalized to other countries. However, especially the revealed functionalities can be used in further studies in other countries. Second, the sample is rather small to conduct quantitative statistics, thus we may missed significant differences and relations as well as innovative EMIS solutions. However, in relation to the total population (N=109), the used sample is sufficient to conclude on population. Further studies may are able to eliminate this limitation. Third, the obtained EMIS functionalities are obtained within this study, using expert knowledge. Further studies can prove and refine these requirements.

7 Literature

[1] Baker, J; Avital, M; Davis, G; Land, F; Morgan, H; Wetherbe, JC (2011): ICIS 2010 panel report: technologies that transform business and research: Lessons from the past as we look to the future. Communications of the Association for Information Systems 28(1): 29

[2] Burrit, RL; Schaltegger, S; Zvedov, D (2010): Carbon Management Accounting – Practice in Leading German Companies. Centre for Accounting, Governance and Sustainability, Occasional Working Papers, No.2, May, University of South Australia, Adelaide.

[3] Butler, T (2011): Compliance with institutional imperatives on environmental sustainability: Building theory on the role of Green IS. The Journal of Strategic Information Systems 20(1): 6-26

[4] Chen, AJ; Watson RT; Boudreau MC; Karahanna E (2010): An institutional perspective on the adoption of green IS & IT. Australasian Journal of Information Systems 17(1): 23-45

[5] Cole, L (2003): Assessing Sustainability on Canadian University Campuses: Development of a Campus Sustainability Assessment Franework. Royal Roads University, Victoria, Canada.

[6] De la Pena, GB; Gomez, JM; Rautenstrauch, C (2004): Integrated material flow management and business information systems. In: Minier, P., Susini, A.(eds.), Proc. of EnviroInfo 2004. Geneve

[7] European Commision (2009): Greenhouse gas emissions growing faster since 2000: new data on worldwide emissions 1970-2005. http://ec.europa.eu/dgs/jrc/ downloads/jrc_090525_news release_edgar.pdf. Abgerufen am 01.03.2013.

[8] Gräuler, M; Teuteberg, F; Mahmoud, T, Gomez, JM (2012): Anforderungspriorisierung und Designempfehlungen für betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation – Ergebnisse einer explorativen Studie. In: Mattfeld, DC; Robra-Bissantz, S (eds.), Proc. of MKWI 2012, Braunschweig.

[9] Gray, R (2006): Social, environmental and sustainability reporting and organisational value creation? Whose value? Whose creation?. Accounting, Auditing & Accountability Journal 19(6): 793 - 819.

[10] Global Reporting Initiative (2010): G3.1 Guidelines. https://www.globalreporting.org/ resourcelibrary/G3.1-Guidelines-Incl-Technical-Protocol.pdf. Abgerufen am 20.08.2013.

[11] Heubach, D; Lang-Koetz, C (2005): Application of ERP-systems in environmental management – case study and survey for IT-support. In: Hřebíček J, Racek J (eds), Proc. of the 19th International Conference Informatics for Environmental Protection, EnviroInfo2005 Brno.

[12] Hilpert, H; Kranz, J; Schumann, M (2013): Leveraging Green IS in Logistics – Developing an Artifact for Greenhouse Gas Emission Tracking. Business & Information System Engineering 285: DOI: 10.1007/s12599-013-0285-1.

[13] Hoekstra, AY; Chapagain, AK; Aldaya, MM; Mekonnen, MM (2011): The Water Footprint Assessment Manual – Setting the Global Standard, Earthscan, London, Washington DC.

[14] Hubbard, G (2009): Unsustainable reporting, http://www.corporateregister.com/crra/ 2008ceremony/media/UnsustainableReporting.pdf. Abgerufen am10.08.2013.

[15] Isenmann R, Gómez JM, Süpke D (2008): Sustainability Reporting à la Carte –Concept and Implementation of a Software Tool with Shopping Cart Functionality. In: Möller A, Page B, Schreiber M (eds,), Proc. of the 22nd International Conference Environmental Informatics – Informatics for Environmental Protection, Sustainable Development and Risk Management, Lüneburg.

[16] Issakson, R; Steimle, U (2009): What does GRI-reporting tell us about corporate sustainability? The TQM Journal 21(2):168-181.

[17] Jamous, N; Schrödl, H; Turowski, K (2013): Light-Weight Composite Environmental Performance Indicators (LWC-EPI) Solution: A Systematic approach towards User Requirements. Proc. of 46th HICSS (Hawaii International Conference on System Science).

[18] Junker, H (2010): Die Beliebigkeit betrieblicher Umweltinformationssysteme - eine Polemik. In: Greve, K; Cremers, AB (eds.), Proc. of EnvironInfo 2010, Köln/Bonn.

[19] Junker, H; Marx Gomez, J; und Lang, CV (2010): Betriebliche Umweltinformationssysteme. In: Schumann, M; Kolbe, LM; Breitner, MH, Frerichs, A (eds.), Proc. of MKWI 2010, Göttingen.

[20] Konrad, W (2004): Produktbezogene Umweltinformationssysteme in Unternehmen: quantitative und qualitative Analysen in der deutschen Chemie- und Elektronikindustrie. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 1: 113-133.

[21] Loos, P; Nebel, W; Marx Gómez, J; Hasan, H; Watson, R; Brocke, J; Seidel, S; Recker, J (2011): Green IT: A matter of business and information systems engineering? Business & Information Systems Engineering 3(4): 245-252.

[22] Marx Gomez, J (2011): IT-for-Green: Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS der nächsten Generation. http://www.it-for-green.eu. Abgerufen am 31.08.2013.

[23] Mayring, P (2000): Qualitative content analysis. Qualitative Social research 1(2), http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089/2385, Abgerufen am 31.08.2013.

[24] Melville, N; Whisnant, R (2012): Environmental sustainability 2.0: Empirical analysis of environmental ERP implementation. Available at SSRN: 2070243.

[25] Mock, R; and Schroder, J (2002): EMIS Checkup: A benchmark study of EMIS performance and effectiveness. http://e2managetech.com/testsite/wp-content/uploads/2013/07/Benchmark-Study-of-EMIS-Performance-Effectiveness.pdf. Abgerufen am 22.08.2013.

[26] Molla, A; Cooper, V (2009): Green IT readiness: A framework and preliminary proof of concept. Australasian Journal of Information Systems 16(2): 5-23

[27] Orthwerth, K; Teuteberg, F (2012): Green IT/IS Forschung - Ein systematischer Literaturreview und Elemente einer Forschungsagenda. In: Mattfeld, DC; Robra-Bissantz, S (eds.), Proc. of MKWI 2012, Braunschweig.

[28] Page, B; Rautenstrauch, C (2001): Environmental informatics – methods, tools and applications in environmental information processing. Environmental information systems in industry and public administration: 2-13.

[29] Personn, N; Krehahn, P; Ziep, T; Wohlgemuth, V (2010): Prototypische Umsetzung einer mobilen open-source Applikation zu Material Stream Mapping Methode. In: Greve, K; Cremers, AB (eds.), Proc. of EnvironInfo 2010, Köln/Bonn.

[30] Reverte, C (2009): Determinants of Corporate Social Responsibility Disclosure Ratings by Spanish Listed Firms. Journal of Business Ethics 88(2): 351 - 366.

[31] Seidel, S; Recker, J; vom Brocke, J (2013): Sensemaking and sustainable practicing: Functional affordances of information systems in green transformations. MIS Quarterly, forthcoming.

[32] Shaft, TM; Sharfman, MP; Swahn, M (2001): Using interorganizational information systems to support environmental management efforts at ASG. Journal of Industrial Ecology 5(4): 95-115.

[33] Teuteberg, F; Straßenburg, J (2009): State of the Art and future research in Environmental Management Information Systems – a systematic literature review. Information. In: Athanasiadis IN, Rizzolo AE, Mitkas A, Marx Gomez J (eds,), Information Technologies in Environmental Engineering, Thessaloniki.

[34] vom Brocke, J; Seidel, S (2012): Environmental sustainability in design science research: Direct and indirect effects of design artifacts. In: Peffers, K; Rothenberger, M; Kuechler, B (eds.), Proc. of DESRIST 2012, Las Vegas.

[35] Vom Brocke, J; Seidel, S; Loos, P; Watson, RT (2013): Information Systems for Environmental Sustainability. Business & Information Systems Engineering 285, DOI: 10.1007/s11576-013-0382-2.

[36] Watson, RT; Boudreau, MC; Chen, AJ (2010): Information Systems and environmentally sustainable development: Energy informatics and new directions for the IS community. MIS Quarterly 34(1): 23-38.

[37] Wohlgemuth, V (2005): Komponentenbasierte Unterstützung von Methoden der Modellbildung und Simulation im Einsatzkontext des betrieblichen Umweltschutzes. Shaker, Aachen.

Instrumente zur nachhaltigen Unternehmensgestaltung mit Informationssystemen – Überblick, Klassifikation und Vergleich

Deniz Özcan

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, 49074 Osnabrück, E-Mail: deniz.oezcan@uni-osnabrueck.de

Carl Stolze

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, 49074 Osnabrück, E-Mail: carl.stolze@uni-osnabrueck.de

Oliver Thomas

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, 49074 Osnabrück, E-Mail: oliver.thomas@uni-osnabrueck.de

Abstract

Eine nachhaltige Unternehmensgestaltung kann in einer Informationsgesellschaft nur mit Hilfe des Einsatzes von Informationstechnologien (IT) und den darauf basierenden Informationssystemen (IS) erfolgen. Vor diesem Hintergrund werden in der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik und der internationalen Information Systems-Disziplin Artefakte zur nachhaltigen Unternehmensgestaltung diskutiert. In diesem Artikel identifizieren wir 50 Artefakte und klassifizieren diese, um einen Überblick zum Stand der Forschung zu geben. Es wird ein Klassifikationssystem abgeleitet, welches Wissenschaftlern und Praktikern einen strukturierten Zugang zu vorhandenen Artefakten ermöglicht und die Einordnung neuer Forschungsergebnisse erlaubt.

1 Einleitung

Konsumenten verlangen zunehmend nachhaltig produzierte Produkte, innerhalb bestehender Lieferketten ist eine nachhaltige Wirtschaftsweise nachzuweisen und auch Ratingagenturen achten vermehrt auf einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen, so dass Nachhaltigkeit sich als Teil der Unternehmensstrategie etabliert hat [18]. Dabei wird Unternehmen [30] sowie Informationstechnologien (IT) und Informationssystemen (IS) eine besondere Rolle zugesprochen, da sie Prozesse und Organisationsformen ermöglichen, die zu einer nachhaltigen Unternehmensgestaltung beitragen [47]. Die Wirtschaftsinformatik hat Aspekte der Nachhaltigkeit bereits früh erkannt, allerdings mit Fokus auf das betriebliche Berichtswesen, und unter dem Schlagwort der Betrieblichen Umweltinformationssysteme (BUIS) seit den 1990er-Jahren diskutiert [62]. In jüngerer Zeit wurde eine breitere Diskussion darüber angestoßen, wie IS zur nachhaltigen Unternehmensgestaltung genutzt werden können [47][66]. Hierbei wurden Forschungsfelder wie Green IT [11][41] oder Energy Informatics [66] als für die Forschung besonders beachtenswert postuliert. Insbesondere im Rahmen konstruktionsorientierter Arbeiten ist eine Vielzahl unterschiedlicher Artefakte entstanden und publiziert worden, die sowohl Praktikern wie auch Wissenschaftlern den Zugang erschwert. Ein Klassifikationssystem bringt die Artefakte in eine systematische Ordnung [63], die dazu genutzt werden soll, wesentliche Merkmale von Nachhaltigkeitsartefakten herauszuarbeiten. Eine Clusteranalyse fasst die zuvor klassifizierten Artefakte zu Typen zusammen. Diese Form der systematischen Ordnung vermittelt einen Gesamteindruck der untersuchten Objekte [37], der einen Zugang für Wissenschaftler und Praktiker, die sich mit Fragestellungen zum Thema Nachhaltigkeit befassen, ermöglicht.

2 Grundlagen

Obwohl der Begriff Nachhaltigkeit bereits im 17. Jahrhundert in der Forstwirtschaft verwendet wurde [11], erfolgte die Rezeption in der breiten Öffentlichkeit erst nach Veröffentlichung des Berichts der Brundtland-Kommission im Jahr 1987 [20]. Die dort enthaltene Definition fordert dazu auf, die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation in einer solchen Art und Weise zu befriedigen, dass keine Gefährdung für die Bedürfnisbefriedigung zukünftiger Generationen entsteht [67]. In diesem Kontext wird häufig von einem 3-Säulen-Modell gesprochen, welches den Begriff Nachhaltigkeit in eine soziale, ökonomische und ökologische Säule differenziert [34][8]. Durch den erhöhten Ressourcenbedarf von IT, verursacht durch die zunehmende Vernetzung in Wirtschaft, Kultur und Freizeit, wird insbesondere die effiziente Nutzung von Energie und Ressourcen als Herausforderung angesehen [41] und IT sogar als ein weiterer Verursacher von Ressourcenknappheit genannt [39]. Jedoch kann in der nachhaltigen Ausrichtung von IT ein wesentliches Potenzial zur Verbesserung der sowohl ökologischen als auch ökonomischen Leistungsfähigkeit von Unternehmen liegen [47]. Unter dem Stichwort Green IT werden entsprechende Techniken diskutiert und in der Praxis mit Fokus auf Umwelt- und Effizienzorientierung der IT angewendet [51]. Durch energieeffiziente Produktion von IT-Services und der Verwendung umweltschonender Materialien bei der Herstellung von IT-Produkten bildet Green IT eine funktionsübergreifende Schnittstelle zwischen der ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit [38], wodurch IT, effizient eingesetzt, sowohl einen energieschonenderen Betrieb als auch Kosteneinsparungen im gesamten Unternehmen ermöglicht [19][72].

3 Vorgehen

Ziel eines Klassifikationssystems ist es, eine klare Systematik herzustellen, die Vollständigkeit und Eindeutigkeit für die Einordnung bzw. Selektion von Objekten zulässt und eine einheitliche Gestaltung nach bestimmten Ordnungsprinzipien ermöglicht [21]. Das bedeutet zum einen, dass alle Objektarten bestimmten Klassen zugeteilt, zum anderen, dass diese durch die Angabe von Suchkriterien leicht selektiert werden können [33]. Die Aufstellung der Ordnungskriterien ist Voraussetzung für die Einordnung der Objekte. Nach der Ableitung der Kriterien, die eine inhaltliche Einordnung der Nachhaltigkeitsartefakte zulassen, werden anschließend durch eine systematische Literaturstudie 50 Artefakte zur nachhaltigen Unternehmensgestaltung identifiziert, die in einer Konzeptmatrix anhand der Kriterien eingeordnet werden [68]. Die Clusteranalyse fasst anschließend Artefakte zusammen, indem Typen auf Basis der vorhandenen Merkmale gebildet werden. Da jedoch, wie bereits zuvor erwähnt, eine Auswahl der Ordnungskriterien unter verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen kann, erhebt das hier präsentierte Klassifikationssystem keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wird vielmehr eine Variante aufgezeigt, die eine Zuordnung von Nachhaltigkeitsartefakten ermöglicht. Das erste Merkmal zur Klassifikation wird aus dem 3-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit hergeleitet. Dessen Berücksichtigung bei der Unternehmensgestaltung soll dazu führen, dass *ökonomische*, *ökologische* und *soziale* Ziele gleichermaßen berücksichtigt werden [55]. Um den methodischen Aufbau der Wissensbasis zu reflektieren, kann eine Brücke zu Überlegungen des Design Science Research (DSR) geschlagen werden [9]. DSR ist darauf ausgerichtet, konstruktionsorientiert evaluationsfähige Forschungsergebnisse zu erreichen [43]. Für die Klassifikation in der Kategorie Artefakt werden die Ausprägungen *Construct*, *Model*, *Method* und *Instantiation* als Repräsentation der typischen Ergebnistypen verwendet [49]. Die Zweckorientierung der Artefakte bildet die dritte Klassifizierungsmöglichkeit. Anhand des Frameworks von Elliot (2011), mit Bezug zur Business Transformation im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit, werden *Motivating*, *Approach*, *Implementation* und *Performance Evaluation & Reporting* [20] als Ausprägungen des Merkmals Zweck ausgewählt, da durch diese Ebene Artefakte auf Maßnahmen zur Umsetzung von Nachhaltigkeit in Unternehmen untersucht werden können.

Klasse	*Merkmalsausprägung*
Artefakt	Construct
	Model
	Method
	Instantiation
Nachhaltigkeit	Social
	Ecological
	Economical
Zweck	Motivating
	Approach
	Implementations
	Performance Evaluation & Reporting

Tabelle 1: Klassifikationskriterien

Auf Basis dieser Kategorien wird innerhalb des Ordnungsrahmens aufgezeigt, welche Nachhaltigkeitsdimension behandelt wird (ökonomische, ökologische, soziale), welche Art von Artefakt existiert (bspw. eine Methode) und welchen funktionalen Zweck der Beitrag verfolgt (Motivating, Approach, etc.) (Tabelle 1).

4 Literaturstudie

4.1 Durchführung

Literaturanalysen sind eine wichtige Basis für den Forschungsprozess innerhalb der IS-Disziplin [68]. Um eine breite Menge an Ergebnissen zu erhalten, erfolgte die Suche der Schlüsselwörter sowohl auf Deutsch als auch Englisch. Da das Hauptaugenmerk auf Nachhaltigkeitsartefakten liegt, ist der zugrundeliegende zentrale Suchbegriff „Nachhaltigkeit“ bzw. „Sustainability“. Die Ergänzung um „Organisation“ bzw. „Organization“, „Green IT“ und „Green IS“ stellt sicher, dass Beiträge gefunden werden, die sich mit dem Thema Nachhaltigkeit in Organisationen und Unternehmen beschäftigen sowie die in der Wirtschaftsinformatik bekannten Konzepte Green IT und Green IS Berücksichtigung finden. Die initiale Suche erfolgte auf den Online-Datenbanken der auf der WKWI-Liste [71] genannten Journale [9]. Identifizierte Artikel wurden auf ihre Eignung zur Einordnung überprüft, indem ausgehend von den Titeln die Abstracts und schließlich der eigentliche Text herangezogen wurden. Wurde im begutachteten Beitrag das Themenfeld der Nachhaltigkeit behandelt, insbesondere unter Berücksichtigung mindestens einer der drei Nachhaltigkeitssäulen (soziale, ökologische, ökonomische) und ein Mehrwert für eine nachhaltige Unternehmensgestaltung gesehen, wurde dieser Artikel als relevant angesehen. Auf Basis der für relevant erachteten Beiträge wurden mittels einer Rückwärtssuche [68] und unter Verwendung von Google Scholar, weitere Arbeiten identifiziert. Da die Verbreitung des Nachhaltigkeitsgedankens bereits seit dem 20. Jahrhundert Einzug gehalten hat, wurde der Suchzeitraum von 1970-2012 gewählt, damit auch Artikel vor Veröffentlichung des Brundtland-Kommission-Berichts berücksichtigt werden konnten, da ein ökonomisches wirtschaften, die Berücksichtigung sozialer Umstände und eine Grundtendenz zum ökologischen Bewusstsein als gegeben angenommen wurden.

4.2 Zuordnung in die Konzeptmatrix

Insgesamt 50 identifizierte Forschungsarbeiten sind im Rahmen einer Konzeptmatrix thematisch den Merkmalen und Ausprägungen des Klassifikationssystems zugeordnet worden (Tabelle 2). Die Inhalte der einzelnen Beiträge wurden auf Übereinstimmung mit den aufgeführten Merkmalen durch die Autoren geprüft. Liegt eine Ausprägung im begutachteten Beitrag vor, so ist die vorzufindende Ausprägung mit einem „x“ versehen. Ist eine Ausprägung nicht vorhanden, ist das betroffene Feld leer. Beispiel Stolze et al. (2011): Im Rahmen des Beitrags wurde ein integratives Reifegradmodell für nachhaltige IT entwickelt. Die Zuordnung der Merkmalskategorie Artefakt erfolgt in die Ausprägung Model, welches zur Integration der drei Nachhaltigkeitssäulen entwickelt wurde, weshalb alle drei Ausprägungen der Nachhaltigkeitskategorie vorliegen. Die zweckmäßige Funktion des Beitrags ist der Ausprägung Performance Evaluation and Reporting zuzuordnen, da durch die Reifegrade des entwickelten Modells eine Beurteilung und Bewertung von Nachhaltigkeit in Organisationen hinsichtlich ihres ökologischen, ökonomischen und sozialen Auftretens erfolgen kann [61]. Die letzte Zeile der Tabelle bildet die Summen der jeweiligen Ausprägungen ab.

	Artefakt				*Nachhaltigkeit*			*Zweck*			
	Construct	*Model*	*Method*	*Instantiation*	*Social*	*Ecological*	*Economical*	*Motivating*	*Approach*	*Implementations*	*Performance Evaluation & Reporting*
Ambec und Lanoie (2008)	x						x	x	x		
Arbogast und Thornton (2012)			x				x	x			
Bansal (2005)			x		x	x	x	x			
Bansal und Roth (2000)			x				x	x			
Bauer et al. (2010)				x	x	x	x	x	x	x	
Baumgartner und Ebner (2010)		x			x	x	x				x
Bolino et al. (2002)		x			x			x			
Brown et al. (2005)			x			x	x		x		
Cai et al. (2012)			x				x	x			
Chen (2001)			x				x		x		
Choi und Ng (2011)			x			x	x	x			
Christen und Schmidt (2011)		x			x	x	x		x		x
Daily und Huang (2001)		x	x	x	x	x	x		x	x	
De Burgos Jiménez und Lorente (2001)	x		x			x	x			x	x
Fenwick (2007)	x				x	x	x	x	x		
Figge et al. (2002)			x		x	x	x			x	
Florida und Davison (2001)			x				x	x			
Funk (2003)				x			x				x
Galpin und Whittington (2012)		x					x		x	x	
Gladwin und Walter (1976)			x				x	x			
Goodland (1995)	x				x	x	x	x			
Griffiths und Petrick (2001)	x						x		x		
Guyon et al. (2012)		x		x		x	x		x	x	
Hart (1997)			x			x	x		x		
Jennings und Zandbergen (1995)			x				x	x	x		
King und Lenox (2002)			x			x	x	x			
Lash und Wellington (2007)	x						x		x		
Lubin und Esty (2010)		x		x			x		x		
Marshall und Toffel (2005)		x			x	x	x		x		
Maruster et al. (2008)	x					x	x	x			
Melville (2010)	x	x	x			x	x	x	x		
Nidumolu et al. (2009)		x					x		x		
Piotrowicz und Cuthbertson (2009)		x			x	x	x				x
Pollack (2008)	x						x	x			
Porter und Reinhardt (2007)	x					x	x	x	x		
Rothenberg (2007)				x			x	x		x	
Salmela (1997)		x					x	x	x		
Schmidt et al. (2009)		x			x	x	x		x		
Shrivastava (1995)	x						x			x	
Simmonds und Bhattacherjee (2012)	x	x	x				x	x			
Simpson et al. (2004)			x				x	x			
Standing und Jackson (2007)		x					x		x		x
Soneryd und Vifell (2010)	x		x		x				x		
Stolze et al. (2011)		x			x	x	x				x
Walker (2008)				x			x				x
Watson et al. (2010)	x		x			x		x	x		
Watson et al. (2012)	x						x	x	x		
Wikström (2010)			x		x	x	x		x		x
Wilkinson et al. (2001)	x				x	x	x		x		
Zarnekow et al. (2010)		x	x				x		x	x	x
Summe	16	17	22	7	16	24	47	24	27	9	10

Tabelle 2: Konzeptmatrix

4.3 Beschreibung der Artefakte

Zur strukturierten Darstellung der Artefakteinordnung erfolgt die Auswertung systematisch nach den Ausprägungen des Zweckmerkmals. Die Ausprägung Motivating erfüllen Artefakte, die Nachhaltigkeitspotenziale und Chancen anführen. Mittels methodischer Verfahren werden hier beispielsweise Faktoren abgeleitet, die Einfluss auf die Positionierung von Unternehmen im Nachhaltigkeitsranking haben [2], Gründe für die Einführung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen identifiziert [4], eine Motividentifikation bildet die Grundlage für die Ableitung von Nachhaltigkeitstreibern [3], es ist dargelegt, welche Art von Unternehmensidentität die Nachhaltigkeitsperformance begünstigt [13], eine standortbezogene Nachhaltigkeitsanalyse betrieben [27], der Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsmaßnahmen und Konsumentenverhalten festgestellt [15], Hintergründe für die Nutzung von Environmental-Management-Systemen (EMS) erforscht [24], die Korrelation zwischen Schmutzprävention und Profitabilität überprüft [36] und die Einstellung von kleinen und mittelständischen Unternehmen zur Nachhaltigkeit analysiert [58]. Es wird ein allgemeines Verständnis von Nachhaltigkeit mit Berücksichtigung der drei Säulen vermittelt [28] sowie die Förderung des Organizational Citizenship Behaviours (OCB) angestrebt [7]. Der Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeit und IT wird in Kombination mit der Wissensvermittlung betrachtet [45], in Form einer allgemeinen Darstellung der Funktionsweise von nachhaltiger IT und Green IT dargelegt [51] und die spezifische Rollenverteilung von IT bei nachhaltiger Unternehmensgestaltung präsentiert [57]. Die Ausprägung Approach charakterisiert Artefakte, die ein konkretes Vorgehen zur Nachhaltigkeitsrealisierung beinhalten. Zugehörige modellbasierte Artefakte sind in Form von Vorgehensmodellen, abgeleitet aus Lerneffekten [42], angelehnt an Stufenprogramme [48], Frameworks zur allgemeinen Begriffsklärung der Nachhaltigkeitsthematik [44] und als Wirkungskreislauf für ein nachhaltiges Informationsmanagement vertreten [55]. Durch methodische Anwendung wird eine Environmental Information Matrix (EIM) geschaffen, um bestehende IS an ökologische Anforderungen anzupassen [10], ein qualitätsbasiertes Konzept aufgestellt, welches beim Management nachhaltiger Produkte unterstützen soll [14] und Phasen der Umweltstrategie definiert, die Organisationen bei Nachhaltigkeitsumsetzung durchlaufen [32]. Weitere Strategiemaßnahmen münden in der Entwicklung von Klimastrategien [40] und der Identifikation einer geeigneten Unternehmensarchitektur zur effektiven Nachhaltigkeitsintegration in die Unternehmensstrategie [29]. Ebenso wird das Zusammenspiel der drei Nachhaltigkeitssäulen in der Unternehmenspraxis vorgestellt [70] und bezogen auf die soziale Nachhaltigkeitsperspektive untersucht, welcher Wert der sozialen Säule in Nachhaltigkeitsprojekten beigemessen wird [59]. In der Ausprägung Implementation werden beispielsweise die Balanced Scorecard (BSC) als Werkzeug zur Koordination des Nachhaltigkeitsmanagements [23] und die Integration eines Total Environmental Management oder Ecologically Sustainable Competitive Strategies [56] als Implementierungsmaßnahmen für eine nachhaltige Unternehmensgestaltung angeführt. Innerhalb der Kategorie Performance Evaluation & Reporting befinden sich Artefakte, welche die Evaluation von Nachhaltigkeitsleistungen thematisieren und eine Berichterstattung hierzu ermöglichen. Neben Reifegradmodellen [6][61], findet sich auch ein Value Creation Index (VCI) [25], Konzeption eines Frameworks zur Analyse von Lieferketten im Zusammenhang mit IT [50] und das Leistungsbewertungssystem EMS [64] wieder.

Artefakte, die sowohl den Ausprägungen Motivating als auch Approach zugeordnet sind, umfassen einen Maßnahmenkatalog zur Verbesserung der Nachhaltigkeit und zur Erhöhung der wirtschaftlichen und finanziellen Leistungen [1], die Darstellung des Zusammenhangs zwischen Nachhaltigkeit und Wissensbildung [22], Betrachtung der Wirkungsweise von Unternehmensaktivitäten auf

Nachhaltigkeit [35], Konzeption einer Forschungsagenda, die Forschungsfragen über IS im Kontext mit Nachhaltigkeit in Organisationen enthält [47], Vermittlung der Wichtigkeit einer Inside-Out- und Outside-In-Betrachtungsweise bei Organisationen [52], Entwicklung von Modellen zur Darstellung der Beziehung zwischen der Qualität von IS und dem Unternehmenswert [54] sowie die Aufstellung einer Forschungsagenda unter dem Oberbegriff Energy Informatics [66]. In den Ausprägungen Approach und Implementation wird das strategische Werkzeug EMS mit Faktoren der Humanressourcen verknüpft [17], ein Sustainability Leadership Model vorgestellt, welches dem Management eine Struktur zur Nachhaltigkeitsintegration vorgibt [26] und ein konkretes Praxisbeispiels von Intel dargestellt, das den Wandel einer IT-Organisation in eine nachhaltig orientierte Unternehmung durch ein Sustainable ICT Capability Maturity Framework (SICT CMF) verfolgt [31]. In den Ausprägungen Motivating und Implementation wird in der Dienstleistung Potenzial für eine erfolgreiche Nachhaltigkeitsrealisierung gesehen [53]. Ein Artefakt, welches die Ausprägungen Motivating, Approach und Implementation erfüllt, stellt konkrete Lösungsansätze vor, wie Nachhaltigkeit im Rahmen der Arbeits- und Bürogestaltung (Green Office) integriert werden kann [5]. Ein Framework for Strategic Development (FSSD), gerichtet auf die Ausprägungen Approach und Performance Evaluation & Reporting, zeigt konzeptionelle Elemente auf, die eine Nachhaltigkeitstheorie beinhalten sollte [16]. Weiterhin wird eine Zusammenstellung führungsweisender Nachhaltigkeitsprinzipien für die Nutzung von IS in Organisationen vorgestellt [60] sowie Vorgehensweisen präsentiert, wie Organisationen mit Nachhaltigkeit umgehen und ihre Leistung gemessen werden kann [69]. Mit der Einordnung in die Ausprägungen Implementation und Performance Evaluation & Reporting fokussiert ein Artefakt ökologisch orientierte Managementprogramme und Richtlinien, die in die operative Strategie von Organisationen übernommen werden können [12]. Das letzte Artefakt umfasst in den Kategorien Approach, Implementation und Performance Evaluation & Reporting ein Vorgehensmodell zur Übertragung des Nachhaltigkeitskonzepts in das Informationsmanagement [73].

5 Ableitung der Cluster

Da bei der Überführung in eine visuelle Darstellung die 50 Artefakte sich stark überschneiden würden und das Ziel der Überblicksvermittlung konterkariert werden würde, erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse, indem gleichartige Artefakte zu Typen zusammengefasst werden.

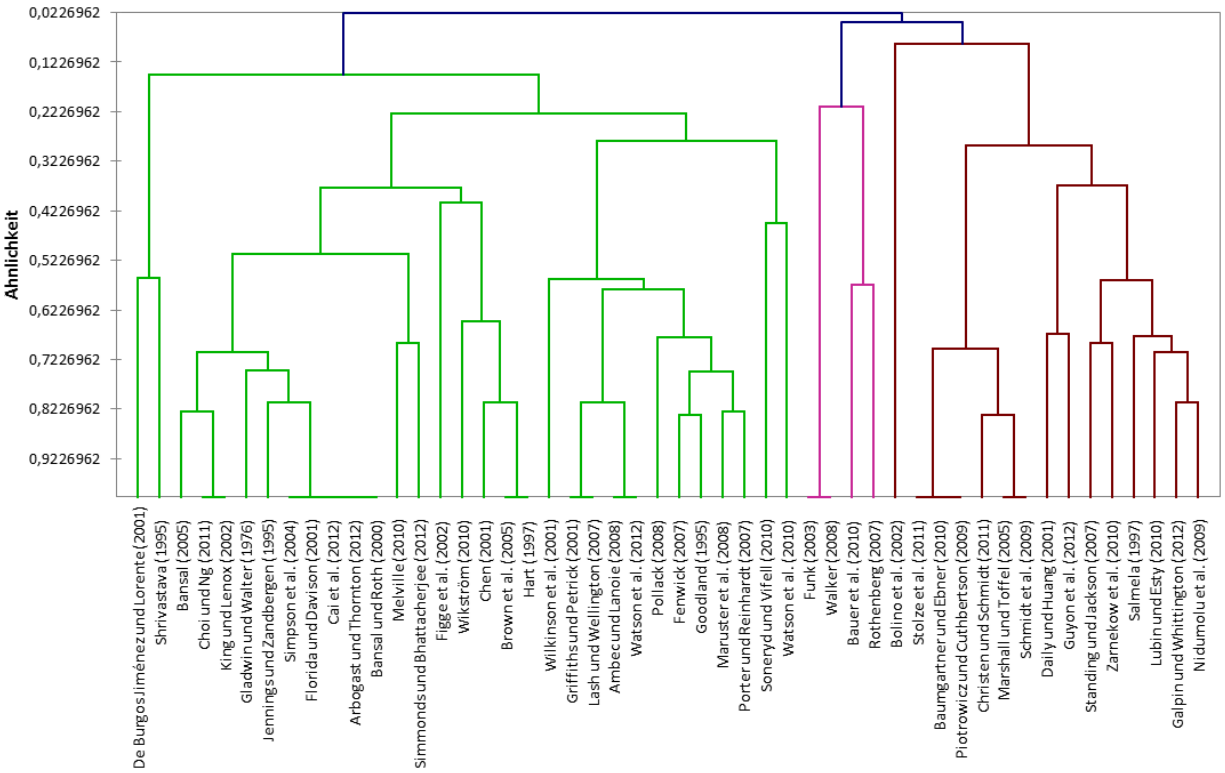


Abbildung 1: Dendrogramm

Das Dendrogramm (Abbildung 1) ist die grafische Ergebnisdarstellung des hierarchischen Clusterverfahrens. Im Dendrogramm zeichnen sich drei grobe Cluster bzw. Typen ohne größere Ausreißer ab. Für die Ableitung dieser Typen wird auf das Verfahren der Clusteranalyse mit der agglomerativen Methode Unweighted Pair-Group Average zurückgegriffen, welche speziell auf die Zusammenfassung von Objekten zu Typen abzielt [46]. Bei der Klassifizierung der Artefakte war bereits festzustellen, dass die meisten modellbasiert sind und aus Methoden resultieren. In vielen Forschungsarbeiten werden daher auch Handlungsanweisungen und Vorgehensstrukturen vorgestellt. Der aus der Clusteranalyse resultierende erste Typ beinhaltet vorwiegend Artefakte der Ausprägungen Method und Construct. Zwei Ausnahmen sind in diesem Cluster zusätzlich als Model klassifiziert. Der zweite Typ setzt sich ausschließlich aus vier Instantiations zusammen. Die letzte Gruppe schließt hauptsächlich Modelle ein, was unsere Beobachtung der Konzeptmatrix bestätigt. Für die grafische Präsentation der Klassifikation wird die Form eines Kubus gewählt, um die 3-dimensionalität der Ordnungskriterien anschaulich sowie den inhaltlichen Zusammenhang der einzelnen Artefakte hinsichtlich ihrer Zuordnung zu den Kategorien darzustellen. Als Achsen dienen die jeweiligen Ausprägungen des Zweck-, Artefakt- und Nachhaltigkeitsmerkmals. Übertragen auf die mehrdimensionale Darstellung im Klassifikationswürfel (Abbildung 2) zeichnet sich deutlich eine grobe Aggregation der 50 Artefakte ab.

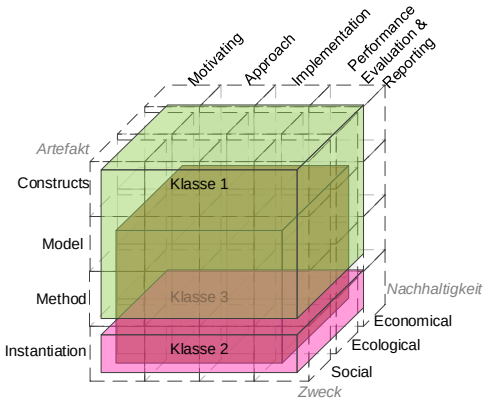


Abbildung 2: Ordnungsrahmen des Klassifikationssystems mit Clusteranalyse

Es ist zu erkennen, dass die Anzahl der Cluster nicht beliebig gesteigert werden kann, ohne den Überblickscharakter der Visualisierung zu gefährden. Die vorgenommene Klassifikation unterliegt einigen Limitationen, die es zu berücksichtigen gilt. Die getroffene Auswahl von 50 Artefakten kann nur einen Teil dieser Veröffentlichungen reflektieren und erlaubt nur begrenzte Einsicht und Würdigung der Artefakte. Jedoch wird trotzdem auf Basis der Klassifikationsmerkmale Einblick in wesentliche Charakteristika des Beitrags vermittelt. Auch die visuelle Darstellung unterliegt gewissen Grenzen. Um eine grafische Präsentation der klassifizierten Artefakte zu ermöglichen, wurde die Klassifikation in einem ersten Schritt in der Konzeptmatrix (Tabelle 2) dargestellt. Durch Clusterbildung ist eine übersichtliche Darstellung im 3-dimensionalen Raum möglich. Gleichzeitig wird in diesem Zusammenhang kenntlich, welche Art von Artefakten am häufigsten vertreten ist und welche Artefakte Ausreißer in der Gruppenbildung darstellen.

6 Fazit und Ausblick

Die vorgenommene Klassifikation verdeutlicht die inhaltliche Vielfältigkeit der ausgewählten Wissensbasis. Dabei wurde deutlich, dass das Ziel der Überblicksvermittlung nur erreicht werden kann, wenn ähnliche Artefakte zu Clustern bzw. Typen zusammengefasst werden. Hierdurch können die Klassifikationskriterien bei der konkreten Unternehmensgestaltung auch als Entscheidungsunterstützung für die Auswahl eines bestimmten Artefakts herangezogen werden und aufgrund der flexiblen Struktur kann der Vergleichsrahmen erweitert und um relevante Merkmale für einen spezifischen Untersuchungskontext ergänzt werden. Die zunehmende Bedeutung der Nachhaltigkeitsthematik für die Forschung der Wirtschaftsinformatik reflektiert sich auch in den ausgewählten Forschungsarbeiten. Die ursprüngliche Ausrichtung auf rein ökologische Aspekte hat sich weiterentwickelt auf eine holistischere Perspektive unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und sozialer Komponenten. Dabei wird deutlich, dass interdisziplinäre Ansätze immer weiter verbreitet sind, da auch in dieser Auswahl nur ein Teil der Artefakte direkt nachhaltige IT oder IS adressiert. Vielmehr werden sogar neue Themengebiete, wie Energy Informatics [66], von vorneherein transdisziplinär angelegt.

7 Literatur

[1] Ambec, S; Lanoie, P (2008): Does It Pay to Be Green? A Systematic Overview. Academy of Management Perspectives, 22 (4):45–62.

[2] Arbogast, G; Thornton, B (2012): A Global Corporate Sustainability Model. Journal of Sustainability and Green Business. 1–9.

[3] Bansal, P; Roth, K (2000): Why Companies go Green: A Model of Ecological Responsiveness. The Academy of Management Review, 43 (4):717–736.

[4] Bansal, P (2005): Evolving Sustainability: A Longitudinal Study of Corporate Sustainable Development. Strategic Management Journal, 26 (3):197–218.

[5] Bauer, W; Rief, S; Jurecic, M (2010): Ökonomische und ökologische Potenziale nachhaltiger Arbeits- und Bürogestaltung. In: Spath, D; Bauer, W; Rief, S (Hrsg) *Green Office*. Gabler, Wiesbaden, 13–35.

[6] Baumgartner, RJ; Ebner, D (2010): Corporate Sustainability Strategies: Sustainability Profiles and Maturity Levels. Sustainable Development, 18 (2):76–89.

[7] Bolino, MC; Turnley, WH; Bloodgood, JM (2002): Citizenship Behavior and the Creation of Social Capital in Organizations. The Academy of Management Review, 27 (4):505–522.

[8] Brand, KW; Jochum, G (2000): Der deutsche Diskurs Nachhaltiger Entwicklung. MPS-Texte 1/2000, München.

[9] Brocke, J; Seidel, S (2012): Environmental Sustainability in Design Science Research: Direct and Indirect Effects of Design Artifacts. In: Peffer, K; Rothenberg, M; Kuechler, B (Hrsg) *Design Science Research in Information Systems. Advances in Theory and Practice*. Springer, Heidelberg, 294–308.

[10] Brown, DL; Dillard, JF; Marshall, RS (2005): Strategically Informed, Environmentally Conscious Information Requirements for Accounting Information Systems. Journal of Information Systems, 19 (2):79–103.

[11] Buhl, HU; Laartz, J; Löffler, M; Röglinger, M (2009): Green IT reicht nicht aus! Wirtschaftsinformatik & Management 1 (2009) 1, S. 54-58.

[12] Burgos Jiménez, J; Lorente, JJC (2001): Environmental performance as an operations objective. International Journal of Operations & Production Management, 21 (12):1553–1572.

[13] Cai, Z; Li, J; Zhang, L (2012): Firms' Effectiveness in Information System and Their Sustainable Performance, does Organizational Identity Matter? International Journal of Economics and Management Engineering, 2 (1):15–25.

[14] Chen, C (2001): Design for the Environment: A Quality-Based Model for Green Product Development. Management Science, 47 (2):250–263.

[15] Choi, S; Ng, A (2011): Environmental and Economic Dimensions of Sustainability and Price Effects on Consumer Responses. Journal of Business Ethics, 104 (2):269–282.

[16] Christen, M; Schmidt, S (2011): A Formal Framework for Conceptions of Sustainability - A Theoretical Contribution to the Discourse in Sustainable Development. Sustainable Development, 20 (6):400-410.

[17] Daily, BF; Huang, S (2001): Achieving Sustainability Through Attention to Human Resource Factors in Environmental Management. International Journal of Operations & Production Management, 21 (12):1539–1552.

[18] Deloitte (2012): Directors' Alert: 12 issues for 2012 - When Uncertainty Reigns.

[19] Deutsche Energie-Agentur (2009): Green IT: Potenzial für die Zukunft. Energieeffizienz steigern, Wachstumsmärkte erschließen und Nachhaltigkeit sichern. Berlin.

[20] Elliot, S (2011): Transdisciplinary Perspectives on Environmental Sustainability: A Resource Base and Framework for IT-Enabled Business Transformation. MIS Quarterly, 35 (1):197–236.

[21] Engelien, G (1971): Der Begriff der Klassifikation. Buske, Hamburg.

[22] Fenwick, T (2007): Developing Organizational Practices of Ecological Sustainability: A Learning Perspective. Leadership & Organization Development Journal, 28 (7):632–645.

[23] Figge, F; Hahn, T; Schaltegger, S; Wagner, M (2002): The Sustainability Balanced Scorecard - Linking Sustainability Management to Business Strategy. Business Strategy and the Environment, 11 (5):269–284.

[24] Florida, R; Davison, D (2001): Gaining from Green Management: Environmental Management Systems Inside and Outside the Factory. California Management Review, 43 (3):62–84.

[25] Funk, K (2003): Sustainability and Performance. MIT Sloan Management Review, 44 (2):65–70.

[26] Galpin, T; Whittington, JL (2012): Sustainability Leadership: From Strategy to Results. Journal of Business Strategy, 33 (4):40–48.

[27] Gladwin, TN; Walter, I (1976): Multinational Enterprise, Social Responsiveness, and Pollution Control. Journal of International Business Studies, 7 (2):57–74.

[28] Goodland, R (1995): The Concept of Environmental Sustainability. Annual Review of Ecology and Systematics, 26 (1995):1–24.

[29] Griffiths, A; Petrick, JA (2001): Corporate Architectures for Sustainability. International Journal of Operations & Production Management, 21 (12):1573–1585.

[30] GRLI (2008): The Globally Responsible Leader - A Call for Action. http://www.grli.org/index.php/component/docman/cat_view/13-source-documents. Abgerufen am 20.05.2013.

[31] Guyon, B; Sheridan, C; Donnellan, B (2012): Developing a Sustainable IT Capability: Lessons from Intel ’s Journey. MIS Quarterly, 11 (2):61–74.

[32] Hart, SL (1997): Beyond Greening: Strategies for a Sustainable World. Harvard Business Review, 75 (1):66–76.

[33] Hildebrand, K (1991): Klassifizierung von Software Tools. Wirtschaftsinformatik, 33 (1):13–25.

[34] Hilty, LM (2008): Information Technology and Sustainability: Essays on the Relationship between Information Technology and Sustainable Development. Books on Demand, Norderstedt.

[35] Jennings, PD; Zandbergen, PA (1995): Ecologically Sustainable Organizations: An Institutional Approach. The Academy of Management Review, 20 (4):1015–1052.

[36] King, A; Lenox, M (2002): Exploring the Locus of Profitable Pollution Reduction. Management Science, 48 (2):289–299.

[37] Knoblich, H (1972): Die typologische Methode in der Betriebswirtschaftslehre. Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 1 (4):141–147.

[38] Kolbe, LM; Schmidt, NH; Zarnekow, R; Erek, K (2009): Studie: Nachhaltigkeit und Green IT in IT-Organisationen - Status quo und Handlungsempfehlungen. 1–16.

[39] Koomey, JG (2008): Worldwide Electricity Used in Data Centers. Environmental Research Letters, 3:1–8.

[40] Lash, J; Wellington, F (2007): Competitive Advantage on a Warming Planet. Harvard Business Review, 85 (3):2–10.

[41] Loos, P; Nebel, W; Marx Gómez, J; Hasan, H; Watson, RT; Brocke, J; Seidel, S; Recker, J (2011): Green IT: Ein Thema für die Wirtschaftsinformatik? Wirtschaftsinformatik, 53 (4):239–247.

[42] Lubin, DA; Esty, DC (2010): The Sustainability Imperative. Harvard Business Review, 88 (5):42–50.

[43] March, ST; Smith, GF (1995): Design and Natural Science Research on Information Technology. Decision Support Systems, 15 (4):251–266.

[44] Marshall, JD; Toffel, MW (2005): Policy Analysis Framing the Elusive Concept of Sustainability: A Sustainability Hierarchy. Environmental Science & Technology, 39 (3):673–682.

[45] Maruster, L; Faber, NR; Peters, K (2008): Sustainable Information Systems: A Knowledge Perspective. Journal of Systems and Information Technology, 10 (3):218–231.

[46] McQuitty, LL (1957): Elementary Linkage Analysis for Isolating Orthogonal and Oblique Types and Typal Relevancies. Educational and Psychological Measurement, 17 (2):207–229.

[47] Melville, NP (2010): Information Systems Innovation for Environmental Sustainability. MIS Quarterly, 34 (1):1–21.

[48] Nidumolu, R; Prahalad, CK; Rangaswami, MR (2009): Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation. Harvard Business Review.

[49] Österle, H; Becker, J; Frank, U; Hess, T; Karagiannis, D; Krcmar, H; Loos, P; Mertens, P; Oberweis, A; Sinz, EJ (2011): Memorandum on Design-Oriented Information Systems Research. European Journal of Information Systems, 20 (1):7–10.

[50] Piotrowicz, W; Cuthbertson, R (2009): Sustainability – A New Dimension in Information Systems Evaluation. Journal of Enterprise Information Management, 22 (5):492–503.

[51] Pollack, TA (2008): Green and Sustainable Information Technology: A Foundation for Students. 2008 ASCUE Proceedings. 63–72.

[52] Porter, ME; Reinhardt, FL (2007): A Strategic Approach to Climate. Harvard Business Review, 85 (10):22–26.

[53] Rothenberg, S (2007): Sustainability Through Servicizing. MIT Sloan Management Review, 48 (2):83–91.

[54] Salmela, H (1997): From Information Systems Quality to Sustainable Business Quality. Information and Software Technology, 39 (12):819–825.

[55] Schmidt, NH; Erek, K; Kolbe, LM; Zarnekow, R (2009): Nachhaltiges Informationsmanagement. Wirtschaftsinformatik, 51 (5):463–466.

[56] Shrivastava, P (1995): The Role of Corporations in Achieving Ecological Sustainability. The Academy of Management Review, 20 (4):936–960.

[57] Simmonds, D; Bhattacherjee, A (2012): Environmental Sustainability in Organizations: The Information Technology Role. Proceedings of the Eighteenth Americas Conference on Information Systems. Seattle.

[58] Simpson, M; Taylor, N; Barker, K (2004): Environmental Responsibility in SMEs: Does it Deliver Competitive Advantage? Business Strategy and the Environment, 13 (3):156–171.

[59] Soneryd, L; Vifell, AC (2010): Organizing Matters: How "The Social Dimension" Gets Lost in Sustainability Projects. Sustainable Development, 20 (1):18–27.

[60] Standing, C; Jackson, P (2007): An Approach to Sustainability for Information Systems. Journal of Systems and Information Technology, 9 (2):167–176.

[61] Stolze, C; Rah, N; Thomas, O (2011): Entwicklung eines integrativen Reifegradmodells für nachhaltige IT. In: Heiß, HU; Pepper, P; Schlingloff, H; Schneider, J (Hrsg), *Informatik 2011 - Informatik schafft Communities*. Bonn, 185.

[62] Teuteberg, F; Marx Gómez, J (2010): Green Computing und Sustainability - Status quo und Herausforderungen für betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik, 274 :6–17.

[63] Thomas, O (2009): Fuzzy Process Engineering – Integration von Unschärfe bei der modellbasierten Gestaltung prozessorientierter Informationssysteme. Gabler, Wiesbaden.

[64] Walker, D (2008): Sustainability: Environmental Management, Transparency and Competitive Advantage. Journal of Retail and Leisure Property, 7 (2):119–130.

[65] Watson, RT; Corbett, J; Boudreau, MC; Webster, J (2012): An Information Strategy for Environmental Sustainability. Communications of the ACM, 55 (7):28–30.

[66] Watson, RT; Boudreau, MC; Chen, AJ (2010): Information Systems and Environmentally Sustainable Development: Energy Informatics and New Directions for the IS Community. MIS Quarterly, 34 (1):23–38.

[67] WCED (World Commission on Environment and Development) (1987): Our Common Feature.

[68] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly, 26 (2):xii–xxiii.

[69] Wikström, PA (2010): Sustainability and Organizational Activities – Three Approaches. Sustainable Development, 18 (2):99–107.

[70] Wilkinson, A; Hill, M; Gollan, P (2001): The Sustainability Debate. International Journal of Operations & Production Management, 21 (12):1492–1502.

[71] WKWI (2008): WI-Orientierungslisten 2008 sowie WI-Liste der Konferenzen, Proceedings und Lecture Notes 2008. Wirtschaftsinformatik, 50 (2): 155–163.

[72] Young, L; Sarkar, P (2009): Managerial Attitudes Towards Green IT: An Explorative Study of Policy Drivers. PACIS 2009 Proceedings. Paper 95.

[73] Zarnekow, R; Kolbe, LM; Erek, K; Schmidt, NH (2010): Planungs- und Steuerungskonzepte eines nachhaltigen Informationsmanagements. http://bit.ly/dPVmC5. Abgerufen am 21.05.2013.

Entwicklung praxisrelevanter IKT-Artefakte für ein betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement mittels Konsortialforschung – Implikationen des Verbundprojekts IT-for-Green

Florian Stiel

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, 49069 Osnabrück, florian.stiel@uni-osnabrueck.de

Frank Teuteberg

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, 49069 Osnabrück, frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

Abstract

Gestaltungsorientierte Ansätze der Wirtschaftsinformatik werden vor dem Hintergrund der nachhaltigen Entwicklung verstärkt diskutiert, um das betriebliche Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement durch Informations- und Kommunikationstechnologie-Artefakte (IKT-Artefakte) gezielt zu unterstützen. In diesem Artikel wird der Beitrag der Konsortialforschung zur Entwicklung von IKT-Artefakten für das betriebliche Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement thematisiert. Am Beispiel des Verbundprojekts IT-for-Green werden spezifische Merkmale und Erfolgsfaktoren des Ansatzes der Konsortialforschung, auf der Basis von Experteninterviews, ermittelt.

1. Einleitung

Dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung liegt der Gedanke zu Grunde, „die Bedürfnisse der Gegenwart zu befriedigen ohne künftige Generationen an der Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse zu hindern“ [2]. Im betrieblichen Kontext bildet das Drei-Säulen-Modell, als eine Synthese aus sozialen, ökologischen und ökonomischen Zielen, die Grundlage des Nachhaltigkeitsmanagements [4]. Der Ansatz eines betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements geht über die Einhaltung von Rechtsvorschriften hinaus. Vielmehr sollen gesellschaftliche Normen als Triebkraft für Innovationen genutzt, Wertschöpfungsketten effizienter und Produkte umweltfreundlicher gestaltet und auf dieser Basis neue Geschäftsmodelle entwickelt werden [37]. Die Wirtschaftsinformatik ist in der Lage betriebliche Prozesse, im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung, zu beeinflussen und darüber hinaus Vorstellungen für die ökologischen Auswirkungen des eigenen betrieblichen Handelns zu vermitteln [31]. Sie ist daher aufgerufen ihr Wissen um den Einsatz von Informationstechnologie in die Gestaltung der Strategie für eine nachhaltigere Gesellschaft einzusetzen [57]. Die ersten Forschungsergebnisse der, im deutschsprachigen Raum traditionell gestaltungsorientierten, Wirtschafts- sowie Umweltinformatik führten trotz alledem nicht zu einer weiterreichenden Adaption von IKT-Artefakten in der wirtschaftlichen Praxis, was die Frage nach deren praktischer Relevanz aufwarf [20]. Mit der Konsortialforschung [39] verfügt die Wirtschaftsinformatik jedoch über eine Methodik, durch welche sich betriebliches Wissen in den wissenschaftlichen Gestaltungsprozess mit einbeziehen lässt. In diesem Beitrag soll die folgende Forschungsfrage, am Beispiel des Verbundprojekts IT-for-Green, beantwortet werden:

> *Welche spezifischen Merkmale und Erfolgsfaktoren zeichnen die Konsortialforschung im Bereich IKT-Artefakte im betrieblichen Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement aus?*

Um diese Forschungsfrage zu beantworten wird wie folgt vorgegangen: Zunächst werden in Abschnitt 2 verwandte Arbeiten zu den Themen Konsortialforschung und IKT-Artefakte für ein betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement ermittelt und ausgewertet. Nach einer Darstellung der Forschungsmethodik in Abschnitt 3, folgt die Darstellung der Artefakte des betrachteten Forschungsprojektes in Abschnitt 4, sowie die Auswertung von Experteninterviews zu den spezifischen Merkmalen und Erfolgsfaktoren des betrachteten Konsortialforschungsprojekts in Abschnitt 5. Abschnitt 6 enthält die Implikationen aus den, in den Abschnitten 2, 4 und 5, durchgeführten Analysen sowie die Beantwortung der Forschungsfrage. Im letzten Abschnitt werden die Limitationen des in diesem Beitrag gewählten Ansatzes aufgeführt und ein Ausblick auf zukünftige Arbeiten gegeben.

2. Verwandte Arbeiten

2.1 Konsortialforschung

Die Konsortialforschung ist eine gestaltungsorientierte Methode der Wirtschaftsinformatik und geht maßgeblich auf Österle & Otto [39] zurück. Dabei wird der etablierte Ansatz der Gestaltungsforschung [45,18,27], durch die gezielte Einbeziehung von Akteuren aus Wissenschaft und Praxis, weiterentwickelt. Ziel ist eine praxisrelevante Forschung, welche unter Einhaltung wissenschaftlicher Strenge, mit gesichertem Zugriff auf Ressourcen (Finanzmittel, Personal), Ergebnisse erzielt, die in Wissenschaft und Praxis gleichermaßen Verbreitung finden [39,42]. Zu den Zielen der Konsortialforschung gehören [41,39,42]: 1. eine formalisierte gemeinsame Zielsetzung, 2. gemeinsame Forschungsaktivitäten, 3. die Erprobung des Artefakts in seinem späteren

Anwendungsfeld, 4. ein iteratives Vorgehen, 5. eine verbindliche Zusammenarbeit (finanziell und/oder personell) über einen Zeitraum von mind. 2 Jahren, sowie 6. eine komplementäre Rollenverteilung.

Um einen Überblick über Forschungsarbeiten zu gewinnen, welche sich auf die Konsortialforschung als zentrale Methodik berufen, wurde eine Vorwärtssuche, ausgehend von Österle & Otto [39] durchgeführt. Durch die Suche mittels Google scholar wurden 19 wissenschaftliche Publikationen (Full-Paper) identifiziert, welche auf Österle & Otto [39] verwiesen. Im Anschluss an die Suche wurde, wie in Tabelle 1 dargestellt, eine Analyse der identifizierten Publikationen nach Webster & Watson [59] mit den folgenden Kriterien durchgeführt: (1) Publikationsjahr, (2) Publikationsmedium, (3) Artefakt im Sinne der Gestaltungsforschung nach March & Smith [27], (4) thematischer Kontext der Arbeit, sowie (5) Methode zur Evaluation des Artefaktes. Bereits in den ersten 2 Jahren, von 2010 bis 2012, beriefen sich bereits 16 Publikationen auf die Methodik der Konsortialforschung. Die Methodik fand dabei im deutschsprachigen Raum (Konferenz Wirtschaftsinformatik), wie auch international (BPMJ, ECIS, ICIS) in Konferenzen sowie auch in Fachzeitschriften ein breites wissenschaftliches Publikum. Sowohl Quantität als auch Qualität der Beiträge sprechen für die Konsortialforschung als einen aktuell vielversprechenden Forschungsbereich der Wirtschaftsinformatik. Die Verschiedenheit der Artefakte sowie deren unterschiedlicher thematischer Kontext belegen die Vielseitigkeit der Methodik. Die hohe Anzahl an Instanziierungen (15) und die relative Dominanz von Experteninterviews (5) und Fallstudien (8) als Evaluationsmethode, sprechen für die aktive Einbeziehung von Praxispartnern, und damit für die Relevanz der Forschungsergebnisse. Erfolgsfaktoren und Problemfelder für die Zusammenarbeit mit Praxispartnern in der Konsortialforschung sind in Tabelle 2 dargestellt.

Quelle	**Jahr**	**Medium**	**Artefakt nach** [27]	**Kontext**	**Evaluation**
[3]	2011	Dissertation	Modell, Instanziierung	Netzwerksteuerung, Finanzindustrie	Fallstudie
[7]	2013	Konferenz	Methode	Qualitätsmanagement	Gruppen-, Experteninterview
[8]	2012	Konferenz	Modell, Instanziierung	Semantische Modellierung	Funktioneller Test
[9]	2011	Konferenz	Konstrukt, Instanziierung	Finanzdienstleistungen, Web Services	Fallstudie
[12]	2012	Zeitschrift	Konstrukt, Instanziierung	Nachhaltigkeitsberichterstattung	Funktioneller Test
[13]	2012	Konferenz	Instanziierung	Nachhaltigkeitsberichterstattung	Experiment
[14]	2012	Zeitschrift	Methode	Produktmanagement, Energiemarkt	Fallstudie, Experteninterview
[19]	2011	Zeitschrift	Konstrukt, Methode, Instanziierung	Meta-Daten Management	Funktioneller Test
[26]	2012	Dissertation	Modell, Instanziierung	Strategische Entscheidungswissenschaft	Fallstudie
[35]	2011	Konferenz	Konstrukt	Wissenschaftstheorie	keine
[38]	2012	Zeitschrift	Konstrukt, Methode, Modell, Instanziierung	Geschäftsprozessmanagement	Fallstudie
[40]	2011	Konferenz	Konstrukt	Data Governance	Fallstudie
[41]	2012	Konferenz	Konstrukt	Wissenschaftstheorie	Experteninterview
[43]	2011	Konferenz	Modell	Wissenschaftstheorie	Fallstudie
[44]	2011	Konferenz	Modell	Wissenschaftstheorie	Argumentativ
[46]	2011	Zeitschrift	Instanziierung	Balanced Scorecard, Forschungsmanagement	Fallstudie
[48]	2010	Arbeitspapier	Modell, Instanziierung	Automobilindustrie	Gruppeninterview
[49]	2012	Konferenz	Methode, Modell, Instanziierung	Wissenschaftstheorie	Experteninterview
[52]	2011	Konferenz	Modell, Instanziierung	Hybride Leistungsbündel, Energieeffizienz, IT-Infrastruktur	Gruppen-, Experteninterview

Tabelle 1 Verwandte Arbeiten der Konsortialforschung

Quelle	Erfolgsfaktoren und Problemfelder
[42]	Offenlegung der Ergebnisse, Zielsetzung, Zeitliche Restriktionen, Vertrauen zwischen den Projektbeteiligen, Festlegung des Betätigungsfeldes/ Zugang zu Ressourcen
[41]	Zielsetzung, Festlegung des Betätigungsfeldes/ Zugang zu Ressourcen, Fähigkeiten der Beteiligten, Methodeneinsatz, Zusammenhang zwischen konzeptioneller Gestaltung und Implementierung, Mangel an Forschungskapazitäten

Tabelle 2 Erfolgsfaktoren und Problemfelder der Konsortialforschung

2.2 IKT-Artefakte für ein betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement

Die Diskussionen zum Thema Nachhaltigkeit und Umwelt werden in der Wirtschaftsinformatik aus 2 grundlegenden Perspektiven geführt [5]: Die Perspektive der Green IT thematisiert die Umweltwirkungen, welche aus dem Einsatz von IT-Infrastruktur resultieren, z. B. Strom- oder Flächenverbrauch [36]. Das Sustainable IS Management, Green IS oder IT-for-Green beschäftigt sich mit dem Einsatz von IKT-Artefakten zur Unterstützung des Nachhaltigkeitsmanagements im Unternehmen, z. B. durch effizientere Prozesse oder Dematerialisierung [58,23,34,6]. Vor dem Hintergrund einer Unterstützung des Nachhaltigkeitsmanagements wurden dazu in der Gestaltungsforschung im deutschen Sprachraum eine Vielzahl unterschiedlicher Artefakte entwickelt, was in der Morphologie betrieblicher Umweltinformationssysteme zum Ausdruck kommt [54].

Probleme bestehender Systeme liegen zum einen in einer mangelnden Berücksichtigung des Drei-Säulen-Modells durch Fokussierung auf die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit [4] und dem daraus resultierenden Mangel an Relevanz für das strategische Nachhaltigkeitsmanagement [20]. Thematisch-inhaltliche Potentiale, um die Relevanz der Gestaltungsforschung im Bereich Nachhaltigkeit zu steigern, ergeben sich insbesondere in den Themenfeldern Nachhaltigkeitsberichterstattung (NHB) sowie der Internalisierung externer Kosten, z. B. durch Ökobilanzen [31,57,20]. Methodische Potentiale, durch Anwendung der Konsortialforschung in diesem Kontext, werden im weiteren Verlauf dieses Beitrags identifiziert.

3 Forschungsmethodik

Am Beispiel des Forschungsprojekts IT-for-Green (vgl. Abschnitt 4) werden zum einen Ansatzpunkte für die Konsortialforschung im Feld der IKT-Artefakte im betrieblichen Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement identifiziert, zum anderen Implikationen für Wissenschaft und Praxis im Feld der Konsortialforschung abgeleitet. Zunächst werden dazu die Ergebnisse des Projekts in die Wissensbasis verwandter Arbeiten eingeordnet. Hierzu werden die, im Projekt entstandenen und dokumentierten, Artefakte entsprechend der in Abschnitt 2.1 genutzten Kriterien analysiert [59]. Im Anschluss erfolgt eine Evaluation des Forschungsprojekts mittels qualitativer Querschnittsanalyse in Form leitfadengestützter Experteninterviews [60,22].

Für die Auswahl der Interviewpartner wurden das differenzierungstheoretische Kriterium einer spezialisierten Rolle des Experten sowie das wissenssoziologische Kriterium eines relevanten und spezialisierten Wissens herangezogen [22]. Spezialisierte Rollen im Sinne der Konsortialforschung werden durch Österle & Otto [39] für die Partnerunternehmen und Forschungsreinrichtungen definiert. Als Interviewpartner wurden daher seitens der Partnerunternehmen ein Mitglied des Steuerungskreises und Fachexperten sowie seitens der Forschungseinrichtungen ein Professor und drei wissenschaftliche

Mitarbeiter ausgewählt. Damit kann das differenzierungstheoretische Kriterium für die Auswahl der Experten als erfüllt angesehen werden. Als relevantes und spezialisiertes Wissen wird, vor dem Hintergrund der Zielsetzung dieses Beitrags, Erfahrungswissen aus der Anwendung des Konsortialforschung angesehen. Als Bezugsrahmen gilt dabei der Bereich, in welchem die Interviewpartner in ihrer Rolle im Forschungsprojekt tätig waren. In diesem Bereich erlangten die Interviewpartner einen „privilegierten Zugang zu Informationen hinsichtlich Personen und Entscheidungsprozessen“ [22] des Forschungsprojekts und waren für den „Entwurf, die Implementierung oder die Kontrolle einer Problemlösung“ [22] im Rahmen der Konsortialforschung verantwortlich. Ihr Wissen wird damit als relevant und das wissenssoziologische Kriterium als erfüllt betrachtet. Eine Übersicht über alle Interviewpartner findet sich in Tabelle 3.

Die Interviews wurden zwischen dem 31.7. und 16.8.2013 durchgeführt und auf Tonband aufgezeichnet. Die Länge der als face-to-face Interview oder Telefoninterview geführten Gespräche lag zwischen 25 und 35 Minuten. Ein vorgefertigter Gesprächsleitfaden wurde den Interviewpartnern jeweils eine Woche vor Durchführung des Interviews zugesendet. Der Leitfaden umfasst, nach den Empfehlungen von May & Mruck [29], im zentralen Frageteil 8 Fragestellungen auf weniger als 2 Seiten. Die Herleitung der Fragestellungen erfolgte induktiv aus der Literatur zur Konsortialforschung [30]. Dabei ergaben sich die 3 Konzepte: Ziele der Konsortialforschung [41,39,42], Wissenstransfer in der Konsortialforschung [39], sowie Erfolgsfaktoren und Problemfelder der Konsortialforschung [42,41]. Die Auswertung der Interviews erfolgte in Form einer qualitativen Querschnittsanalyse in den 4 Schritten 1. Transkription, 2. Desequenzierung, 3. Paraphrasierung und 4. Interpretation [22,42,30]. Die Transkription der Tonbandaufzeichnungen wurde vollständig durchgeführt („Volltranskription“) [22] und den Interviewpartnern im Anschluss zur Korrektur zugesendet. Die Desequenzierung der Volltranskriptionen, mittels Zuordnung der Textpassagen zu den Gliederungspunkten des Gesprächsleitfadens, ermöglichte einen Vergleich der Einzelaussagen zu den jeweiligen Einzelthemen [22]. Im dritten Schritt erfolgte die Paraphrasierung, an welche sich die Interpretation der Interviews sowie die Ableitung von Implikationen für Wissenschaft und Praxis anschlossen. Ein Zugriff auf den Interviewleitfaden und die Transkription in paraphrasierter und desequenzierter Form ist über die URL: http://bit.ly/19KfEmG möglich.

#	Hintergrund	Institution	Stellenbeschreibung/ Rolle im Forschungsprojekt	Aufgabenbereich
1	Studium der Betriebswirtschaftslehre, Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik, Promotion	Universität	Professor	Teilprojektleiter im Projekt IT-for-Green
2	Studium der Betreibswirtschaftslehre, Schwerpunkt Controlling, nebenbei schon im Unternehmen gearbeitet	Logistik-dienstleister	Mitarbeiter zentrales Qualitäts- und Umwelt-management, Fachexperte, Mitglied Arbeitsgruppe	Zertifizierung nach ISO 9001, ISO 14001 aber auch der VDA6.2, Auditierung, Abstimmung externer Dienstleister, betrieblichen Umweltschutz, Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen im Umweltmanagementbereich
3	Gelernter Groß- und Außenhandelskaufman, Studium der Wirtschaftswissenschaften, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Themen Nachhaltigkeit und Umwelt	Unternehmens-beratung	Unternehmens-berater, Mitglied des Steuerungs-kreises	Moderationen, Marktforschung, Marktforschung, empirische Arbeit, Kontaktpflege mit Unternehmen, Umweltmanagement, Qualitätsmanagement, Arbeitssicherheit, also die ISO 9001, 14001, 18001, Nachhaltigkeitsmanagementberatung, Wissenstransfer Universität-Unternehmen
4	Studium des Wirtschafts-ingenieurwesens	Universität	Wissen-schaftlicher Mitarbeiter	Forschung im Bereich Green Production, Entwickler im Projekt IT-for-Green
5	Studium der Information Systems	Universität	Wissen-schaftlicher Mitarbeiter	Forschung imBereich Nachhaltigkeitsberichterstattung, Akzeptanzforschung, Leitung Arbeitspaket Visualisierungsmöglichkeiten
6	Studium der Informatik	Universität	Wissen-schaftlicher Mitarbeiter	Projektentwickler im Projekt IT-for-Green, Modul Green IT, Energieeffizienz Rechenzentren

Tabelle 3 Übersicht Interviewpartner

4 Artefakte des Forschungsprojekts

Das vom europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderte Projekt IT-for-Green widmet sich der Gestaltung von IKT-Artefakten für ein betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement. Die Entwicklung findet im Verbund der 3 Universitäten Göttingen, Oldenburg und Osnabrück, in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern aus der Region Niedersachsen statt. Die dabei angestrebten Forschungsergebnisse sind Konstrukte, Methoden, Modelle und Instanziierungen im Sinne der Gestaltungsforschung [18,27]. Um die Relevanz der Forschung zu sichern, wurde hierzu der Ansatz der Konsortialforschung gewählt. Die, zum aktuellen

Zeitpunkt laufende, Entwicklung brachte die in Tabelle 4 dargestellten IKT-Artefakte hervor. Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurden im Verlauf des Projekts über einen Zeitraum von 2,5 Jahren (2010-2013) insgesamt 30 Artefakte entwickelt und 21 Beträge zur Gestaltungsforschung veröffentlicht. Dabei zeigte sich, dass auf Instanziierungen, als operationalisierte Form eines Artefaktes, sowie Modelle der größte Anteil des Entwicklungsoutputs entfiel. Die im Verhältnis hohe Anzahl Instanziierungen (12) und die geringe Anzahl Methoden (2) korreliert mit den Beobachtungen in Bezug auf verwandte Arbeiten. Die geringe Anzahl Konstrukte (2), als hochgradig formalisierte Form des Artefakts [27], deutet auf eine ausgeprägte angewandte und industrieorientierte Forschung hin. Somit spiegelt sich die Ausrichtung des Drittmittelgebers (EFRE/EU), bzw. dessen Anwendungs- und Industrieorientierung [21], auch im wissenschaftlichen Output des Projekts wieder. Auffällig ist die hohe Anzahl an Modellen (14) verglichen mit dem Anteil der Modelle an den Artefakten verwandter Arbeiten. Eine Besonderheit von Modellen ist die immanente Beschreibung der Beziehung zwischen Problem und Problemlösung [27]. Sie können daher, trotz eines relativ hohen Formalisierungsgrades, von hoher praktischer Bedeutung sein [27]. Die hohe Anzahl an Modellen, in Verbindung mit der hohen Anzahl an Instanziierungen, deutet somit auf einen praxisorientierten Problemlösungsansatz als primäre Ausrichtung des Forschungsprojektes hin. Die Artefakte Konstrukt (2) und Methode (2) machten nur einen geringen Anteil der Entwicklungsleistung aus. Veröffentlichungen auf Konferenzen (12) machten den zahlenmäßig größten Anteil der Publikationen aus. Zeitschriften (6) sowie Bücher (1) wurden seltener genutzt. Die genutzten Publikationsmedien entsprechen in der Rangfolge ihrer Anzahl damit der Rangfolge in Tabelle 1.

Medium	**Bezeichnung IKT-Artefakt und Quelle**	**Artefakt nach** [27]	**Kontext**
Konferenz	Rahmenwerk für agentenbasierte, adaptive Geschäftsanwendungen [33]	Modell	Logistik
Konferenz	Serviceorientierte Architektur [24,25]	Modell, Instanziierung	BUIS
Konferenz	Event Engine zur automatischen Bearbeitung vordefinierter Kontrollaufgaben [47]	Modell, Instanziierung	BUIS
Zeitschrift	Rahmenwerk zur Qualitätsmessung von Nachhaltigkeitsberichten [11]	Modell	NHB
Konferenz	Instrument für ein Prozessbenchmarking [17]	Modell, Instanziierung	Green BPM
Konferenz, Zeitschrift	Ontologie, Profilingwerkzeuge, grafische Editor, Simulationsframework [55,321]	Konstrukt, Modell, Methode, Instanziierung	Green IT
Konferenz	Konzeptionelles Framework [51]	Konstukt	Ökobilanzierung
Konferenz	Praxisorientierte Entwicklung einer Anwendungssoftware [15]	Methode, Instanziierung	Ökobilanzierung
Buch	Architektur und Funktionalitäten eines Tools zur web-basierten Nachhaltigkeitsberichterstattung [50]	Modell, Instanziierung	NHB
Zeitschrift	BAO-Modell [16]	Modell	NHB
Konferenz	Web-Portal und Reifegradmodell [10]	Modell, Instanziierung	Betriebliches Umweltmanagement
Zeitschrift	Web-Plattform zur Erfassung und automatisierten Klassifikation und Bewertung [53,28]	Modell, Instanziierung	Cloud Services
Konferenz	Strukturierter Kriterienkatalog [56]	Modell	BPM Anwendungen
Zeitschrift	Entwurf und Implementierung eines augmentierten Nachhaltigkeitsberichts [12]	Instanziierung	NHB
Konferenz, Zeitschrift	Multi-Kriterien Entscheidungsmodell [63,61]	Modell, Instanziierung	Decision Support
Konferenz	Evaluationsrahmenwerk [13]	Modell	NHB
Konferenz	Entwurf und Simulation einer Balanced Scorecard [62]	Modell	Sustainable SCM
k.a.	Online Visualisierung einer BUIS Marktstudie [nicht veröffentlicht]	Instanziierung	BUIS
k.a.	Online Visualisierung eines Nachhaltigkeitsberichts [nicht veröffentlicht]	Instanziierung	NHB

Tabelle 4 Artefakte des Projekts IT-for-Green

[1] [32] aktuell im Begutachtungsprozess

5 Ergebnisse der Experteninterviews

5.1 Aussagen zu den Zielen der Konsortialforschung

Die Ziele der Konsortialforschung (siehe [39]) wurden von allen Interviewpartnern, zum gegenwärtigen Stand des Projekts, als weitgehend erfüllt angesehen. Eine gemeinsame Formulierung von Forschungszielen findet seine Ausprägung dabei in unterschiedlicher Weise. Dokumentiert werden diese insbesondere in Form von Kooperationsvereinbarungen, Projektbeschreibungen und dem Projektantrag für das Gesamtprojekt sowie in Form von Lastenheften, Pflichtenheften und Protokollen für Teilprojekte auf bilateraler Ebene. Stark formalisierte Dokumente, wie Kooperationsvereinbarungen oder Projektbeschreibungen, definieren die Grenzen der Zusammenarbeit, eignen sich jedoch nicht oder nur bedingt für eine anschließende Erfolgsmessung, da Projektziele in der Regel qualitativ beschrieben sind. Semi-formale Dokumente, wie etwa Protokolle, haben einen deutlich kürzeren Zeithorizont und werden im Projekt deutlich häufiger für eine Formulierung messbarer Ziele genutzt.

Insgesamt 5 Praxispartner, 3 Universitäten und 1 Beratungsunternehmen, bringen seit dem 1. April 2011 ihr Wissen, in unterschiedlicher Form, in das Projekt ein. Von universitärer Seite liegt der Fokus auf der Konzeptionierung, Implementierung und Publikation. Im Rahmen von Workshops, Quartalstreffen und Interviews erfolgt der Zugriff auf Praxiswissen sowie Daten und Anforderungen aus dem Betrieb der Partnerunternehmen. Ein externes Beratungsunternehmen übernimmt im Rahmen des Projekts das Wissens- und Transfermanagement. Weiterhin unterstützen die Partner das Forschungsprojekt durch die Bereitstellung von Sachleistungen, die Durchführung von Veranstaltungen und durch die Bereitstellung personeller Ressourcen, jedoch nicht durch finanzielle Mittel.

Ein praktischer Nutzen der Artefakte besteht zum gegenwärtigen Zeitpunkt vor allem durch die Realisierung von Teilartefakten und Softwarefragmenten, wie Datenabfragetools und Visualisierungskomponenten. Konzeptionelle Artefakte wie Modelle, Konstrukte oder Methoden werden vor allem als Ideengeber aufgefasst, die zur Sensibilisierung für Problemfelder in der Praxis genutzt werden. Die entwickelten Artefakte werden nicht als Konkurrenzprodukt für kommerzielle Software betrachtet.

Eine Evaluation der entwickelten Artefakte erfolgt auf der Ebene von Teilmodulen und Softwarefragmenten durch praktische Tests und Workshops im Sinne der Gestaltungsforschung. Wünschenswert ist dabei die Generierung von möglichst vielfältigen neuen Lösungsvorschlägen. Im Projekt wird dies durch die Einbeziehung von Mitarbeitern aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen der Praxispartner (Marketing, Controlling, Geschäftsleitung, Forschung & Entwicklung etc.) erreicht. Ein Test einzelner Artefakte erfolgt anhand realer Daten bzw. anhand im Betrieb gemessener Daten. Eine wissenschaftliche Aktionsforschung im Sinne von Baskerville & Wood-Harper [1] wird jedoch derzeit im Projekt nicht betrieben, ist jedoch in Planung. Die Veröffentlichung der Forschungsergebnisse erfolgt wie in Tabelle 4 auf Konferenzen, in Zeitschriften und in Buchform. Neben der wissenschaftlichen Publikation durch die beteiligten Universitäten werden Messen und betriebliche Publikationsorgane (Homepage, Infobriefe) zur Veröffentlichung genutzt.

5.2 Aussagen zum Wissenstransfer

Der Wissenstransfer zwischen den Mitgliedern des Konsortiums erfolgt zum einen multilateral auf mindestens quartalsweisen Projekttreffen und zum anderen bilateral zwischen einzelnen Institutionen im Rahmen von Teilprojekten. Multilaterale Gespräche umfassen zum einen umfangreiche Statusupdates im großen Auditorium. Die strategische Ausrichtung des Projekts wird im Anschluss durch Nutzung von Gruppentechniken wie z.B. Fokusgruppengespräche, Open-Space oder World-Cafe operationalisiert. Während zu Beginn des Projektes eher technische und funktionelle Themen im Vordergrund standen, fand im Verlauf des Projektes eine Verschiebung des Schwerpunktes zu den Themen Nachnutzung, Lizensierung und Unternehmenspartnerschaften statt. Auf operativer Ebene setzte sich der bilaterale Wissenstransfer zwischen einzelnen Institutionen auf Teilprojektebene durch. So fanden die Anforderungserhebung, der Datenaustausch und die Evaluation der Artefakte im Rahmen von bilateralen Gruppengesprächen und Experteninterviews statt. Als weitere Methoden des bilateralen Wissenstransfers wurden Fragebögen, Befragungen, Mitarbeiterseminare, Videokonferenzen und Telefoninterviews angewendet.

5.3 Aussagen zu Erfolgsfaktoren und Problemfelder

Im Verlauf der Interviews wurden insgesamt 11 Erfolgsfaktoren und Problemfelder, einschließlich der 9 in Tabelle 2 enthaltenen, für die Konsortialforschung identifiziert oder bestätigt. Tabelle 5 enthält dazu die zentralen Aussagen der Interviewpartner.

Erfolgsfaktoren und Problemfelder	**Kernaussagen der Interviewpartner**
Zeitliche Absprachen	Größte Sorge im Vorfeld des Projekts; zeitliche Probleme vor allem bei hochrangigen Gesprächspartnern
Vertrauensvolle Zusammenarbeit	Vertrauen durch: Einblick in eigene Daten, Geschäftsabläufe, beiderseitiger Nutzen, Geheimhaltung, ansprechen von Problemen, Anonymisierung
Zielsetzungen	Kooperativer Weg der Projektleitung von zentraler Bedeutung Stellenwert unterschiedlicher Wege des Wissenstransfers (Publikationen, Programmierung/ Entwicklung Artefakte, organisation von Konferenzen) in unterschiedlichen Gruppen berücksichtigen (Professoren, Mitarbeiter, Praxispartner) Heterogenität der Partner führt zu unterschiedlichen Erwartungen, Zielsetzungen, Bedürfnissen Praktiker präferieren Lösung eines spezifischen Problems, wenig Interesse an Abstraktion des Problems Wissenschaftliche Zielsetzung abstrakter; es steht nicht die Lösung eines Einzelproblems im Mittelpunkt, sondern die allgemeingültige Problemlösung für eine definierte Gruppe von Objekten Roter Faden, Meilensteine zur Zielerreichung müssen erkennbar sein Ziele sollten in must-have, nice-to-have, optional kategorisiert werden
Handlungsspielraum/ Zugang zu Ressourcen	Realistische Einschätzung der Ressourcen des Partners schwierig (Softwareumgebung, ext. Dienstleister, Datenzugriff) Projekt mit unternehmenskritischer Sicht (z.B. Gefahrstoffe) werden eher gemieden, speziell im Bereich Nachhaltigkeit sind Praxispartner sehr auf ihre Außenwirkung bedacht Mit Einschränkung des Handlungsspielraums und der Kreativität durch den Praxispartner muss gerechnet werden

Offenlegung von Ergebnissen	Gerade im Bereich Nachhaltigkeit wird Zusammenarbeit mit Universitäten zur Außendarstellung verwendet Regelungen zur Sperrvermerken und Vertraulichkeit müssen eine Veröffenltichung der wissenschaftlichen Ergebnisse möglich machen
Fähigkeiten der Beteiligten	Unterschiedliche Fähigkeiten der Beteiligten, insbesondere Programmierer, Moderatoren, Konzeptionell arbeitende Mitarbeiter erkennen und nutzen; Partnerwahl sollte systematisch angegangen werden Positiv sind Moderationen/Unterstützung durch einen externen Partner/ Dienstleister wie Unternehmensberatung/ Networking/Moderiations-Partner, der als Außenstehender konstruktive Kritik einbringen und Empfehlungen geben kann Fähigkeiten oder Wissenslücken lassen sich gerade unter heterogenen Partnern erkennen
Methodeneinsatz	Die wissenschaftlichen Partner sollten sich methodisch ergänzen (z.B. Prototyping, Evaluationsforschung, Empirische Forschung) sowie eine gemeinsame Basis/Sprache im Hinblick auf wissenschaftliche Qualitätsbestrebungen haben Praxispartner sollten durch praxisnahe Methoden (Aktionsforschung, Fallstudien) in die wissenschaftliche Arbeit einbezogen werden
Konzeptionierung und Implementierung	Rein wissenschaftliche Konzeptionierung in Realität oft nicht anwendbar Praxispartner bereits in die Konzeptionsphase einbringen, indem reale Daten proaktiv eingebracht werden
Forschungskapazität	Priorität wissenschaftlicher Forschungsprojekte im Unternehmen teilweise gering, führt zu Verzögerungen Praxispartner fahren Kapazitäten zurück, falls Erfolg nicht sichtbar wird (Warnzeichen) Entwicklung von Fallstudien durch Praxispartner und Einsatz Prototypen im realen Umfeld. Dies ist durchaus ein Problem, da Aktionsforschung Mitarbeiter/Ressourcen kostet und in das „tägliche Tagesgeschäft“ eingreift
Kommunikation/ Organisation	Aufgabenteilung zwischen den Partnern zentraler Erfolgsfaktor Wechselseitige inhaltiche Kommunikation muss vorhanden sein Klarheit in der Kommunikation bereits vor Projektbeginn formt die Erwartungshaltung der Beteiligten Ansprechpartner müssen klar geregelt werden und auch Erreichbar sein, Kommunikationsstruktur muss erkennbar sein
Persönliche Erfolge und Motivation	intrinsische Motivation der Praxispartner am Projekt ist ein wichtiger Faktor Verwertung der Projektergebnisse (z. B. Geschäftsmodelle, Lizenzmodelle, Ausgründungen) zur persönlichen Motivation bereits früh thematisieren Heterogenität der Partner ermöglicht neue kreative Problemlösungen Projekt lebt vom individuellen Einsatz aller Beteiligten Persönliche Erfolge für Mitarbeiter schaffen: neue erlernte methodische und technische Fähigkeiten, Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit Praxispartnern, Ausbrechen aus dem Universitätsalltag und betrieblichen Tagesgeschäft

Tabelle 5 Aussagen zu Erfolgsfaktoren und Problemfeldern der Konsortialforschung

6 Implikationen

Durch das Verbundprojekt IT-for-Green konnten wertvolle Erfahrungen im Bereich der praxisorientierten Konsortialforschung zur Entwicklung von IKT-Artefakten, insbesondere für das betriebliche Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement, gewonnen werden. Die gesammelten Erkenntnisse können sowohl zur Bewertung laufender Forschungsprojekte in diesem Kontext, als auch als Leitfaden bei der Initiierung neuer Projekte genutzt werden, um die Adaption der gestaltungsorientierten Wirtschafts- sowie der Umweltinformatik in der Praxis zu unterstützen. Die Analyse bestehender Arbeiten im Bereich Konsortialforschung in Abschnitt 2.1 zeigte sowohl die Vielseitigkeit der Methode, als auch die wissenschaftliche Verwertbarkeit der erzeugten Forschungsergebnisse. Abbildung 1 zeigt die Merkmale der Konsortialforschung, basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche, der Analyse von Artefakten des Verbundprojekts IT-for-Green und den Kernaussagen der interviewten Experten.

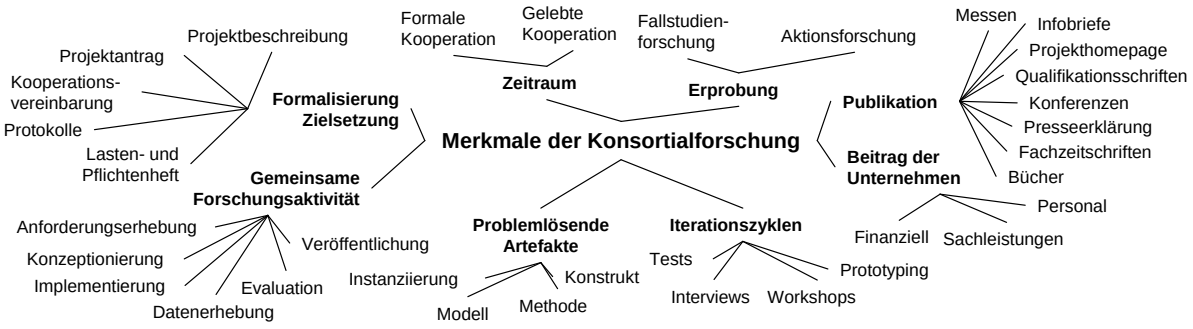


Abbildung 1 Spezifische Merkmale der Konsortialforschung

In Abschnitt 4 konnte gezeigt werden, dass sich die Ausrichtung des Drittmittelgebers auch im wissenschaftlichen Output des Projektes wiederspiegelt. Die hohe Anzahl an Modellen und Instanziierungen zeigte den praxisorientierten Problemlösungsansatz des Forschungsprojektes. Der Erfolg des Projektes zeigte sich insbesondere durch positive Äußerungen des Praxispartners im Interview, im Zusammenspiel einer hohen Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen (siehe Tabelle 4). Abbildung 2 zeigt die zentralen Erfolgsfaktoren, die im Verlauf des Interviews von den Experten genannt wurden in aggregierter Form.

Abbildung 2 Spezifische Erfolgsfaktoren der Konsortialforschung

7 Limitationen und zukünftige Arbeiten

Wie jede Forschungsarbeit, unterliegt auch dieser Beitrag einigen Limitationen, welche Ansatzpunkte für zukünftige Forschungsarbeiten darstellen. Die in diesem Beitrag wiedergegebenen Erfahrungen zeigen lediglich die Erfahrungen aus nur einem (laufenden) Verbundprojekt der Konsortialforschung

auf. Sie können daher nicht uneingeschränkt auf das institutionelle und zeitliche Umfeld anderer Forschungsprojekte übertragen werden. Dieses Umfeld, beispielsweise der Prozess der Antragstellung, die Kommunikation mit Drittmittelgebern oder die Nachnutzung des Projektes, können jedoch von erheblicher Bedeutung für den Projekterfolg sein. Eine zukünftige Aufgabe wird daher sein, die Erhebung von Erfolgsfaktoren, z. B. durch eine Erweiterung des Expertenkreises auf Mitglieder des wissenschaftlichen Beirates, Drittmittelgeber oder Gründerinitiativen sowie auf andere Konsortialforschungsprojekte, auszuweiten. Da auch die gewählte Forschungsmethodik mit Limitationen behaftet ist, sollten die getätigten Aussagen außerdem durch weitere Studien, wie etwa eine quantitative Textanalyse oder Umfragen mit einer größeren Zahl an Probanden, validiert werden. So können bspw. durch Triangulation systematische Fehler minimiert werden.

8 Danksagungen

Die Autoren danken Herrn Dung Bui für die tatkräftige Unterstützung. Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts „IT-for-Green: Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS 2.0“ entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert (Fördernummer W/A III 80119242).

9 Literatur

[1] Baskerville, R; Wood-Harper, A (1996): A critical perspective on action research as a method for information systems research. Journal of Information Technology (11):235–246.

[2] Brundtland, GH (1987): Our common future. World Commission on Environment and Development.

[3] Eckert, C (2011): Architektur zur Netzwerksteuerung in der Finanzindustrie. Leipziger Beträge zur Wirtschaftsinformatik, Leipzig.

[4] Elkington, J (1997): Cannibals with Forks: the Triple Bottom Line of 21st Century Business.

[5] Erek, K (2012): Nachhaltiges Informationsmanagement. Universitätsverlag der TU Berlin.

[6] Erek, K; Schmidt, N-H; Zarnekow, R; Kolbe, LM (2009): Sustainability in Information Systems: Assortment of Current Practices in IS Organizations. In: Nickerson, RC, Sharda, R (Hrsg), Americas Conference on Information Systems Proceedings.

[7] Falge, C; Otto, B; Österle, H (2013): Towards a Strategy Design Method for Corporate Data Quality Management. In: Alt, R, Franczyk, B (Hrsg), Konferenz Wirtschaftsinformatik Proceedings:801–815.

[8] Fill, H-G (2012): On the Conceptualization of a Modeling Language for Semantic Model Annotations. In: Salinesi, C, Pastor, O (Hrsg), Advanced Information Systems Engineering Workshops:134–148.

[9] Fischbach, M; Puschmann, T; Alt, R (2011): Towards an Interdisciplinary View on Service Science — The Case of the Financial Services Industry. Federated Conference on Computer Science and Information Systems:521–527.

[10] Frehe, V; Stiel, F; Teuteberg, F (2013): Web-Portal und Reifegradmodell für ein Benchmarking des betrieblichen Umweltmanagements. Informatik.

[11] Freundlieb, M; Gräuler, M; Teuteberg, F (2013): Framework for the Quality Evaluation of Sustainability Reports. Management Research Review 36(11).

[12] Freundlieb, M; Teuteberg, F (2012): Augmented Sustainability Reports: A Design Science Approach. AIS Transactions on Human-Computer Interaction 4(4):230–247.

[13] Freundlieb, M; Teuteberg, F (2012): Evaluating the Quality of Web Based Sustainability Reports: A Multi-method Framework. In: O'Connor, L (Hrsg), Hawaii International Conference on System Sciences Proceedings.

[14] González Vázquez, JM; Sauer, J; Appelrath, H-J (2012): Methods to Manage Information Sources for Software Product Managers in the Energy Market. Business & Information Systems Engineering 4(1):3–14.

[15] Gössling, H; Hausmann, M; Renatus, F; Uphoff, K; Geldermann, J (2013): Praxisorientierte Entwicklung einer Ökobilanzierungssoftware für KMU. In: Marx Gómez, J, Lang, C, Wohlgemuth, V (Hrsg), IT-gestütztes Ressourcen- und Energiemanagement:131–144.

[16] Gräuler, M; Freundlieb, M; Ortwerth, K; Teuteberg, F (2013): Understanding the beliefs, actions and outcomes of sustainability reporting: An experimental approach. Information Systems Frontiers:[online]

[17] Gräuler, M; Teuteberg, F (2013): Experimental Evaluation of a Process Benchmarking Tool in a Green Business Process Management Context. Konferenz Wirtschaftsinformatik Proceedings

[18] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design science in information systems research. MIS Quarterly 28(1):75–105.

[19] Hüner, KM; Otto, B; Österle, H (2011): Collaborative management of business metadata. International Journal of Information Management 31(4):366–373.

[20] Junker, H (2010): Die Beliebigkeit betrieblicher Umweltinformationssysteme – eine Polemik. In: Greve, K, Cremers, AB (Hrsg), Integration of Environmental Information in Europe.

[21] Kirn, S (2013): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/uebergreifendes/Forschung-in-WI/Forschungsforderung-(Wirtschaftsinformatik).

[22] Liebold, R; Trinczek, R (2009): Experteninterview. In: Kühl, S; Strodtholz, P; Taffertshofer, A (Hrsg), Handbuch Methoden der Organisationsforschung:32–56.

[23] Loos, P, Nebel, W, Marx Gómez, J, Hasan, H, Watson, RT, vom Brocke, J, Seidel, S, Recker, J (2011): Green IT: Ein Thema für die Wirtschaftsinformatik? Wirtschaftsinformatik 53(4)

[24] Mahmoud, T (2013): CEMIS Next Generation Supported by Semantic Enterprise Service-Oriented Architecture. International Conference on Web and Information Technologies :1–10.

[25] Mahmoud, T; Gómez, JM; Rezgui, A (2012): Enhanced BI Systems with On-Demand Data Based on Semantic-Enabled Enterprise SOA. European Conference of Information Systems

[26] Mansfeld, K (2012): Integrierte Gestaltung und Bewertung für strategische Entscheidungen. In: Alt, R, Fähnrich, K-P, Franczyk, B (Hrsg), Leipziger Beträge zur Wirtschaftsinformatik.

[27] March, ST; Smith, GF (1995): Design and natural science research on information technology. Decision Support Systems 15(4):251–266.

[28] Martens, B; Teuteberg, F; Gräuler, M (2010): Datenbank und Reifegradmodell für die Auswahl und Bewertung von Cloud-Computing-Services. In: Fröschle, HP, Reinheimer, S (Hrsg), HMD-Praxis der Wirtschaftsinformatik Cloud Computing & SaaS:52–61.

[29] May, G; Mruck, K (2010): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

[30] Mayring, P (2000): Qualitative content analysis. Forum: Qualitative Social Research 1(2)

[31] Melville, N (2010): Information systems innovation for environmental sustainability. MIS Quarterly 34(1):1–21.

[32] Memari, A; Vornberger, J; G, JM; Nebel, W A Data Center Simulation Framework Based on an Ontological Foundation [aktuell im Begutachtungsprozess]

[33] Memari, A; Wagner vom Berg, B; Marx-Gomez, J (2011): An Agent-based Framework for Adaptive Sustainable Transportation. International Workshops on Enabling Technologies

[34] Mirabella, N; Rigamonti, L; Scalbi, S (2013): Life cycle assessment of Information and Communication Technology application: a case study of dematerialization in the Italian Public Administration. Journal of Cleaner Production 44:115–122.

[35] Müller, R; Thoring, K (2011): Understanding Artifact Knowledge in Design Science: Prototypes and Products as Knowledge Repositories. In: Rajagopalan, B, Goes, P (Hrsg), Americas Conferene on Information Systems Proceedings

[36] Murugesan, S (2008): Harnessing Green IT: Principles & Practices. IT Professional 10(1).

[37] Nidumolu, R; Prahalad, CK; Rangaswami, MR (2009): Why sustainability is now the key driver of innovation. Harvard Business Review 87(9):56–64.

[38] Ofner, MH (2012): Integrating a data quality perspective into business process management. Business Process Management Journal 18(6):1036–1067.

[39] Österle, H; Otto, B (2010): Konsortialforschung. Wirtschaftsinformatik 52(5):273–285.

[40] Otto, B (2011): A morphology of the organisation of data governance. In: Tuunainen, K, Rossi, M, Nandhakumar, J (Hrsg), European Conference on Information Systems Proceedings.

[41] Otto, B; Osterle, H (2012): Principles for Knowledge Creation in Collaborative Design Science Research. In: Huang, MH, Piccoli, G, Sambamurthy, V (Hrsg), International Conference on Information Systems Proceedings.

[42] Otto, B; Österle, H (2010): Relevance through Consortium Research? Findings from an Expert Interview Study. Global Perspectives on Design Science Research :16–30.

[43] Otto, B; Österle, H (2011): Toward a Knowledge Creation Perspective on Design Science Research. In: Rajagopalan, B, Goes, P (Hrsg), Americas Conferene on Information Systems Proceedings

[44] Patas, J; Goeken, M (2011): Paradigms and Information Systems as an Applied Discipline – a Model-Based Represenataion, Problems, and Suggestions. In: Tuunainen, K, Rossi, M, Nandhakumar, J (Hrsg), European Conference on Information Systems Proceedings.

[45] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, M a.; Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24(3):45–77.

[46] Philbin, SP (2011): Design and implementation of the Balanced Scorecard at a university institute. Measuring Business Excellence 15(3):34–45.

[47] Rapp, B; Bremer, J (2012): Design of an Event Engine for Next Generation CEMIS : A Use Case. Enviroinfo Dessau. [angenommen]

[48] Schmidt, A; Otto, B; HP, A; Back, A; Brenner, W (2010): MES Services in the Automotive Industry.

[49] Schubert, P; Bjør, N (2012): University-Industry Collaboration in IS Research : An Investigation of Successful Collaboration Models 1 Introduction, Motivation and Research Question. In: Clarke, R, Pucihar, A, Gricar, J (Hrsg), Bled eConference Proceedings:109–126.

[50] Solsbach, A; Lipnitskaya, S; van Vliet, S (2013): Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung im Kontext des Umwelt-, Energie-und Ressourcenmanagements mit BUIS der nächsten Generation. In: Marx Gómez, J, Lang, C, Wohlgemuth, V (Hrsg), IT-gestütztes Ressourcen- und Energiemanagement.

[51] Stiel, F; Teuteberg, F (2013): Towards a Conceptual Framwork for Life Cycle Assessment in Sustainable Information Systems Management. In: Brinkkemper, S (Hrsg), European Conference on Information Systems Proceedings.

[52] Stolze, C; Freundlieb, M; Thomas, O; Teuteberg, F (2011): Hybride Leistungsbündel für energieeffiziente Planung, Steuerung und Betrieb von IT-Infrastruktur. Konferenz Wirtschaftsinformatik. Bernstein, A.; Schwabe, G. (Hrsg), Proceedings:312–321.

[53] Teuteberg, F; Martens, B (2012): CloudServiceMarket: Klassifizieren und Bewerten von Cloud Computing Service auf der Basis von Künstlichen Neuronalen Netzen. GI-Jahrestagung Proceedings:237–248.

[54] Teuteberg, F; Strassenburg, J (2009): State of the Art and Future Research in EMIS - a Systematic Literature Review. ICSC Symposium Thessaloniki. In: Mitkas, PA; Rizzoli, AE; Marx Gómez, J (Hrsg), Information Technologies in Environmental Engineering:64–77.

[55] Vornberger, J; Nebel, W (2013): Systematic Server-Level Profiling of a Data Center : Methodology and Empirical Data. In: Marx Gómez, J, Lang, C, Wohlgemuth, V (Hrsg), IT-gestütztes Ressourcen- und Energiemanagement.

[56] Walterbusch, M; Grove, S; Breitschwerdt, R, Stolze, C, Teuteberg, F, Thomas, O (2013): Case-Based Selection of Business Process Modeling Tools: An Evaluation Criteria Framework. In: Shim, JP, Hwang, Y, Petter, S (Hrsg), Americas Conferene on Information Systems Proceedings.

[57] Watson, RT; Corbett, J; Boudreau, MC; Webster, J (2012): An information strategy for environmental sustainability. Communications of the ACM 55(7):28.

[58] Watson, R; Lind, M; Haraldson, S (2012): The Emergence of Sustainability as the New Dominant Logic: Implications for Information Systems. In: Huang, MH, Piccoli, G, Sambamurthy, V (Hrsg), International Conference on Information Systems Proceedings.

[59] Webster, J; Watson, T (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):13–23.

[60] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik Eine empirische Untersuchung. Wirtschaftsinformatik 49(4):280–287

[61] Wittstruck, D; Teuteberg, F (2011): Towards a Holistic Approach for Sustainable Partner Selection in the Electrics and Electronics Industry. IFIP 8.6 Working Conference :54–69.

[62] Wittstruck, D; Teuteberg, F (2011): Development and Simulation of a Balanced Scorecard for Sustainable Supply Chain Management – A System Dynamics Approach. In: Loos, P; Nüttgens, M (Hrsg), Konferenz Wirtschaftsinformatik Proceedings.

[63] Wittstruck, D; Teuteberg, F (2012): Integrating the concept of sustainability into the partner selection process: a fuzzy-AHP-TOPSIS approach. International Journal of Logistics Systems and Management 12(2):195–226.

Nutzung von betrieblichen Umweltinformationssystemen in der Fleisch verarbeitenden Industrie – eine empirische Erhebung

Christoph Beckers

Universität Göttingen, Chair of Information Management, 37073 Göttingen,
christoph.beckers@stud.uni-goettingen.de

Sebastian Zander

Universität Göttingen, Chair of Information Management , 37073 Göttingen,
szander1@uni-goettingen.de

Lutz M. Kolbe

Universität Göttingen, Chair of Information Management, 37073 Göttingen,
lkolbe@uni-goettingen.de

Abstract

Die Fleischindustrie ist durch die Ressourcenintensivität Ihrer Produktionsprozesse unmittelbar von den derzeit diskutierten Problemen der Nutzung natürlicher Ressourcen, wie bspw. CO_2 Emissionen und Wasserverschmutzungen betroffen. Das IT-basierte Management von betrieblichen Umweltinformationen wird seit mehr als zwei Jahrzehnten wissenschaftlich beforscht. In der Praxis scheinen entsprechende Ansätze und Artefakte jedoch nur unzureichend Akzeptanz zu finden. Der vorliegende Artikel hinterfragt die praktische Relevanz von 37 in Vorstudien identifizierten Gestaltungsfaktoren für BUIS Artefakte. Auf der Basis einer quantitativ empirischen Erhebung werden neue Erkenntnisse zur Ausgestaltung von branchenspezifischen BUIS sowie für die bestehenden Green IS Adoptions- und Diffusionsforschungsansätze geschaffen.

1 Einleitung

Forderungen nach einer Nachhaltigkeitsorientierung von Unternehmen sind relativ alt. Im Zuge des stetigen globalen Klimawandels gewinnt das Thema derzeit insbesondere in der Fleisch verarbeitenden Industrie an Bedeutung (vgl. [3]; [11]). Verschärfte Regularien und Normen sowie mögliche Effizienzpotenziale und die Aussicht auf Umsatzsteigerungen durch positive Imagewirkungen führen tendenziell zu einer Umsetzung der politisch und gesellschaftlich geforderten Zielvorgaben. Informationssysteme (IS) können dabei als Mittel zur ressourceneffizienten Ausgestaltung von Unternehmensprozessen (Green IS) genutzt werden (vgl. [7]; [25]; [42]; [43]). Da die Unternehmen derzeit Green IS Lösungen aber nur zögerlich adoptieren (vgl. [19]; [25]) erscheint es notwendig, den Prozess der Adoption und Diffusion besser zu verstehen. In den wenigen bisher bestehenden Studien wird der Einfluss von unterschiedlichen Faktoren auf die Adoption- und Diffusion von verschiedenen Green IS Artefakten untersucht (bspw. [8]). Wählt man betriebliche Green IS Komponenten, sog. betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) als Betrachtungsgegenstand, so ist offenkundig, dass eine Adoption und Diffusion bisher nur unzureichend erreicht wurde. Aus den bestehenden Übersichten zum aktuellen Entwicklungsstand geht hervor, dass effiziente und effektive BUIS idealtypisch integrative Bestandteile von branchenspezifischen betrieblichen Informationssystemen sind (vgl. [10]; [39]). Branchenspezifische Studien existieren in diesem Bereich bisher aber kaum. Gestaltungsrelevante Faktoren, wie bestehende IT/IS Infrastrukturen, wurden in diesem Kontext ebenfalls nur unzureichend analysiert. Der vorliegende Beitrag soll zur Schließung dieser Lücke in der Fleisch verarbeitenden Industrie beitragen. Es ergibt sich die folgende Forschungsfrage:

Forschungsfrage: Wie müssen BUIS Artefakte in der Fleisch verarbeitenden Industrie ausgestaltet werden, um eine stärkere Adoption und Diffusion zu erreichen?

Zur Beantwortung dieser Fragestellung werden in Kapitel 2 Green IS als Forschungsgegenstand definiert sowie der Stand der Forschung zur Adoption und Diffusion von Green IS dargestellt. Insbesondere werden das TOE-Framework als theoretischer Rahmen sowie technische Gestaltungsfaktoren und –herausforderungen aus Vorstudien, sowie Besonderheiten der Fleisch verarbeitenden Industrie als Basis der qualitativ empirischen Befragung beschrieben. Kapitel 3 und 4 stellen sodann die Forschungsmethode sowie deren Ergebnisse in einem Abgleich von Theorie und Praxis dar. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Fazit in Kapitel 5.

2 Forschungsgegenstand und Stand der Forschung

Derzeit ist Green IS einer der beliebtesten Forschungsbereiche. Die Begrifflichkeit “Green IS“ ist dementsprechend unterschiedlich genutzt und soll an dieser Stelle wie folgt definiert werden: “Green IS […] refers to the design and implementation of information systems that contribute to sustainable business processes” ([5]). Anhand dieser Definition lässt sich bereits die Vielschichtigkeit des Forschungsgegenstandes erahnen. Green IS kann unterschiedliche strategische Ziele haben (Automatisierung, Information und Transformation) und ebenso unterschiedliche Wirkungen verursachen. Wirkungen umfassen dabei ebenso die Reduktion des Ressourcenverbrauchs von Informationstechnologie (Green IT) wie auch die nachhaltige Ausgestaltung von Geschäftsprozessen und/oder Verhaltensänderungen (Green through IT) (vgl. [7]; [42]). Entscheidend zum Verständnis der Domäne ist, dass es sich bei Green IS nicht um ein gänzlich neues Forschungsgebiet handelt. Green IS Komponenten zur Unterstützung des betrieblichen Umweltmanagements, sog. BUIS, werden bereits seit zwei Jahrzehnten beforscht (vgl. [32]). Entsprechende organisatorisch-technische Systeme dienen

der normativ oder/und kaufmännisch getriebenen Erfassung, Nutzung und Kommunikation von betrieblichen Umweltinformationen (vgl. [10]; [34] Es existiert eine Vielzahl an Referenzmodellen sowie Übersichten zum Entwicklungsstand und Gestaltungsherausforderungen (vgl. [10]; [39]). Entscheidend ist jedoch, dass sich trotz intensiver Forschung eine durchgehende Adoption und Diffusion nicht eingestellt hat (dazu bspw. [25]). Dementsprechend besteht die Tendenz neuerer Forschungsprojekte nicht die generelle Verfügbarkeit von Green IS zu thematisieren, sondern bestehende Green IS Lösungen in Unternehmen zu analysieren (vgl. [15]; [42]) und somit stärker die spezifischen Gestaltungsherausforderungen und Gestaltungsfaktoren zu fokussieren. Eben diese - der Adoption und Diffusion von betrieblichen Green IS Artefakten zuträglichen Gestaltungsfaktoren - bilden den Forschungsgegenstand des vorliegenden Beitrags.

2.1 Nachhaltigkeit in der Fleischindustrie

Insbesondere die Fleischindustrie wird durch die Ressourcenintensität der komplexen und interdependenten Produktionsprozesse gekennzeichnet (vgl. [23]). Fleischwaren sind die damit verbundenen Probleme, wie hohe CO_2 Emissionen und die starke Nutzung & Verschmutzung von Wasser in den Vorstufen direkt zurechenbar. Ein Deutscher konsumiert bspw. derzeit durchschnittlich 89kg Fleisch im Jahr. Er verursacht damit ca. 815kg CO_2 -Äquivalent Emissionen. Der Herstellung von einem kg (Rind) Fleisch kann ebenso der Bedarf von ca. 15.500 Litern Wasser zugerechnet werden - im Vergleich zu pflanzlichen Produkten tendenziell sehr hohe Verbrauchswerte (vgl. [23]).

Für die Fleisch verarbeitende Industrie ergibt sich die Notwendigkeit Umweltinformationen als Ressourcen zu nutzen und dementsprechend zu managen. Die Marktführer (bspw. Tönnies, Vion oder PHW) weisen in ihren Nachhaltigkeitsberichten Umweltmanagementkonzepte und Nachhaltigkeitsindikatoren aus, zeigen sich jedoch hinsichtlich der Erfassung und Nutzung entsprechender Umweltdaten wenig auskunftsfreudig (vgl. [3]). Eine Stichprobenumfrage im Jahr 2011 (vgl. [3]) hat ergeben, dass BUIS in der Fleisch verarbeitenden Industrie nur selten genutzt werden. Dies könnte zum einen dem hohen Imagerisiko durch vermehrt auftretende Lebensmittelskandale geschuldet sein (vgl. [23]). Zum anderen scheinen die chargenorientierten Prozesse der Fleischverarbeitung und die bestehende IT/IS Infrastruktur, die durch zahlreiche Qualitätsmanagement und Rückverfolgungsvorschriften reglementiert sind, sehr komplex (vgl. [23]) und somit aufwändig in Ihrer Analyse und Ausgestaltung.

2.2 Green IS Adoptions- und Diffusionsforschung

Die IT/IS Adoptions- und Diffusionsforschung bedient sich unterschiedlicher Modelle, die Individuen oder Unternehmen als Untersuchungsgegenstand fokussieren. Die Adoption und Diffusion von Green IS wurde bisher jedoch nur in wenigen wissenschaftlichen Beiträgen analysiert (vgl. [4]; [5]; [6]; [8]; [18]; [20]; [29]). Das TOE-Modell von Tornatzky & Fleischer soll mit den drei Faktorgruppen - Technologie, Organisation und Umwelt als Basis der folgenden Ausführung dienen. Gerade dieses Rahmenwerk eignet sich, da es zur Erklärung der Adoption von technologischen Innovationen im Unternehmenskontext konzipiert wurde. Die Faktoren der einzelnen Dimensionen können dabei variiert und an den jeweiligen Untersuchungsgegenstand angepasst werden (vgl. [2]).

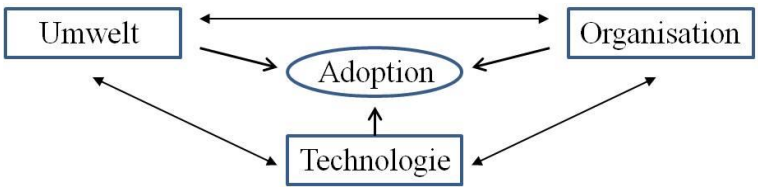


Bild 1: Das TOE-Framework (eigene Darstellung, in Anlehnung an [40])

Die Dimension der Organisation umfasst unternehmensspezifische Charakteristika und Ressourcen, die Unternehmensgröße, den Grad der Zentralisierung und Formalisierung sowie die Qualität und Verfügbarkeit von Ressourcen. Ebenso stellen das Verhalten und die Einstellung der Unternehmensführung gegenüber einer neuen Technologie Faktoren dar, die deren Adoption und Diffusion beeinflussen. Diesbezüglich wird bspw. auf den Zusammenhang zwischen formaler Unternehmensstruktur und der Bereitschaft zur Adoption von Green IS/IT verwiesen (vgl. [18]; [20]; [28]). Es wurde herausgefunden, dass große Unternehmen eher Green IT Innovationen adoptieren (vgl. [4]). Die Adoption von Green IT/IS ist dabei von der Verfügbarkeit von notwendigen Ressourcen sowie von der Unterstützung der internen stakeholder sowie des Top Managements abhängig **(**vgl. [4]; [18]; [24]; [37]). Kosten können als ein weiterer entscheidender Faktor identifiziert werden**.** Oftmals fällt es schwer, die anfallenden Kosten in Relation zu bewerten. Bspw. wurde festgestellt, dass Kosten in Kombination mit einem unklaren Nutzen die größten Barrieren in der Umsetzung von Green IT/IS sind (vgl. [27]). Maßgebend für die Akzeptanz und Diffusion sind scheinbar die Einschätzungen über den zu erwartenden ökonomischen Nutzen in den jeweiligen Unternehmen.

Die Dimension der (Unternehmens-) **Umwelt** fokussiert Branchencharakteristika wie beispielsweise die Marktsituation, Eigenheiten der Industrie, die Verfügbarkeit von Ressourcen sowie die Wachstumsgeschwindigkeit oder den Grad an Unsicherheit. Des Weiteren werden Shareholder, politisch-rechtliche Faktoren wie regulative Anforderungen durch Normen bzw. Gesetze und die technologische Support Infrastruktur analysiert (vgl. [2]). In diesem Kontext wurde offensichtlich, dass sich Branchenstandards, Normen und Sanktionen positiv auf die Bereitschaft zur Adoption von Green IS in Firmen auswirken (vgl. [5]; [6]; [8]; [9]; [26]; [30]). Normen und Gesetze werden immer wieder als entscheidende Faktoren genannt. Sie tragen, abhängig von den erwarteten finanziellen Vorteilen einer Investitionsentscheidung, wesentlich zu einer Be- oder Entschleunigung der Adoption von Green IT bei (vgl. [12]; [30]). Zudem konnte eine positive Beeinflussung der Orientierung an Green IS Branchenstandards durch starken Wettbewerbsdruck und Unsicherheit am Markt aufgezeigt werden (vgl. [8]).

Die Dimension **Technologie** beleuchtet den Einfluss von bereits verwendeten Technologien, der Verfügbarkeit von neuen, noch nicht implementierten Technologien sowie möglichen Barrieren und Nutzen auf die Adoption von IT/IS. Studien belegen, dass die Kompatibilität und die Komplexität einer bestimmten Technologie wichtige Einflussfaktoren auf die Adoption und Diffusion sind (vgl. [2]; [41]). **D**ie Kompatibilität und Sicherheit beeinflusst neben den erwarteten relativen Vorteilen bspw. die Adoption von smart grids positiv ([9]). Im Kontext von betrieblichen Green IS/BUIS Artefakten wird zudem immer wieder die unzureichende Integration bestehender Lösungen als Adoptionsbarriere bemängelt **(**vgl. [16]; [17]; [19]; [21]; [39]). Die Verfügbarkeit von technischem Wissen wird zudem gerade in der BUIS Forschung als entscheidender Faktor beschrieben **(**vgl. [6]; [26]; [27]). Aus der bestehenden Literatur ergeben sich somit neben der Kompatibilität, Komplexität und Ressourcenverfügbarkeit eine Vielzahl von Variablen, deren branchenspezifischer Einfluss

genauer untersucht werden kann. Der Einfluss der technischen Dimension auf Adoption und Diffusion von Green IS scheint in der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion unzureichend analysiert.

2.3 BUIS Gestaltungsfaktoren

Eine Vielzahl von Studien hat sich (vgl. Kapitel 2) mit betrieblichen Green IS-Artefakten zur Erfassung, Nutzung und Kommunikation von Umweltinformationen befasst. Fehlende Konzepte für BUIS sowie der Mangel an Referenz- und Reifegradmodellen stellen in erste Linie technologisch orientierte Gestaltungsherausforderungen dar. Diese beziehen sich dabei nicht nur auf die reine Prozess- und Softwareintegration sondern auch auf Aspekte der Funktionalität, der Bedienbarkeit sowie der Qualität der Daten (vgl. [13]; [39]). Während ein Großteil der Veröffentlichungen im Bereich Green IS untersucht, wie IS direkt zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen beitragen können, bleibt die Frage nach den konkreten Eigenschaften und Anforderungen eine der zentralen Herausforderungen bei der Gestaltung von Green IS (vgl. [38]). Im Zuge der verstärkten Adoptions- und Diffusionsforschung wurden auf Basis der bestehenden gestaltungsorientierten Forschung (vgl. [19], [33]; [34]; [39]) der Versuch unternommen, die Bedeutung von BUIS Gestaltungsfaktoren zu hinterfragen, um eine Zukunftsorientierung bestehender Modelle zu sichern (vgl. [13]). Auf der Basis einer eher theoretisch fundierten Untersuchung von Gräuler ([13]) aus dem Jahr 2012 wurden 37 Gestaltungsfaktoren identifiziert und auf Ihre praktische Relevanz in der Fleisch verarbeitenden Industrie geprüft (Bild 2).

Erfassung von Umweltinformationen

- Minimaler Aufwand zur Datenerhebung
- Schnittstellen für die Integration vorhandener Daten
- Automatische Erfassung von Verbrauchsdaten
- Aufwand an Informationstechnik zur Datenerfassung
- Aktualität, Validität und Plausibilität von Daten und Berechnungen
- Konsistenz und Nachvollziehbarkeit von Informationen
- Automatische Plausibilitätsprüfung
- Überbetriebliche Vernetzung entlang der Supply Chain

Kommunikation von Umweltinformationen

- Vordefinierte Reports
- Vermeidung von Informationsüberflutung
- Verbrauchsinformationsversorgung zum Benchmarking
- Reiches Angebot an Informationen und Kennzahlen je Fragestellung
- Auswahl des Abstraktionslevels

Nutzung von Umweltinformationen

- Datensicherheit, Schutz vor Datenverlusten
- Unterstützung bei operativen und strategischen Entscheidungen
- Sicherstellung der Einhaltung von Standards und Normen
- Vordefinierte Prozesse und Workflows
- Management zur Berechnung von produktspezifischen Nachhaltigkeitsindikatoren
- Nutzung von Umweltinformationen: Erstellung von Dokumentationen für Audits
- Automatische Generierung von Umweltberichten und Kennzahlen
- Erstellung einer Input-/Output-Bilanz
- Abdeckung der Anforderungen an Stoffstrommanagement
- Abbildung von Inventarlisten und Inventarzyklen
- Sensitivitätsanalysen
- Forecasts und Simulationsunterstützung zur Risikominimierung
- Lieferantenbewertung
- Anonymes Benchmarking mit anderen Organisationen/ Organisationseinheiten

Sonstige

- Erweiterbarkeit (Skalierbarkeit und modularer Aufbau) des IS
- Adaptierbarkeit an vorhandene Software- und Unternehmensinfrastruktur
- Bedienung orientiert sich an etablierter Standardsoftware
- Durchgängige Benutzeroberfläche und einfache Benutzbarkeit
- Gute Dokumentation und Hilfe
- Verschiedene Benutzerrollen mit entsprechenden Berechtigungen
- Ablage und Verfahrensanweisungen, Sicherheitsblättern, Umwelterklärung, Zertifikate
- Umfassende und konfigurierbare Kennzahlen-Cockpits
- Trainingsfunktionalitäten
- Nutzung von energieeffizienten Infrastrukturen (z. B. Virtualisierung, Cloud Computing)

Bild 2: BUIS Gestaltungsfaktoren in der Theorie (eigene Darstellung, in Anlehnung an [13])

Dazu wurden seit 2011 unterschiedliche qualitativ empirische Erhebungen durchgeführt. Eine auf Basis von Fallstudien und Experteninterviews vorgenommene Analyse zur Adoption und Diffusion

von BUIS weist dabei auf die Unsicherheit und mangelnde Automation bei der Erfassung von betrieblichen Umweltinformationen hin. Ebenso wurde die Bedeutung der Verfügbarkeit von Funktionalitäten zur Erfassung und Verarbeitung von Prozessdaten in bestehenden IS Infrastrukturen sowie die Unsicherheit bzgl. der notwendigen Komplexität zukünftiger BUIS Artefakte als Gestaltungsherausforderungen identifiziert (vgl. [3]; [14]). Insbesondere die für den Endkunden wichtige ganzheitliche Erfassung von In- und Outputdaten über die gesamte Lieferkette stellt eine Herausforderung an BUIS der Branche dar (vgl. [22]). Der öffentlichen Druck bzgl. der Validität von kommunizierten Umweltinformationen, gesetzliche Dokumentationspflichten in den komplexen Produktionsprozessen sowie die starke Kostenorientierung von Einkaufsentscheidungen konnten als Eigenheiten der Fleisch verarbeitenden Industrie, mit einem starken Einfluss auf die Adoption und Diffusion von BUIS Artefakten vermutet werden (vgl. [3]). Die Annahme ist naheliegend**,** dass der Funktionsumfang bestehender IT/IS-Infrastrukturen und die Verfügbarkeit von detaillierten Prozess- und Umweltinformationen die Entscheidung zu Adoption von BUIS in Unternehmen stark beeinflusst. Es ergeben sich die folgenden **zentralen Hypothesen:**

Hypothese 1: Es besteht ein Zusammenhang zwischen Funktionen zur Prozessdatenerfassung und –nutzung in den bestehenden IT/IS Infrastrukturen und der Adoption und Diffusion von betrieblicher Green IS.

Hypothese 2: Die unternehmensinterne Bedeutung der bestehenden IT/IS Infrastruktur hat einen positiven Einfluss auf die Adoption und Diffusion von betrieblicher Green IS.

3 Erhebung der Daten

Zur Prüfung der aufgestellten Hypothesen und der branchenspezifischen Bedeutung der in Vorstudien identifizierten BUIS Gestaltungsfaktoren wurde im Juni/Juli 2013 eine quantitative Erhebung in der Fleisch verarbeitenden Industrie durchgeführt. Die sechswöchige Befragung wurde in Form eines Onlinefragebogens erhoben. Eine Grundgesamtheit von 1471 Unternehmen, 1175 aus Deutschland, 270 aus Österreich und 26 aus der Schweiz wurden mit der freundlichen Unterstützung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) und Food Processing Initiative (FPI) eingeladen. Die Grundgesamtheit umfasst alle Unternehmen der Branche (naic code 1013, Fleischverarbeitung) mit einem Umsatz größer 3 Millionen Euro (€). Ausschließlich Führungskräfte aus den Bereichen IT, QM sowie Unternehmens- bzw. Produktionsleitung, wurden persönlich angeschrieben. Bei 158 vollständig beantworteten Fragebögen und einer entsprechenden Rücklaufquote von 10,74% kann von einer aussagekräftigen Umfrage gesprochen werden.

84% der Fragebögen wurden von Unternehmen mit Firmensitz in Deutschland, 12% aus Österreich und 4% aus der Schweiz beantwortet. 57 Unternehmen hatten 3-9 Mio € Umsatz, 33 Unternehmen hatten 10-49 Mio € Umsatz, 38 Unternehmen hatten 50-250 Mio € Umsatz und 30 Unternehmen hatten eine Umsatz von mehr als 250 Mio €. Alle antwortenden Personen beschäftigen sich beruflich mit der Erfassung, Nutzung und Kommunikation von Umweltinformationen. 39% der befragten Personen gaben an, Geschäftsführer oder Mitglied der Geschäftsführung zu sein. 18% besetzen eine Position als Leiter der IT-Abteilung. 10% waren Produktionsleiter. Von den befragten Unternehmen gaben 27% an ein IS zur Erfassung und Nutzung von Umweltinformationen zu verwenden. Dagegen nutzen 73% kein System zur Verarbeitung umweltrelevanter Daten und Informationen.

4 Forschungsergebnisse

Die Relevanz der in Bild 2 dargestellten theoretischen Gestaltungsfaktoren wurde mit Hilfe einer Likert-Skala mit metrischem Skalenniveau (1=„sehr gering“ bis 5=„sehr hoch“) praktisch abgefragt. 22 Faktoren konnten identifiziert werden, deren Relevanz überwiegend als „hoch“ oder „sehr hoch“ (Modalwert ≥ 4) beurteilt wurde (Tabelle 2). Um eine weiter Dimensionsreduzierung zu erhalten, wurde für die verbleibenden 22 Faktoren eine Faktorenanalyse durchgeführt. Als Faktorenextraktionsverfahren wurde die Hauptkomponentenanalyse gewählt. Mit einem KMO-Wert von 0,940 kann im vorliegenden Fall davon ausgegangen werden, dass sich die Daten sehr gut (KMO-Koeffizient ≥ 0,9) zur Durchführung einer Faktorenanalyse eigenen. Die Faktorenanalyse über die verbleibenden 22 Faktoren ergab nach dem Kaiser-Kriterium eine Extraktion von drei Komponenten (Eigenwerte > 1). Die drei extrahierten Komponenten erklären 69,68% der Gesamtvarianz. Dabei werden 28,82% durch die erste, 21,49% durch die zweite und 19,37% durch die dritte Komponente erklärt. Zur Überprüfung der Ergebnisse wurde eine Reliabilitätsanalyse durchgeführt und die Methode der internen Konsistenz verwendet. Als Maß wurde Cronbachs α verwendet. Alle durch die Faktorenanalyse extrahierten Komponenten weisen Werte über 0,8 auf und können daher als akzeptabel betrachtet werden (vgl. [36]).

Komponente	Anzahl der Items	Cronbachs Alpha
1	9	,944
2	7	,916
3	6	,899

Tabelle 1: Reliabilitätsanalyse der extrahierten Komponenten

Zur inhaltlichen Interpretation der Komponenten wurden die Faktorladungen der rotierten Komponentenmatrix herangezogen. Ladungen ≥ 0,5 werden einer Komponente zugeordnet. Weist ein Faktor mehr als eine Komponentenladung ≥ 0,5 auf, ist er für die Interpretation jeder betreffenden Komponente heranzuziehen (vgl. [1]). Tabelle 2 zeigt die rotierte Komponentenmatrix. Die hinterlegten Werte werden zur inhaltlichen Interpretation der extrahierten Komponenten verwendet.

Gestaltungsfaktoren mit überwiegend „hoher“ oder „sehr hoher“ praktischer Relevanz	Komponente		
	1	2	3
Minimaler Aufwand zur Datenerhebung	,655	,164	,460
Schnittstellen für die Integration vorhandener Daten	,456	,282	,525
Automatische Erfassung von Verbrauchsdaten	,520	,230	,650
Aufwand an Informationstechnik zur Datenerfassung	,462	,116	,533
Aktualität, Validität und Plausibilität von Daten und Berechnungen	,157	,246	,841
Konsistenz und Nachvollziehbarkeit von Informationen	,160	,247	,848
Automatische Plausibilitätsprüfung	,160	,276	,809
Unterstützung bei operativen und strategischen Entscheidungen	,291	,734	,249
Sicherstellung der Einhaltung von Standards und Normen	,166	,661	,463
Vordefinierte Prozesse und Workflows	,423	,676	,190
Management zur Berechnung von produktspezifischen Nachhaltigkeitsindikatoren	,291	,769	,225
Erstellung von Dokumentationen für Audits	,376	,744	,120
Automatische Generierung von Umweltberichten und Kennzahlen	,499	,738	,102
Erstellung einer Input-/Output-Bilanz	-,004	,724	,338
Vordefinierte Reports	,752	,291	,198
Vermeidung von Informationsüberflutung	,795	,168	,109
Erweiterbarkeit (Skalierbarkeit und modularer Aufbau) der IS	,661	,318	,300
Adaptierbarkeit an vorhandene Software- und Unternehmensinfrastruktur	,769	,285	,294
Bedienung orientiert sich an etablierter Standardsoftware	,841	,247	,210
Durchgängige Benutzeroberfläche und einfache Benutzbarkeit	,841	,246	,243
Gute Dokumentation und Hilfe	,781	,316	,073
Umfassende und konfigurierbare Kennzahlen-Cockpits	,357	,442	,388

Tabelle 2: Faktorenanalyse der praktisch relevanten BUIS Gestaltungsfaktoren

Komponente 1 fasst anwenderorientierte Gestaltungsaspekte zusammen. Dazu zählen einerseits Faktoren wie die Orientierung an Standardsoftware, die Verfügbarkeit von Dokumentationen und Hilfen, die Vermeidung von Informationsüberflutung sowie das Vorhandensein automatisierter und vordefinierter Prozesse. Andererseits beinhaltet sie mit der Erweiterbarkeit und Adaptierbarkeit Aspekte der Implementierung von BUIS. Komponente 1 wird daher als „Implementierung und Bedienung“ überschrieben. **Komponente 2** beinhaltet Faktoren wie die Erstellung von Audits, die Generierung von Berichten und Kennzahlen, die Sicherstellung der Einhaltung von Standards und Normen und andere mit dem Umweltmanagement assoziierte prozessunterstützende Merkmale. Die Faktoren innerhalb von Komponente 2 lassen sich somit unter dem Gesichtspunkt „Prozess- und Umweltmanagementunterstützung“ zusammenfassen. **Komponente 3** umfasst technologische Faktoren, die die (automatisierte) Erfassung und Verarbeitung von Daten und Informationen beschreiben. Die in Komponente 3 zusammengefassten Faktoren können daher unter dem Aspekt der „Datenerfassung und Datenverarbeitung“ subsumiert werden.

Das Ergebnis der Faktorenanalyse (Bild 3) zeigt, dass der Nutzen von BUIS Artefakten in den befragten Fleisch verarbeitenden Unternehmen wesentlich in der Unterstützung von nachhaltigen Geschäftsprozessen sowie im Bereich des Umweltmanagements liegt. Bei der Entwicklung von branchenspezifischen Lösungen, ist daher das Augenmerk insbesondere auf prozessunterstützende Funktionalitäten für die externe Berichterstattung zu legen. Dieses Ergebnis impliziert erneut, dass die Überwindung, der in der Literatur thematisierten rein operativen Ausrichtung von Artefakten, ein

wesentliches technologisches Gestaltungsziel der Branche ist. Neben der zielorientierten Ausrichtung scheint weiterhin der Abbau von Implementierungs- und Nutzungsbarrieren erforderlich. In der mittelständisch geprägten und somit finanziell und personell eher schlecht ausgestatteten Branche erscheint die Erstellung von Lösungen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) eine besondere Herausforderung. Das Ergebnis der Faktorenanalyse zeigt, dass die damit verbundenen branchenspezifischen Herausforderungen vor allem im Bereich der einfachen Implementierung und Bedienung von BUIS liegen. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den Einsatz von betrieblicher Green IS/BUIS in der Fleisch verarbeitenden Branche ist daher die Berücksichtigung komplexitätsreduzierender Faktoren innerhalb des Entwicklungsprozesses. In Analogie zu der geringeren personellen Ausstattung, der überwiegend aus KMU bestehenden Unternehmen der Branche, zeigt sich ebenfalls der Bedarf eines hohen Automatisierungsgrades bei gleichzeitiger Konsistenz und Nachvollziehbarkeit der Informationen. Dies erlaubt die Erfassung und Verarbeitung von umweltrelevanten Daten und Informationen bei möglichst geringem Zeitaufwand und damit die Konzentration auf die Kernprozesse der unternehmerischen Wertschöpfung.

Implementierung und Bedienung	Prozess- und Umweltmanagementunterstützung	Datenerfassung und Datenverarbeitung
Minimaler Aufwand zur Datenerhebung	Unterstützung bei operativen und strategischen Entscheidungen	Schnittstellen für die Integration vorhandener Daten
Vordefinierte Reports	Sicherstellung der Einhaltung von Standards und Normen	Automatische Erfassung von Verbrauchsdaten
Vermeidung von Informationsüberflutung	Vordefinierte Prozesse und Workflows	Aufwand an Informationstechnik zur Datenerfassung
Erweiterbarkeit (Skalierbarkeit und modularer Aufbau) des IS	Management zur Berechnung von produktspezifischen Nachhaltigkeitsindikatoren	Aktualität, Validität und Plausibilität von Daten und Berechnungen
Adaptierbarkeit an vorhandene Software- und Unternehmensinfrastruktur	Erstellung von Dokumentationen für Audits	Konsistenz und Nachvollziehbarkeit von Informationen
Bedienung orientiert sich an etablierter Standardsoftware	Automatische Generierung von Umweltberichten und Kennzahlen	Automatische Plausibilitätsprüfung
Gute Dokumentation und Hilfe	Erstellung einer Input-/Output-Bilanz	
Automatische Erfassung von Verbrauchsdaten		
Durchgängige Benutzeroberfläche und einfache Benutzbarkeit		

Bild 3: Ergebnis der Faktorenanalyse

Zur Prüfung von Hypothese 1 wurde hinterfragt, ob in den 42 Unternehmen, die Green IS adoptiert haben, ERP, MES, Lagerverwaltungssysteme sowie Sensornetzwerke eingesetzt werden. Es kann eine positive Korrelation zwischen dem Einsatz von betrieblicher Green IS und dem Einsatz von ERP- und MES- Systemen sowie Sensornetzwerken nachgewiesen werden. Hypothese 1 kann jedoch nur teilweise bestätigt werden, da zwischen dem Einsatz von Lagerverwaltungs- bzw. MES-systemen und der Nutzung von Green IS keine signifikante Korrelation festzustellen ist. Jedoch scheint eine starke Prozessintegration durch vorhandene IT/IS Infrastrukturen in Form von ERP- und Sensornetzwerken mit der Green IS Adoption in der Fleisch verarbeitenden Industrie in Zusammenhang zu stehen.

		ERP-System	MES-System	Lagerverwaltungs-System	Sensornetzwerk
Nutzung von Green IS	Korrelationskoeffizient (Pearson)	,157*	,137	,066	,333**
	Sig. (2-seitig)	,048	,085	,411	,000

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig). **. Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Bild 4: Analyse der Hypothese 1

Hypothese 2 vermutet einen Zusammenhang zwischen der Bedeutung der IT/IS Infrastruktur im Unternehmen und der Adoption von betrieblicher Green IS.

		Bedeutung von IT/IS im beruflichen Alltag	Erfahrung mit der Einführung von IT/IS
Nutzung von Green IS	Korrelationskoeffizient (Pearson)	,241**	,356**
	Sig. (2-seitig)	,002	,000

**. Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Bild 5: Analyse der Hypothese 2

Hypothese 2 kann aufgrund der signifikanten Korrelation zwischen der Nutzung von Green IS und den Variablen „Bedeutung von IT/IS im beruflichen Alltag“ bzw. „Erfahrung mit der Einführung von IT/IS“ bestätigt werden. Damit scheint eine starke Nutzung der bestehenden IT/IS Infrastruktur sowie intern verfügbares IT/IS Fachwissen mit der Green IS Adoption in der Fleisch verarbeitenden Industrie zusammenzuhängen.

5 Zusammenfassung und Fazit

Der vorliegende Beitrag identifiziert 22 Gestaltungsfaktoren für BUIS Artefakte mit einer praktisch hohen Relevanz in der Fleisch verarbeitenden Industrie. Die Faktoren lassen sich den Gestaltungsbereichen Implementierung (Erweiterbarkeit & Anpassbarkeit), Bedienung (Orientierung an Standardsoftware & Benutzeroberfläche), Erfassung und Verarbeitung (Automatisierung, Konsistenz & Transparenz) sowie strategische Ausrichtung (Compliance & proaktive Prozessunterstützung) zuordnen. Der vorgenommene Abgleich zwischen Theorie und Praxis legt eine verbesserungswürdige Ausgestaltung von BUIS Artefakten hinsichtlich Ihrer Branchentauglichkeit und Ihrer Kosteneffizienz als Forschungsbedarf offen.

Die Arbeit zeigt auf, dass die Adoption und Diffusion von BUIS Artefakten in der Fleisch verarbeitenden Industrie von der bestehenden IT/IS Infrastruktur abzuhängen scheint. Somit ist die Inklusion der bestehenden IT/IS Infrastruktur in die praktische Ausgestaltung und Weiterentwicklung von betrieblichen Green IS empfehlenswert. Neben der bereits in der Literatur dargestellten Faktoren der Kompatibilität, Komplexität und Ressourcenverfügbarkeit ergibt sich - durch die bestehenden Funktionalitäten zur Prozessdatenerfassung – ein weiterer bedeutender Einflussfaktor auf die Adoption und Diffusion von Green IS. Weiterführender Forschungsbedarf besteht somit in der Differenzierung der technischen Dimension des TOE Frameworks.

Die dargestellten Gestaltungsfaktoren und –herausforderungen können von Wissenschaft und Praxis, insbesondere den Anbietern und Nutzern branchenspezifischer Softwarelösungen, als Orientierung zur Ausgestaltung von Green IS Artefakten genutzt werden. Die vorgenommene Analyse wird jedoch

durch Ihren Umfang limitiert und sollte verfeinert werden. Es ist zu vermuten, dass weitere Faktoren wie bspw. zu erwartende Schnittstellenaufwände oder Unklarheiten bzgl. notwendiger Funktionalitäten sowie IT/IS- Fachwissen und Implementierungs-Know How die Adoption von betrieblicher Green IS beeinflussen. Des Weiteren wäre die Analyse der Relationen zwischen den einzelnen Dimensionen in der Fleisch verarbeitenden Industrie interessant. Da in vielen Unternehmen kein eindeutiger Ansprechpartner für Green IS Thematiken verfügbar ist, was inhaltliche Ungenauigkeiten möglich macht, ergibt sich eine weitere Limitation der Arbeit. Eine dedizierte Befragung von Green IS Verantwortlichen wäre wünschenswert.

6 Literatur

[1] Backhaus, K; Erichson, B; Plinke, W; Weiber, R (2006): Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung, 11. Aufl., Springer, Berlin-Heidelberg.

[2] Baker, J (2012): The Technology-Organization-Environment Framework. In: Dwivedi, YK., Wade, MR; Schneberger, SL (Hrsg.), Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society, New York-Dordrecht-Heidelberg-London:231-245.

[3] Beckers, C; Marz, O; Kolbe, LM (2013): Investing in Sustainability: A Practice-Oriented Approach to Analyze IT-Investments in Sustainability Reporting Systems. International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD), 4(2):100-122.

[4] Bose, R; Luo, X (2011): Integrative framework for assessing firms potential undertake Green IT initiatives via virtualization- A theoretical perspective. Journal of Strategic Information Systems 20:38-54.

[5] Boudreau, MC, Chen, AJ; Huber, M (2008): Green IS: Building Sustainable Business practices. In Watson, RT (Hrsg.), Information Systems: A Global Text. Derived from http://globaltext.terry.uga.edu/node/21 Abgerufen am 6.9.2013.

[6] Butler, T; McGovern, D (2009): A conceptual model and IS framework for the design and adoption of environmental compliance management systems. Information System Frontier 14: 221–235.

[7] Chen, A; Boudreau, MC; Watson, RT (2008): Information systems and ecological sustainability. Journal of Systems and Information Technology 10(3):186-201.

[8] Chen, AJ; Watson, RT; Boudreau, MC; Karahanna, E (2010): An Institutional perspective on the adoption of Green IS. Australasian Journal of Information Systems 17(1):23-45.

[9] Dedrick, J (2010): Green IS: concepts and issues for information systems research. Communications of the Association for Information Systems 27(1):11-18.

[10] El-Gayar, O; Fritz, BD (2006): Environmental Management Information Systems (EMIS) for Sustainable Development: A Conceptual Overview. Communications of the Association for Information Systems 17(1), Article 34.

[11] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2006): Livestock's Long Shadow—Environmental Issues and Options. FAO, Rome.

[12] González, PdR (2005): Analyzing the factors influencing clean technology adoption: A Study of the Spanish pulp and paper industry, Business Strategy and the Environment 14(1): 20-37.

[13] Gräuler, M; Teuteberg, F; Mahmoud, T; Gómez, JM (2012): Anforderungspriorisierung und Designempfehlungen für Betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation – Ergebnisse einer explorativen Studie. In: Mattfeld, DC; Robrabissantz, S (Hrsg.), In: *Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2012*, Braunschweig, Technische Universität Braunschweig: 1531-1543.

[14] Hilpert, H; Beckers, C; Kolbe, LM; Schumann, M (2013): Green IS for GHG emission reporting on product-level? An action design research project in the meat industry. In: Vom Brocke, J;,Ram, S; Rossi, M (Hrsg.), In: *Proceedings of DESRIST 2013*, Helsinki.

[15] Ijab, M; Molla, A; Cooper, V (2012): Green Information Systems (Green IS) Practice in Organisation: Tracing its Emergence and Recurrent Use. In: Proceedings of AMCIS 2012,Seattle.

[16] Isenmann, R; Gómez, JM; Süpke, D (2011): Making Stakeholder Dialogue for Sustainability Issues Happen – Benefits, Reference Architecture and Pilot Implementation for Automated Sustainability Reporting à la Carte. In: Sprague, RH (Hrsg.), *Proceedings of the 44th Annual Hawaii International Conference on System Science 2011 (HICSS 44)*, Poipu, Kauai, Hawaii, IEEE Computer Society, Los Alamitos, California: 1-11.

[17] Jamous, N; Dahma, AM; Isaac, A (2012): Green Logistics' Tools as Corporate Environmental Management Information Systems (CEMIS). In: Arndt, HK; Knetsch, G; Pillmann, W (Hrsg.), *Proceedings of the 26th International Conference on Informatics – Informatics for Environmental Protection, Sustainable Development & Risk Management*, Umweltbundesamt, Dessau:707-717.

[18] Jenkin, TA; Webster, J; McShane, L (2011): An agenda for 'Green' information technology and system research. Information and Organization 21:17-40.

[19] Junker, H; Marx Gomez, JM; Lang, CV (2010): Betriebliche Umweltinformationssysteme, In: Schumann, M; Kolbe, LM; Breitner, MH; Frerichs, A (Hrsg.), *Proceedings der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2010)*, Göttingen, Universität Göttingen:1045-1062.

[20] Lenox, M; King, A; Ehrenfeld, J (2000): An assessment of design-for-environment practices in leading U.S. electronics firms. Interfaces, 30: 83−94.

[21] Leyh, C; Krischke, A; Strahringer, S (2011): Nachhaltigkeit in deutschen Unternehmen: Die Herausforderungen der Implementierung eines unternehmensweiten Nachhaltigkeitsmanagements, ERP Management, 7(4): 56-58.

[22] Loos, P; Nebel, W; Marx Gómez, J; Hasan, H; Watson, RT; vom Brocke, J; Seidel, S (2011): Green IT: Ein Thema für die Wirtschaftsinformatik?. Wirtschaftsinformatik 53(4):239-247.

[23] Maennel, A (2013): Fleischatlas: Daten und Fakten über Tiere als Nahrungsmittel 2013. http://www.boell.de/downloads/2013-01-Fleischatlas.pdf, Abgerufen am 6.9.2013

[24] Manning, C (2007): Facilitating and enabling global change: Towards a model of knowledge-based paradigm shift. Paper presented at the *18th Australasian Conference on Information Systems*, Toowoomba.

[25] Melville, P (2010): Information systems innovation for environmental sustainability. MIS Quarterly, 34(1): 1-21.

[26] Molla, A (2008): GITAM: A Model for the Adoption of Green IT. In: *Proceedings of the 19th Australasian Conference on Information Systems (ACIS)*, Christchurch, New Zealand.

[27] Molla, A (2009): Organizational Motivations for Green IT: Exploring Green IT Matrix and Motivation Models. In: *Proceedings of PACIS* 2009, Hyderabad, India.

[28] Molla, A; Cooper, V (2009): Green IT readiness: A framework and preliminary proof of concept. *Australasian Journal of Information Systems*, 16(2):5 – 23.

[29] Moore, AM (2002): A Strategic, Systems Approach to Understanding Environmental Management Information Systems. Environmental Quality Management, 11(4): 65 – 73.

[30] Olson, EG (2008): Creating an enterprise-level "green" strategy", The Journal of Business Strategy, 29(2): 22-30.

[31] Ortwerth, K; Teuteberg, F (2012): Green IT/IS Forschung – Ein systematischer Literaturreview und Elemente einer Forschungsagenda. In: Mattfeld, DC; Robrabissantz, S (Hrsg.), *Proceedings der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012*, Braunschweig, Technische Universität Braunschweig: 1501-1513.

[32] Page, B; Rautenstrauch, C (2001): Environmental informatics – methods, tools and applications in environmental information processing. In: Rautenstrauch, Patig (Hrsg.), Environmental information systems in industry and public administration, Hershey, London:2-13.

[33] Perl, E (2006): Implementierung von Umweltinformationssystemen – Industrieller Umweltschutz und die Kommunikation von Umweltinformationen in Unternehmen und in Netzwerken, Wiesbaden, Deutscher Universitäts-Verlag.

[34] Rautenstrauch, C (1999): Betriebliche Umweltinformationssysteme – Grundlagen, Konzepte und Systeme, Springer, Berlin.

[35] Rogers, EM (1995): Diffusion of innovation. 4th edition. The free press, New York.

[36] Schnell, R; Hill, PB; Esser, E (2008): Methoden der empirischen Sozialforschung, 7. Aufl., Oldenbourg, München-Wien.

[37] Setterstrom, A (2008): The natural resource-base view of a firm: Strategic opportunities in IT. Paper presented at the Annual Academy of Management Meetings, Anaheim, CA.

[38] Seidel, S, Recker, J, vom Brocke, J (2013): Sensemaking and Sustainable Practicing: Functional Affordances of Information Systems in Green Transformations. MIS Quarterly 37(4): 1275-1300.

[39] Teuteberg, F; Marx-Gómez , JM (2010): Green Computing & Sustainability – Status Quo und Herausforderungen für betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation. In: *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik* 47 (274): 6-17.

[40] Tornatzky, LG; Fleischer, M (1990): The Processes of Technological Innovation. Lexington Books, Lexington, MA.

[41] Venkatesh, V; Bala, H (2008): Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda in Interventions, Decision Science, 39 (2).

[42] Vom Brocke, J; Seidel, S (2012): Environmental Sustainability in Design Science Research: Direct and Indirect Effects of Design Artifacts. In: *Proceedings of DESRIST 2012*, Las Vegas, Nevada: 294-308.

[43] Watson, RT; Boudreau, M; Chen, A (2010): Information Systems and Environmentally Sustainable Development: Energy Informatics and New Directions for the Is Community. *MIS Quarterly* 34(1):23-38.

Bestimmung des Energieverbrauchs von Geschäftsprozessen auf mobilen Workstations: Konzept, Implementierung und Ergebnisse einer Laborfallstudie

Markus Reiter, Peter Fettke, Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: *vorname.nachname*@iwi.dfki.de

Abstract

Prozessteilnehmern liegen in der Regel nur wenige Informationen zum Energieverbrauch von Geschäftsprozessen und von genutzten Softwareapplikationen vor. Dies gilt insbesondere für Geschäftsprozesse, die auf lokalen Workstations ausgeführt werden. In diesem Beitrag werden daher ein Integrationskonzept und ein Softwareprototyp entwickelt, mit denen der Energieverbrauch lokal ausgeführter Geschäftsprozesse ermittelt und analysiert werden kann. In einer Laborfallstudie wird anhand zweier ausgewählter Geschäftsprozesse demonstriert, wie mit Hilfe des Prototyps der Energieverbrauch gemessen, prozessspezifische Energieverbrauchsprofile erstellt und Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs abgeleitet werden können. Im gegebenen Szenario konnten effektive Maßnahmen sowohl für die betrachtete Hardware, als auch für die Ebene der Software und für die Geschäftsprozessebene identifiziert werden.

1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Grünes Geschäftsprozessmanagement (grünes GPM) soll neben etablierten Zielgrößen, wie Zeit, Qualität und Kosten künftig auch ökologische Zielsetzungen unterstützen [6]. Dazu sind Methoden und Verfahren zu entwickeln, mit denen ökologisch relevante Kenngrößen erhoben, verarbeitet und zur Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen genutzt werden können [3]. Dies setzt jedoch nicht nur die vollumfängliche Identifikation der ökologisch relevanten Bezugsobjekte voraus. Vielmehr müssen diese gemessen und den einzelnen Funktionen eines Geschäftsprozesses nachvollziehbar und verursachungsgerecht zugeordnet werden. Messungen von ökologisch relevanten Bezugsobjekten, wie etwa des Energieverbrauchs, sind in der Praxis zwar möglich, werden in der Regel aber nur für physisch vorhandene Systeme durchgeführt, nicht jedoch für Geschäftsprozesse.

Können verursachungsgerechte Zuordnungen zwischen ökologisch relevanten Bezugsobjekten und ausgeführten Geschäftsprozessen vorgenommen werden, lassen sich ökologiebezogene Verbrauchs- und Emissionsprofile ableiten, die dann wiederum als Ausgangspunkt für die Entwicklung ökologischer Verbesserungsmaßnahmen dienen. Dies setzt allerdings die Entwicklung eines Integrationskonzeptes voraus, mit dem ökologisch relevante Kenngrößen den auslösenden Funktionen eines Geschäftsprozesses verursachungsgerecht zugeordnet werden können.

Die gegebene Problemstellung soll im Rahmen dieser Arbeit anhand eines spezifischen Szenarios gelöst werden. Dazu werden Geschäftsprozesse betrachtet, die auf lokalen IT-Ressourcen ausgeführt werden. Als ökologisches Bezugsobjekt wird der Energieverbrauch dieser lokalen IT-Ressourcen gewählt. Es wird ein Integrationskonzept entwickelt, mit dessen Hilfe der Energieverbrauch der betrachteten lokalen IT-Ressourcen erhoben und den verursachenden Geschäftsprozessen und Softwareapplikationen verursachungsgemäß zugeordnet werden kann. Dieses Konzept wird prototypisch implementiert und in einer Laborfallstudie auf zwei Geschäftsprozesse angewandt. Es wird demonstriert, wie die Energieverbrauchsprofile dieser Geschäftsprozesse erstellt werden können und wie sich daraus Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs ableiteten lassen.

Die Arbeit ist somit gestaltungsorientiert ausgerichtet. Auf Basis der gestellten Forschungsfrage werden ein Integrationskonzept, eine Messmethode sowie ein Softwareprototyp entwickelt. Diese werden in einer Laborfallstudie anhand von zwei Geschäftsprozessen evaluiert.

Der Fokus liegt auf einem Teilaspekt des grünen GPMs, da die betrachteten Geschäftsprozesse als rein administrative Geschäftsprozesse eingeordnet werden können. Diese greifen neben menschlicher Arbeitskraft ausschließlich auf IT-Ressourcen und die eingesetzte Energie zurück. Trotz dieser Einschränkung erscheint das betrachtete Szenario aus zwei Gründen als relevant. Zunächst sind administrative, auf lokaler Informationstechnik basierende Geschäftsprozesse weltweit in großer Zahl verbreitet, wobei gleichzeitig keine Transparenz bezüglich der benötigten Energie besteht. Darüber hinaus kann in diesem Szenario die konzeptionelle Integration von Geschäftsprozessen und Ressourcen für einen Spezialfall demonstriert werden. Die entwickelte Lösung soll durch Abstraktion der Ergebnisse zu einem allgemeingültigen Integrationskonzept weiterentwickelt werden.

Der Beitrag ist wie folgt strukturiert. Nach dieser Einleitung wird in Abschnitt 2 der Stand der Forschung zu grünem GPM und grüner Software vorgestellt. In Abschnitt 3 werden das Integrationskonzept sowie die Architektur und Implementierung des Softwareprototyps präsentiert. Die Anwendung des Softwareprototyps in der Laborfallstudie ist Gegenstand von Abschnitt 4. Mit Abschnitt 5 folgen die Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse sowie der Ausblick auf die weitere Forschung.

2 Stand der Forschung und verwandte Arbeiten

Seit ca. 2007 ist ein zunehmendes Interesse an der Forschung zu einer ökologisch ausgerichteten Gestaltung von Informationstechnologie feststellbar [6]. Eine der ersten Vokabeln, Green IT, steht für den ökologisch ausgerichteten Entwurf, die Produktion, den Betrieb und die Wiederverwendung von Hardware [8]. Der Begriff ist stark praxisdominiert und in seiner Konzeptualisierung unscharf. Im Rahmen der genannten Definition ist der Fokus auf die ökologisch orientierte Gestaltung von Hardware feststellbar. Andere Quellen gehen an dieser Stelle erheblich weiter und betonen die Notwendigkeit einer Integration in den Kontext von Organisationen und Geschäftsprozessen [10, 12]. Eine entsprechende Erweiterung wurde mit der Idee grüner Informationssysteme (Green IS) geschaffen. In Analogie zum Konzept des Informationssystems werden dadurch Personen, Prozesse, Software und Organisationsstrukturen berücksichtigt, um ökologische Ziele umzusetzen [12]. Grünes Geschäftsprozessmanagement (grünes GPM) ist eng verwandt mit Green IS. Grünes GPM betont die Koordinationsfunktion von Geschäftsprozessen für die Steuerung betrieblicher Abläufe, nutzt aber auch die Methodenvielfalt des GPM, die sich für die Integration und das Management von ökologischen Zielen in Organisationen nutzen lassen. Insbesondere soll grünes GPM die Effektivität von Green IS erhöhen [6]. Grüne Geschäftsprozesse werden definiert als Geschäftsprozesse, die einen Wert für Organisationen erzeugen und gleichzeitig minimale Auswirkungen auf die Umwelt haben [10]. Die Forschungsagenda für grünes GPM umfasst die Entwicklung ökologisch orientierter Prozessgestaltungsmethoden, Verfahren für die Prozessimplementierung, Messmethoden zur Erfassung ökologisch relevanter Kenngrößen sowie nachhaltigkeitsorientierte Methoden der Prozessanpassung und der Prozessneugestaltung [6]. Als mögliche Forschungsmethoden wurden die Entwicklung von passenden Modellen und Artefakten genannt. Zwischenergebnisse können in der Entwicklung von grüner Software bestehen. Zur Evaluation können beispielsweise experimentelle Simulationen zur Anwendung kommen [7].

Im folgenden Kapitel wird gezeigt werden, dass die Integration des Energieverbrauchs von lokalen IT-Ressourcen und lokalen, IT-basierten Geschäftsprozessen mit Hilfe der verwendeten Softwareapplikationen erfolgen kann. Dazu soll auf Arbeiten zurückgegriffen werden, in denen Konzepte zur Bestimmung des Energieverbrauchs von IT-Komponenten sowie ausgeführter Software entwickelt wurden [1, 2, 4, 11]. Zur softwarebasierten Ermittlung des Energieverbrauchs von IT-Komponenten und Softwareapplikationen wird in diesen Arbeiten auf Performance-Sensoren zurückgegriffen [11]. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass Sensoren zur direkten Messung des Energieverbrauchs von IT-Komponenten im Regelfall nicht vorhanden sind. Performance-Sensoren, mit denen die Auslastung einzelner IT-Komponenten ausgelesen werden kann, sind hingegen für alle Rechnertypen verfügbar. Es wurde gezeigt, dass der Energieverbrauch einer IT-Komponente in Näherung sehr gut über ihre Auslastung bestimmt werden kann [1]. Als wesentlich für den Energieverbrauchs eines Gesamtsystems wurden die IT-Komponenten CPU, Arbeitsspeicher, Festplatte und Netzwerkadapter identifiziert [2]. Gemessen werden muss lediglich der Energieverbrauch des Gesamtsystems. In Arbeitsplatzszenarien kann dies nur für den Spezialfall von mobilen Workstations vorgenommen werden. Diese verfügen über Sensoren zur Ermittlung der Entladungsrate der eingebauten Batterie. Mittels geeigneter Schnittstellen und Software-APIs können sowohl der Gesamtenergieverbrauch, als auch die Auslastungswerte der IT-Komponenten ausgelesen und der jeweils anteilige Energieverbrauch von IT-Komponenten und Softwareapplikationen berechnet werden [4].

3 Integrationskonzept und prototypische Implementierung

3.1 Lokale Geschäftsprozesse und IT-Ressourcen

In der Ausgangssituation wurde die Notwendigkeit betont, benötigte (IT-) Ressourcen den auslösenden Funktionen in einem Geschäftsprozess zuordnen zu können. Für das gewählte Szenario von IT-basierten, lokal ausgeführten Geschäftsprozessen ist somit eine Zuordnung des Energieverbrauchs der Hardware zu den verursachenden Softwareapplikationen und den auslösenden Funktionen des Geschäftsprozesses vorzunehmen. Diese Zuordnung kann mit Hilfe eines einfachen 3-Ebenen-Modells hergestellt werden, welches aus Arbeiten zur Unternehmensmodellierung abgeleitet werden kann [9]. Ebene 1 umfasst in diesem Fall den Geschäftsprozess. Der Ebene 2 werden die Softwareapplikationen zugeordnet, die zur Ausführung des Geschäftsprozesses benötigt werden. Die benötigte Hardware und die für den Betrieb der Hardware notwendige Energie bilden Ebene 3.

Der Energieverbrauch kann nur für Gesamtsysteme auf Ebene 3 direkt gemessen werden. Für einzelne IT-Komponenten auf Ebene 3 (wie etwa CPU oder Festplatte) sowie für alle Elemente auf den Ebenen 2 und 1 muss eine passende Verknüpfung hergestellt werden.

Für jede Funktion eines Geschäftsprozesses kann angenommen werden, dass diese auf mindestens eine Softwareapplikation zurückgreift. Softwareapplikationen wiederum unterstützen mindestens eine Funktion des zugrundeliegenden Geschäftsprozesses. Eine Softwareapplikation benötigt außerdem mindestens eine IT-Ressource, welches aus verschiedenen IT-Komponenten besteht. Eine IT-Ressource kann von mindestens einer Softwareapplikationen in Anspruch genommen werden. Die Ebenen Geschäftsprozess (Ebene 1), Softwareapplikationen (Ebene 2) und IT-Ressourcen (Ebene 3), sind folglich jeweils über n:m-Relationen miteinander verbunden.

Nachdem die drei verschiedenen Ebenen des Integrationsmodells festgelegt wurden und die bestehenden n:m-Relationen zwischen diesen Ebenen identifiziert wurden, muss nun eine Kopplung zwischen den Ebenen erfolgen. Für die Ebenen 3 und 2 soll ein Softwareprototyp entwickelt werden, der mit Hilfe bestehender Energieverbrauchsmodelle den auf Ebene 3 gemessenen Energieverbrauch den Softwareapplikationen auf Ebene 2 automatisiert zuordnen kann. Die Kopplung von Ebene 2 und Ebene 1 soll mit Hilfe der Geschäftsprozessmodelle vorgenommen werden. Für einfache Geschäftsprozesse kann dies mittels externer Analysewerkzeuge und unter Nutzung einer manuellen Schnittstelle erfolgen. Die aufgezeichneten Daten der Softwarenutzung werden dazu mit Hilfe der Prozessmodelle den einzelnen Funktionen des zugrundeliegenden Geschäftsprozesses zugeordnet.

3.2 Verwendetes Energieverbrauchsmodell

Im Stand der Forschung wurden bestehende Konzepte zur Bestimmung des Energieverbrauchs von IT-Komponenten und Software eingeführt, beispielsweise für Arbeitsplatzsysteme [11] oder Server [1, 2]. Es wurde nachgewiesen, dass sich der Energieverbrauch eines Rechners sehr gut als lineare Funktion aus dessen Auslastung bestimmen lässt [2]. Zu diesem linear von der Auslastung abhängenden Anteil ist außerdem ein auslastungsunabhängiger Anteil zu addieren. Der auslastungsunabhängige Anteil wird als statischer Systemverbrauch bezeichnet und tritt selbst dann auf, wenn der Rechner keine Operationen durchführt (idle). Er kann nur durch bessere Hardwareeffizienz vermindert werden, nicht aber durch verändertes Anwenderverhalten. Die vollständige Formel zur Berechnung des Energieverbrauchs eines Arbeitsplatzsystems über einen gegebenen Zeitraum T ist in Gleichung (1) dargestellt.

$$W(T)_{\text{Arbeitsplatz}} = \left(\sum_{t=0}^{T} P_{\text{statisch}} + \gamma_{\text{CPU}} * \text{Auslastung}_{\text{CPU}}(t) + \gamma_{\text{Festplatte}} * \text{Transfer}_{\text{Festplatte}}(t) + \gamma_{\text{Speicher}} * \text{Fehler}_{\text{Speicher}}(t) + \gamma_{\text{Netzwerk}} * \text{Transfer}_{\text{Netzwerk}}(t) + \gamma_{\text{Monitor}} * \text{Helligkeit}_{\text{Monitor}}(t)\right) * \Delta t \quad (1)$$

Der auslastungsabhängige Anteil wird in der gegebenen Formel auf Grundlage derjenigen IT-Komponenten errechnet, welche als wesentliche Energieverbraucher identifiziert wurden. Dies sind neben der CPU, die Festplatte, der Arbeitsspeicher, der Netzwerkadapter sowie der Monitor [4]. Die entsprechenden direkt messbaren Auslastungsgrößen sind die CPU-Auslastung, die transferierten Bytes zwischen Arbeitsspeicher und Festplatte, die Anzahl der Seitenfehler im Arbeitsspeicher, die übertragenen Bytes zwischen System und Netzwerkadapter sowie die eingestellte Helligkeit des Monitors [4]. Für die Berechnung des Energieverbrauchs werden außerdem systemspezifische Koeffizienten (Gammafaktoren) benötigt, die mit Hilfe einer einmalig durchzuführenden Kalibrierung und einer Regressionsrechnung ermittelt werden müssen.

Auslastungsinformationen lassen sich nicht nur für eine spezifische IT-Komponente auslesen, sie werden ebenso für die Softwareprozesse (tasks) bereitgestellt, die mit Unterstützung der jeweiligen IT-Komponente ausgeführt werden. Der Energieverbrauch dieser Softwareprozesse kann berechnet werden, indem der Gesamtenergieverbrauch der betrachteten IT-Komponente über diejenigen Softwareprozesse verteilt wird, welche die betrachtete Komponente im Betrachtungszeitraum beanspruchen. Der Verteilschlüssel ist der jeweilige Anteil des Softwareprozesses an der Gesamtauslastung der IT-Komponente. Der Gesamtenergieverbrauch eines Softwareprozesses in einem gegebenen Betrachtungszeitraum T wird in Gleichung (2) analog der in Gleichung (1) dargestellten Formel berechnet, wobei die Auslastungsparameter für die jeweilige IT-Komponente durch die Auslastungsparameter des betrachteten Softwareprozesses ersetzt werden.

$$W(T)_{\text{SW-Prozess}} = \left(\sum_{t=0}^{T} \gamma_{\text{CPU}} * \text{Auslastung}_{\text{CPU,SW-Prozess}}(t) + \gamma_{\text{Festplatte}} * \text{Transfer}_{\text{Festplatte,SW-Prozess}}(t) + \gamma_{\text{Speicher}} * \text{Fehler}_{\text{Speicher,SW-Prozess}}(t) + \gamma_{\text{Netzwerk}} * \text{Transfer}_{\text{Netzwerk,SW-Prozess}}(t)\right) * \Delta t \quad (2)$$

Es entfallen der statische Anteil des Gesamtsystems sowie der Anteil des Monitors. Zur Bestimmung des gesamten Energieverbrauchs einer IT-Ressource sind diese wieder nachträglich auf die Summe aller Einzelverbrauchswerte hinzuzuaddieren. Eine anteilige, dynamische Verteilung des statischen Energieverbrauchs auf die Einzelverbrauchswerte wird im Modell nicht vorgenommen, da der statische Energieverbrauch nicht durch die Aktivitäten der Softwareprozesse beeinflusst wird.

3.3 Softwarearchitektur und Implementierung

Um eine automatisierte Integration der Ebenen 3 und 2 vorzunehmen, wurde der in Bild 1 dargestellte Prototyp implementiert. Mit Hilfe des Prototyps können performancebezogene Informationen für die relevanten IT-Komponenten CPU, Festplatte, Monitor, Speicher und Netzwerk über Performance-Sensoren automatisiert abgerufen werden. Ebenso wird die aktuelle Entladungsrate der Batterie über einen weiteren hardwarenahen Sensor abgefragt, so dass die auslastungsbezogenen Größen mit einer energieverbrauchsbezogenen Größe in Bezug gesetzt werden können.

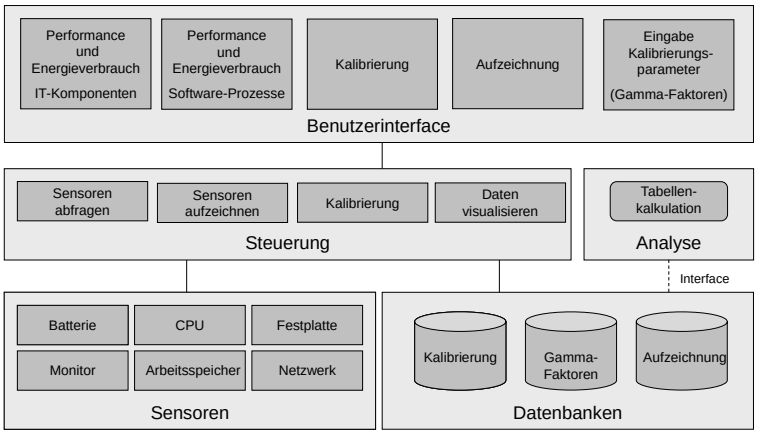


Bild 1: Architektur des Prototyps

Neben den Sensoren verfügt der Prototyp über drei verschiedene Datenbanken. In diesen werden die Kalibrierungsdaten gespeichert (Datenbank „Kalibrierung“), die systemspezifischen Gamma-Faktoren abgelegt („Parameter“) sowie die laufenden Energieverbrauchsdaten für IT-Komponenten und Softwareprozesse abgelegt („Aufzeichnung“). Für die Steuerung der Programmfunktionalitäten werden verschiedene Komponenten bereitgestellt. Die Abfrage der Sensoren kann manuell gestartet und beendet werden („Sensoren abfragen“), wobei die Verbrauchsdaten nur visualisiert, aber nicht aufgezeichnet werden. Eine Aufzeichnung der Messdaten in die Datenbank wird separat veranlasst. Ebenso existieren Funktionen zur Durchführung der Kalibrierung und zur Visualisierung der Messdaten. Für die entsprechenden Funktionen werden im Benutzerinterface die benötigten Interaktionsmöglichkeiten bereitgestellt. Die Analyse der Aufzeichnungsdaten und das Ableiten von Verbesserungsmaßnahmen für die Geschäftsprozessperspektive (Ebene 1) wird mit einer Tabellenkalkulation durchgeführt, die über ein manuelles Interface an den Softwareprototyp angebunden ist.

Ein Screenshot des Prototyps ist in Bild 2 dargestellt. Die Darstellung zeigt exemplarisch eine Übersicht aller laufenden Softwareprozesse des Testsystems, die anteilige Auslastung der zugeordneten IT-Komponenten sowie den errechneten anteiligen Energieverbrauch pro Softwareprozess.

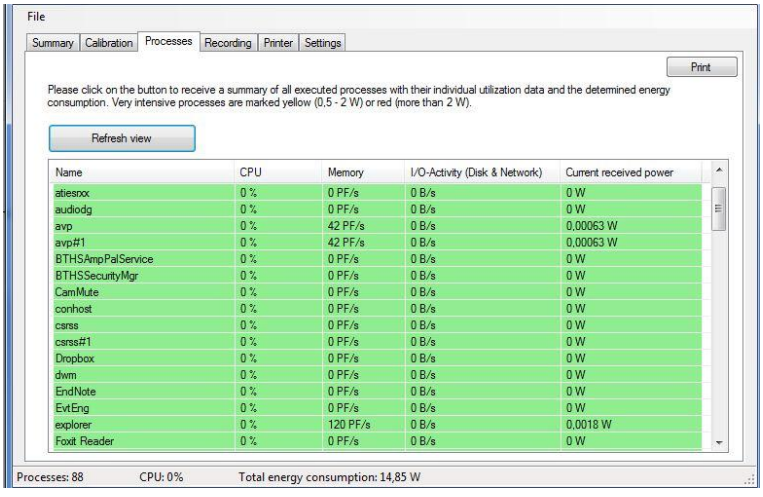


Bild 2: Screenshot des Prototyps

Die Implementierung wurde unter Microsoft Windows durchgeführt. Insbesondere wurde auf die *Management Infrastructure Classes* des *Windows Management Instrumentation (WMI)* zurückgegriffen. Um den Energieverbrauch des Gesamtsystems zu bestimmen, wurden mit Hilfe der Klasse *BatteryStatus* die Auf- oder Entladungsrate (*ChargeRate* bzw. *DischargeRate*), die Batteriespannung (*Voltage*) sowie die verbleibenden Kapazität (*RemainingCapacity*) ausgelesen. Die Ermittlung der performancebezogenen Daten von CPU, Arbeitsspeicher, Festplatte, Netzwerk und Monitor erfolgte über die Klasse *Win32_PerfFormattedData*, die ebenfalls über WMI bereitgestellt wird. So kann die CPU-Auslastung beispielsweise über die Variable *PercentProcessorTime* der Klasse *Win32_PerfFormattedData_PerfOS_Processor* entnommen werden.

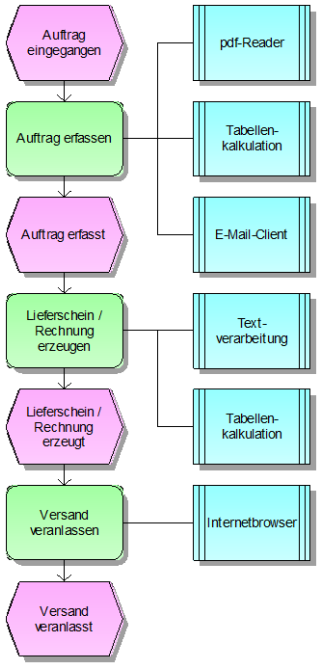
4 Exemplarische Anwendung in einer Laborfallstudie

4.1 Beschreibung der Beispielprozesse

Im folgenden Abschnitt wird der Softwareprototyp in einer Laborfallstudie auf die beiden in Bild 3 dargestellten Geschäftsprozesse angewandt. Der Energieverbrauch der zugrundeliegenden mobilen Workstation und der genutzten Softwareapplikationen wird mit Hilfe des Prototyps bestimmt. Dann werden pro Geschäftsprozess die individuellen Energieverbrauchsprofile ermittelt und passende Verbesserungsmaßnahmen für die Ebenen 1, 2 und 3 des Integrationskonzepts abgeleitet. Die Effektivität der Maßnahmen in Bezug auf die Senkung des Energieverbrauchs wird unter Anwendung des Prototyps validiert.

Prozess 1 beschreibt einen generischen Auftragsbearbeitungsprozess. Der Prozess wurde für die Fallstudie entworfen und spiegelt eine mögliche Vorgehensweise für die Bearbeitung eines Auftrags wieder. Der Prozess besteht aus den Schritten Auftrag erfassen, Lieferschein und Rechnung erzeugen und Versand veranlassen. Er greift dazu ausschließlich auf lokale Anwendungen zurück. Dies sind ein pdf-Reader, eine Tabellenkalkulation, eine Textverarbeitung, ein E-Mail-Client und ein Internetbrowser. Der Prozess wird linear abgearbeitet und enthält weder Verzweigungen noch Rücksprünge.

Prozess 1: Auftragsbearbeitung
(eigener Entwurf)



Prozess 2: Schadensmeldung
(nach [5])

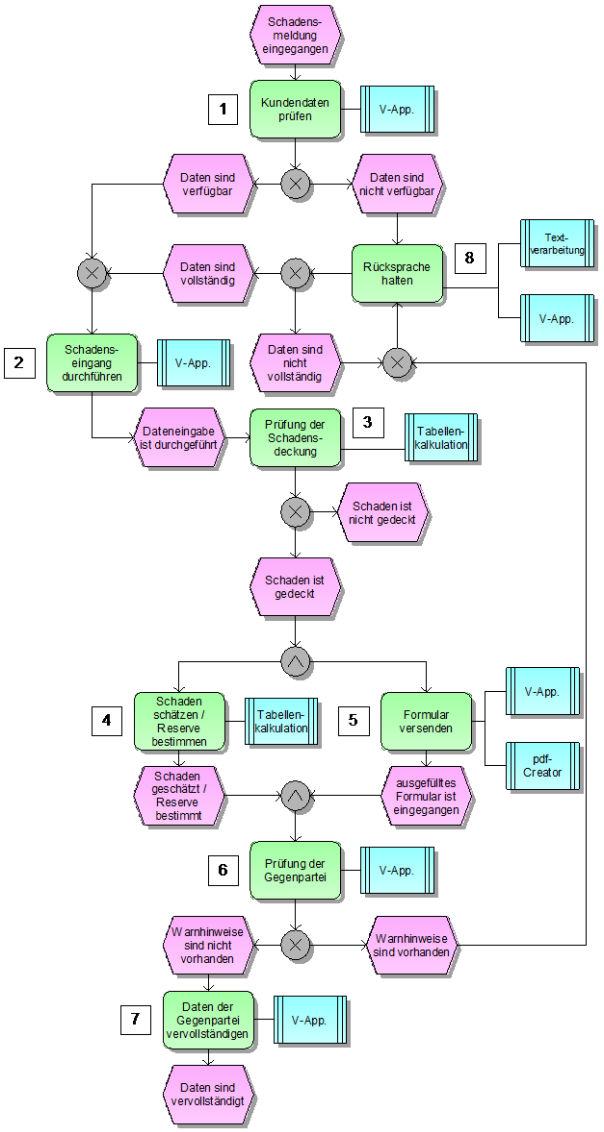


Bild 3: Geschäftsprozesse der Laborfallstudie

Prozess 2 ist der Beispielspezifikation zum VAA-Methodenhandbuch entnommen [5] und betrifft den Baustein „Schaden/Leistung“. Der Prozess beschreibt den Ablauf der Schadensannahme, die Prüfung der Daten, die Prüfung der Schadensdeckung sowie die Prüfung des Geschädigten. Der Prozess enthält mehrere Verzweigungen sowie mehrfach Rücksprünge. Einzelne Teile müssen somit potentiell mehrfach durchlaufen werden, bis der Prozess vollständig abgearbeitet ist. Der Schadensmeldungsprozess greift ebenso wie der Auftragsbearbeitungsprozess ausschließlich auf lokal ausgeführte Applikation zu, um die Dateneingabe und die Datenprüfung durchzuführen. Dies sind überwiegend eine Versicherungsapplikation („V.-App“), die eine lokale Datenbank nutzt sowie eine Tabellenkalkulation, eine Textverarbeitung und ein pdf-Drucker.

4.2 Energieverbrauchsprofil des Prozesses für die Auftragsbearbeitung

Mit Hilfe des Auftragsbearbeitungsprozesses sollen die Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufgezeigt werden, die sich auf Ebene 2 und Ebene 3 ergeben. In Bild 4 ist das Energieverbrauchsprofil des E-Mail-Clients während der Ausführung der Prozessfunktion „Auftragsdaten extrahieren“ dargestellt. Die Energieverbrauchswerte können den einzelnen IT-Komponenten und den ausgeführten Tätigkeiten zugeordnet werden. So wird zwischen Sekunde 1 und 8 das Programm gestartet. Zwischen Sekunde 9 und 55 werden die E-Mail-Postfächer abgerufen. Danach wird die Mail mit dem eingegangenen Auftrag geöffnet (Sekunden 61-79) und gelesen (Sekunden 79-103). Der Peak zwischen den Sekunden 103 und 109 wird verursacht durch das Schließen der E-Mail und des E-Mail-Clients.

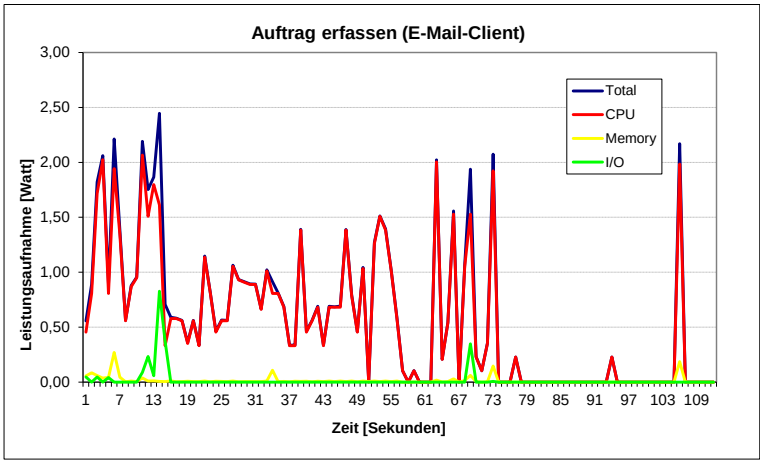


Bild 4: Energieverbrauchsprofil des E-Mail-Clients

In Tabelle 1 ist der gesamte Energieverbrauch für den Prozess „Auftragsbearbeitung“ auf einer mobilen Workstation dargestellt. Die Darstellung ist nach den ausgeführten Funktionen und nach den genutzten Softwareapplikationen gegliedert. Außerdem sind der Verbrauch des Monitors und der statische Systemverbrauch separat dargestellt. Für den Prozess wurde ein durchschnittlicher Energieverbrauch von 8.501 Wattsekunden (Ws) gemessen.

Funktion	Applikation	Energieverbrauch (Applikation)	Energieverbrauch (Monitor)	Energieverbrauch (statisch)	Energieverbrauch (Total)
Auftrag erfassen	**Zwischensumme**	**68 Ws**	**1.003 Ws**	**3.097 Ws**	**4.168 Ws**
	E-Mail-Client	57 Ws	459 Ws	1.416 Ws	1.931 Ws
	pdf-Reader	8 Ws	246 Ws	761 Ws	1.015 Ws
	Tabellenkalkulation 1	4 Ws	298 Ws	920 Ws	1.221 Ws
Lieferschein / Rechnung erzeugen	**Zwischensumme**	**15 Ws**	**766 Ws**	**2.366 Ws**	**3.148 Ws**
	Textverarbeitung	7 Ws	399 Ws	1.232 Ws	1.639 Ws
	Tabellenkalkulation 2	8 Ws	367 Ws	1.134 Ws	1.509 Ws
Versand veranlassen	**Zwischensumme**	**101 Ws**	**265 Ws**	**819 Ws**	**1.185 Ws**
	Internetbrowser	101 Ws	265 Ws	819 Ws	1.185 Ws
Gesamt		**184 Ws**	**2.034 Ws**	**6.282 Ws**	**8.501 Ws**

Tabelle 1: Energieverbrauch des Geschäftsprozesses „Auftragsbearbeitung“

Zur Verminderung des Energieverbrauchs wurde als hardwarebasierte Maßnahme die Helligkeit des Monitors reduziert (Maßnahme 1). Außerdem wurde das Starten und Schließen der Programme vermieden. Stattdessen verblieben die Softwareapplikationen bis nur nächsten Nutzung im Speicher (Maßnahme 2). Das E-Mail-Abrufintervall wurde verlängert (Maßnahme 3), außerdem wurde die Bestellung direkt als Text im E-Mail aufgegeben, statt als separates pdf-Attachment (Maßnahme 4). Durch Kombination dieser Maßnahmen konnte eine Einsparung des Energieverbrauchs um 44 % auf 4.792 Ws erzielt werden. Die größten Einsparungen konnten durch die Reduktion der Monitorhelligkeit erzielt werden (-74 %). Die applikationsbezogenen Maßnahmen 2-4 erwiesen sich ebenfalls als effektiv (-40 %), sind aber in absoluten Zahlen geringer. Als Sekundäreffekt ergab sich aus den applikationsbezogenen Maßnahmen eine Zeitersparnis, die sich positiv auf den statischen Verbrauch und somit auf den gesamten Energieverbrauch des Geschäftsprozesses auswirkte (Tabelle 2).

Funktion	**Applikationen**	**ursprünglicher Energie-verbrauch**	**Appli-kation**	**Monitor**	**statisch**	**Gesamt**	**reduzierter Energie-verbrauch**
Auftrag erfassen	**sub-total**	**4.168 Ws**	**-76 %**	**-83 %**	**-58 %**	**-64 %**	**1.482 Ws**
	E-Mail-Client	1.931 Ws	-77 %	-85 %	-64 %	-69 %	596 Ws
	pdf-Reader	1.015 Ws	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	0 Ws
	Tabellenkalkulation 1	1.221 Ws	-11 %	-66 %	-15 %	-27 %	886 Ws
Lieferschein / Rechnung erzeugen	**sub-total**	**3.148 Ws**	**6 %**	**-63 %**	**-8 %**	**-22 %**	**2.464 Ws**
	Textverarbeitung	1.639 Ws	57 %	-64 %	-9 %	-22 %	1.278 Ws
	Tabellenkalkulation 2	1.509 Ws	-40 %	-63 %	-8 %	-21 %	1.186 Ws
Versand veranlassen	**sub-total**	**1.185 Ws**	**-23 %**	**-67 %**	**-17 %**	**-29 %**	**846 Ws**
	Internetbrowser	1.185 Ws	-23 %	-67 %	-17 %	-29 %	846 Ws
Gesamt		**8.501 Ws**	**-40 %**	**-74 %**	**-34 %**	**-44 %**	**4.792 Ws**

Tabelle 2: Energieverbrauch nach Anwendung der Verbesserungsmaßnahmen

4.3 Energieverbrauchsprofil des Prozesses für die Schadensmeldung

Für den Schadensmeldungsprozess werden insgesamt 6 Ausführungsvarianten A-F betrachtet. Diese unterscheiden sich durch die ausgeführten Rücksprünge. Bei jedem Rücksprung wird Funktion 8 („Rücksprache halten“) in einer jeweils angepassten Variante ausgeführt. Sind keine Kundendaten verfügbar, so müssen diese vollständig neu eingegeben werden (Variante 8a). Sind die Kundendaten nur unvollständig, so führt die Rücksprache mit dem Kunden zu einer Ergänzung seiner Daten (Variante 8b). Somit kann Variante 8b schneller durchgeführt werden als Variante 8a. Falls Warnhinweise verarbeitet werden müssen, protokolliert der Sachbearbeiter diese in einem separaten Dokument (Variante 8c), was den größten Zeitaufwand erfordert. Die Ausführungsvarianten A-F ergeben sich nun aus den sinnvollen Permutationen dieser Varianten mit den übrigen Prozessfunktionen. So bezeichnet Variante A den kürzest möglichen Durchlauf ohne Rücksprünge (Durchlauf 0-1-2-3-4-5-6-7) und Variante F den Durchlauf mit der maximal sinnvollen Zahl an Rücksprüngen (Durchlauf 0-1-8-8-2-3-4-5-6-8-2-3-4-5-6-7). Es wird angenommen, dass zum Zeitpunkt des Rücksprungs nach Funktion 6 keine unvollständigen Daten mehr vorliegen.

In der Laborfallstudie wurde der Energieverbrauch für die beschriebenen Ausführungsvarianten mit Hilfe des Prototyps gemessen und in einer Datenbank gespeichert. Mit Hilfe einer externen Anwendung wurden diese Daten analysiert und ausgewertet. In Bild 5 ist das ermittelte

Energieverlaufsprofil für die Ausführungsvariante A des Schadensmeldungsprozesses dargestellt. Darin sind die Leistungsaufnahmen der IT-Komponenten CPU, Arbeitsspeicher und IO (Festplatte und Netzwerk) gegen den Zeitverlauf aufgetragen.

Die Ausschläge im Diagramm bezeichnen die gemessene Leistungsaufnahme zum Messzeitpunkt. Sie wurden den einzelnen Funktionen des Geschäftsprozesses zugeordnet und außerdem für die verwendeten IT-Komponenten dargestellt. Die verwendeten Ziffern dienen der besseren Zuordnung der einzelnen Segmente in Bild 5 zu den Funktionen des Schadensmeldungsprozesses aus Bild 3. Der Programmstart der Versicherungsapplikation wurde als Funktion 0 hinzugefügt.

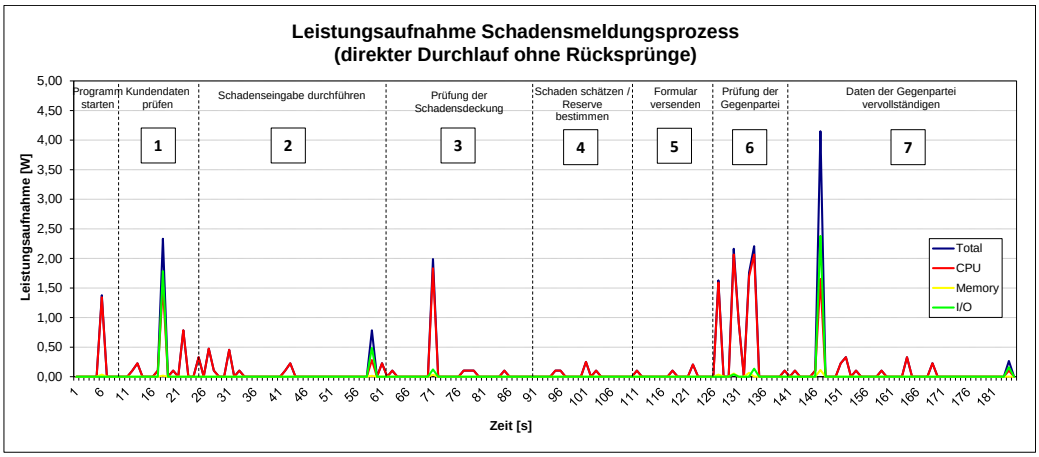


Bild 5: Energieverbrauchsprofil des Schadensmeldungsprozesses für Ausführungsvariante A

Mit Hilfe des Softwareprototyps wurde der Energieverbrauch der sechs Ausführungsvarianten A-F bestimmt und in Tabelle 3 dargestellt. Im rechten Teil der Darstellung sind die kumulierten Energieverbrauchswerte der Ausführungsvarianten angegeben. Der Wert in Klammern bezeichnet die Anzahl der Ausführungen der betrachteten Prozessfunktion in der jeweiligen Variante, während der zweite Wert den kumulierten Energieverbrauch in Ws angibt. Die Messung zeigt, dass der größte Anteil des Energieverbrauchs auf den Monitor und den statischen Systemverbrauch fällt. Der zweite wesentliche Einflussfaktor ist die Zahl der Rücksprünge. Der Gesamtverbrauch für die Prozessausführung schwankt für die Ausführungsvarianten A-F zwischen 3.112 Ws und 9.252 Ws.

Funktion	Dauer (s)	Energieverbrauch			Ausführungsvariante											
		Funktion	Monitor +statisch	Gesamt	A		B		C		D		E		F	
0 Versicherungsapplikation starten	10	1,23	167	**168**	(1)	168	(1)	168	(1)	168	(1)	168	(1)	168	(1)	168
1 Kundendaten prüfen	15	3,76	250	**254**	(1)	254	(1)	254	(1)	254	(1)	254	(1)	254	(1)	254
2 Schadenseingabe durchführen	41	2,61	684	**686**	(1)	686	(1)	686	(1)	686	(2)	1.373	(2)	1.373	(2)	1.373
3 Prüfung der Schadensdeckung	30	2,74	500	**503**	(1)	503	(1)	503	(1)	503	(2)	1.006	(2)	1.006	(2)	1.006
4 Schaden schätzen	21	0,43	350	**351**	(1)	351	(1)	351	(1)	351	(2)	701	(2)	701	(2)	701
5 Formular versenden	17	9,04	284	**293**	(1)	293	(1)	293	(1)	293	(2)	585	(2)	585	(2)	585
6 Prüfung der Gegenpartei	17	4,52	284	**288**	(1)	288	(1)	288	(1)	288	(1)	288	(2)	576	(2)	576
7 Daten vervollständigen	34	1,52	2.002	**2.003**	(1)	569	(1)	569	(1)	569	(1)	569	(1)	569	(1)	569
8a Daten sind nicht verfügbar	120	3,70	2.002	**2.005**	(0)	0	(1)	2.005	(1)	2.005	(0)	0	(1)	2.005	(1)	2.005
8b Daten sind nicht vollständig	30	1,06	500	**501**	(0)	0	(0)	0	(1)	501	(0)	0	(0)	0	(1)	501
8c Warnhinweise sind vorhanden	90	11,69	1.501	**1.513**	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(1)	1.513	(1)	1.513	(1)	1.513
Energieverbrauch der Ausführungsvariante (Ws)					**3.112**		**5.117**		**5.618**		**6.457**		**8.751**		**9.252**	
Eintrittswahrscheinlichkeit (%)					35,0 %		10,5 %		4,5 %		35,0 %		10,5 %		4,5 %	
Gewichteter Energieverbrauch des Geschäftsprozesses					**5.475 Ws**											

Tabelle 3: Energieverbrauch des Geschäftsprozesses „Schadensmeldung“, in Wattsekunden

Zur Ermittlung des gewichteten Durchschnittsverbrauchs wurde eine Wahrscheinlichkeitsverteilung hinterlegt, welche der Variante A eine Ausführungswahrscheinlichkeit von 45 % zugrunde legt. Diese ergibt sich aus einer 70 %-Wahrscheinlichkeit, dass Funktion 2 ohne Rückfrage direkt nach Funktion 1 ausgeführt wird und dass Funktion 7 mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % auf Funktion 6 folgt. Eine prozessorientierte Verbesserungsmaßnahme ist die Reduktion der Zahl der Rücksprünge. Dazu ist die hinterlegte Wahrscheinlichkeitsverteilung anzupassen. Im Experiment wird nun angenommen, dass Funktion 2 nun mit 95 % Wahrscheinlichkeit auf Funktion 1 folgt, während alle anderen Werte unverändert bleiben. Durch diese prozessbezogene Maßnahme ergibt sich eine Verminderung des gewichteten Energiebedarfs um rund 10 % auf 4.900 Ws (Tabelle 4).

Ausführungsvariante	A	B	C	D	E	F
Energieverbrauch der Ausführungsvariante (Ws)	3.112	5.117	5.618	6.457	8.751	9.252
angepasste Eintrittswahrscheinlichkeit (%)	47,5 %	1,8 %	0,8 %	47,5 %	1,8 %	0,8 %
Gewichteter Energieverbrauch des Geschäftsprozesses	**4.900 Ws**					

Tabelle 4: Energieverbrauch nach Anpassung der Wahrscheinlichkeitsverteilung

5 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Integrationskonzept entwickelt und prototypisch implementiert, mit welchem der Energieverbrauch von mobilen Workstations mit lokal ausgeführten Geschäftsprozessen verknüpft werden kann. In der Laborfallstudie wurde anhand zweier Beispiele gezeigt, wie sich Energieverbrauchsprofile bestimmen lassen. Für jede der Integrationsebenen wurden spezifische Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet. Maßnahmen, die auf die Verkürzung der Prozesslaufzeit abzielen, oder dies als Sekundäreffekt erzeugen, erwiesen sich als sehr effektiv.

Ebenso relevant waren hardwarenahe Verbesserungen. Aus Sicht der Geschäftsprozesse zeigte sich, dass Prozessdurchläufe auf möglichst wenige Rücksprünge angepasst werden sollten, um so den notwendigen Energieeinsatz zu vermindern.

Mit Hilfe von Konzept und Prototyp entsteht nun für das gegebene Szenario die Möglichkeit, den Energieverbrauch von Geschäftsprozessen zu messen und diesen verursachungsgerecht den einzelnen Funktionen zuzuweisen. Mit Hilfe von Energieverbrauchsprofilen können Prozessverlauf, Funktionen oder einzelne Tätigkeiten in Bezug auf ihren Beitrag zum Gesamtenergieverbrauch überprüft werden. Es lassen sich somit spezifische Verbesserungsmaßnahmen ableiten, die sowohl auf Ebene der Hardware, der Software und auf Ebene des Geschäftsprozesses anwendbar sind.

Die identifizierten Verbesserungsmaßnahmen hängen von den genutzten Anwendungen und von der Struktur des Geschäftsprozesses ab. Lassen sich Anhänge entfernen oder Applikationen substituieren, hat das im vorliegenden Fall positive Effekte auf den Energieverbrauch. Ebenso trägt die Vermeidung von Rücksprüngen im Prozessablauf zu Einsparungen bei.

Ein wichtiges Ergebnis ist die Feststellung, dass energetisch günstige Geschäftsprozesse möglichst kurz sein müssen. Dies kann sowohl durch Anpassungen auf Ebene des Geschäftsprozesses als auch auf Ebene der Anwendungen umgesetzt werden.

Das als 3-Ebenen-Modell eingeführte Integrationskonzept ist momentan noch limitiert auf die Ressource Energie und auf Geschäftsprozesse, die auf lokal vorhandener Hardware ausgeführt werden. Im vorliegenden Fall wird die Integration von Ressourcenverbrauch und Geschäftsprozess durch die Softwareapplikationen hergestellt. Ebenso werden gegebene technologische Möglichkeiten ausgenutzt. Dies sind die Möglichkeit, den Energieverbrauch von Applikationen durch Performance-Sensoren zu bestimmen sowie das Vorhandensein der benötigten Sensoren und der notwendigen Klassenbibliotheken.

Weiterführende Arbeiten sollten darauf ausgerichtet sein, das Integrationskonzept zu abstrahieren, so dass künftig allgemeingültige Geschäftsprozess-Ressourcenmodelle unterstützt werden können. Die Ableitung von Maßnahmen anhand von Ressourcenverbrauchsprofilen bedarf einer systematischeren Vorgehensweise, beispielsweise unter Anwendung von Mustererkennung. Außerdem erscheint eine stärkere Integration mit Werkzeugen des GPM notwendig, um die Optimierungsmaßnahmen auf Ebene 3 und Ebene 2 in Abstimmung mit dem ausgeführten Geschäftsprozess automatisiert koordinieren zu können.

Danksagung: *Diese Arbeit wurde finanziell gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Forschungsprojekt PRISMA (FKZ: 033RK001B).*

6 Literatur

[1] Economou, D; Rivoire, S; Kozyrakis, C (2006): Full-system power analysis and modeling for server environments. Proceedings of the 2nd Workshop on Modeling, Benchmarking, and Simulation (MoBS). Boston, MA.

[2] Fan, X; Weber, W-D; Barroso, LA (2007): Power Provisioning for a Warehouse-sized Computer. Proceedings of the 34th Annual International Symposium on Computer Architecture, ISCA '07. ACM, New York.

[3] Houy, C; Reiter, M; Fettke, P; Loos, P (2011): Towards Green BPM − Sustainability and Resource Efficiency through Business Process Management. In: Su, J; zur Muehlen , M (Hrsg), BPM 2010 Workshops, LNBIP, Vol. 66. Springer, Heidelberg.

[4] Kansal, A; Zhao, F; Liu, J; Kothari, N; Bhattacharya, AA (2010): Virtual Machine Power Metering and Provisioning. Proceedings of the 1st ACM Symposium on Cloud Computing, SoCC '10. ACM, New York.

[5] Keller, W (1996): Beispielspezifikation zum VAA-Methodenhandbuch − Baustein Schaden/Leistung. www.objectarchitects.de/lectures/leipzig2004/Ue02/VAAMUSTR.pdf. Abgerufen am 18.09.2013.

[6] Loos, P; Nebel, W; Gómez, JM; Hasan, H; Watson, RT; vom Brocke, J; Seidel, S; Recker, J (2011): Green IT: Ein Thema für dieWirtschaftsinformatik? Wirtschaftsinformatik 53(4):239-247.

[7] Meyer, J; Teuteberg, F (2012): Nachhaltiges Geschäftsprozessmanagement − Status Quo und Forschungsagenda. Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2012). Braunschweig.

[8] Murugesan, S (2008): Harnessing Green IT: Principles and Practices. IT Professional 10(1):24-33.

[9] Scheer, A-W; Habermann, F; Thomas, O (2001): Enterprise Modeling. In: Salvendy, G (Hrsg), Handbook of Industrial Engineering. Technology and Operations Management. John Wiley & Sons, Hoboken, New York.

[10] Seidel, S; Recker, J (2012): Implementing Green Business Processes: The Importance of Functional Affordances of Information Systems. Proceedings of the 23rd Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2012). Geelong, Victoria.

[11] Sun, Y; Wanner, L; Srivastava, M (2012): Low-cost Estimation of Sub-system Power. Proceedings of the 2012 International Green Computing Conference, IGCC. San José, CA.

[12] Watson, RT; Boudreau, M-C; Chen, AJ (2010): Information Systems and Environmentally Sustainable Development: Energy Informatics and New Directions for the IS Community. MIS Quarterly 34(1):23-38.

Modell eines Sustainability CRM (SusCRM) für Mobilität

Benjamin Wagner vom Berg

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Wirtschaftsinformatik I / VLBA, 26129 Oldenburg, E-Mail: benjamin.wagnervomberg@uni-oldenburg.de

Jorge Marx Gómez

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Wirtschaftsinformatik I / VLBA, 26129 Oldenburg, E-Mail: jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de

Frank Köster

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Verkehrssystemtechnik, 38108 Braunschweig, E-Mail: frank.koester@dlr.de

Abstract

Nachhaltigkeit ist ein bestimmendes Thema unserer Zeit. Auch Informationssysteme wie die Betrieblichen Umweltinformationssysteme (BUIS) adressieren die Förderung des nachhaltigen Wirtschaftens insbesondere im Sinne der Ressourcenschonung und Emissionsreduktion auf der betrieblichen Ebene. Während BUIS in erster Linie Produktion und andere betriebliche Prozesse adressieren, wirkt der hier vorgestellte Ansatz eines Sustainability Customer Relationship Management (SusCRM) auf den Konsum von Produkten und versucht diesen im Einklang mit den Prinzipien der Nachhaltigkeit zu verändern. Die Anwendungsdomäne ist dabei die Mobilität von Personen, die in eine nachhaltigere Richtung beeinflusst werden soll. Hierfür wird ein Modell für ein SusCRM inklusive einer Softwarearchitektur beschrieben und die technische Machbarkeit anhand einer prototypischen Implementierung demonstriert.

1 Einleitung

Unternehmen, Politik und die Öffentlichkeit realisieren heutzutage immer mehr, dass unsere Ressourcen begrenzt sind und weitere verschiedenartige Probleme in der ökonomischen, sozialen und ökologischen Dimension aus unserem wirtschaftlichen Handeln und Konsumverhalten resultieren [1].

Im Zusammenhang von Energieverbrauch und CO2-Emmissionen spielt der Mobilitätssektor eine zentrale Rolle und gehört zu den relevantesten Umsetzungsfeldern eines nachhaltigen Konsums [4]. 26% der weltweiten CO2-Emissionen werden durch die Verbrennung von fossilen Treibstoffen im Verkehr erzeugt. 35% des gesamten Energiebedarfs innerhalb der EU werden durch den Transport von Gütern und Personen verbraucht - 71% davon im Straßenverkehr [5].

Betrachtet man den Verkehrsmittel-Mix, den sog. Modal-Split, ist festzustellen, dass ein Großteil unserer Mobilität auch heute noch durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) realisiert wird, während dieser gleichzeitig in der Regel die negativsten Effekte hinsichtlich der Nachhaltigkeit bewirkt. So wurde im Jahr 2010 in Deutschland 76% der Mobilität durch den MIV realisiert, während dieser gleichzeitig 79% der CO2-Emissionen verursachte [19]. In der langfristigen Perspektive wird weltweit nochmals mit einem Anstieg der durch den MIV verursachten Emissionen von 50% bis zum Jahr 2050 gerechnet, wodurch sich ein akuter Handlungsbedarf ergibt [13].

Bei allen aufgezeigten durch Mobilität verursachten negativen Effekten ist es eine Tatsache, dass die Gewährleistung individueller Mobilitätsbedürfnisse für die Aufrechterhaltung unseres heutigen ökonomischen und sozialen Lebensstils von essentieller Bedeutung ist. Es gilt also einen Weg zu finden, diese individuellen Mobilitätsbedürfnisse mit den Prinzipien der Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen und die negativen Effekte der Mobilität möglichst zu reduzieren. Eine nachhaltigere Form, Mobilität zu realisieren, kann der Öffentliche Verkehr (ÖV) bieten. Dies gilt auch für neue Mobilitätsformen wie das Car-Sharing und Car-Pooling sowie technisch bedingte Innovationen wie die Elektromobilität. Insbesondere auch die sinnvolle Kombination verschiedener Verkehrsmittel abhängig von den spezifischen Reiseanforderungen im Rahmen einer multimodalen Mobilität bietet ein hohes Potential für mehr Nachhaltigkeit.

Die zunehmende Sensibilisierung der Verbraucher hinsichtlich Umweltthemen, steigende Mobilitätskosten durch höhere Benzinpreise sowie eine zunehmende Re-Urbanisierung setzen klare Trends für eine nachhaltigere Mobilität. Gleichzeitig zeigt der schon erwähnte Modal-Split, dass die Angebote nachhaltiger Mobilität immer noch unzureichend genutzt werden. Das Mobilitätsmanagement adressiert dieses Problem und setzt dabei auf einer kommunalen oder auch innerbetrieblichen Ebene an, um mit „soften“ Maßnahmen nachhaltige Mobilität zu fördern. Das Mobilitätsmanagement adressiert dabei die Nachfrageseite und nicht die Angebotsseite und versucht insbesondere mit Informationsangeboten und Marketingmaßnahmen, den MIV zu Gunsten des ÖV und anderen nachhaltigen Verkehrsformen wie dem Fahrrad zu reduzieren [6]. Nachweislich kann mit den Methoden des Mobilitätsmanagement wie z.B. der individuellen Beratung der Modal-Split signifikant zu Gunsten nachhaltiger Verkehrsträger beeinflusst werden [21]. Aber auch Anbieter nachhaltiger Mobilität wie Öffentliche Verkehrsprovider können durch die Integration der Nachhaltigkeit z.B. in das Direktmarketing neue Kunden gewinnen [3]. In diesem Rahmen lässt sich aber auch feststellen, dass auf der einen Seite die Erfüllung individueller Mobilitätsbedürfnisse aufgrund mangelnden Wissens über die konkreten Bedürfnisse problembehaftet ist [2]. Auf der anderen Seite fehlen Kunden und Verbrauchern Informationen über die konkreten Auswirkungen ihrer Mobilität und Informationen zu individuell passenden Alternativen im Kontext der Nachhaltigkeit. Dies gilt insbesondere für die Bewertung und den Vergleich verschiedener Verkehrsträger im Rahmen

einer multimodalen Mobilität. Hierin können zwei Gründe gesehen werden, warum die Effekte, die mit Nachhaltigkeitsmarketing in der Mobilitätsdomäne erzielt werden können, immer noch begrenzt sind.

Die Integration von Nachhaltigkeit in das Marketing ist nicht auf die Mobilitätsdomäne begrenzt. Im Zuge der zunehmenden Bedeutung insbesondere ökologischer Themen auch für den Verbraucher wurden Ende der 80er Jahre zwei neue Forschungsfelder mit dem Sustainability Marketing [1] und dem Green Marketing [9] eröffnet, die von starker Praxisrelevanz sind. Beide Disziplinen bieten dabei insbesondere Ansätze für die Integration von Nachhaltigkeit in die Unternehmens- und Marketingstrategie, aber auch für das Design neuer Produkte und Konsummuster, die z.B. einen funktionsorientierten anstatt einen besitzorientierten Konsum unterstützen [9].

Dabei gilt es aber festzustellen, dass Konzepte zur Überführung dieser strategischen Marketingansätze für die Integration von Nachhaltigkeit in das Customer Relationship Management (CRM) als zentrales Instrument zur Operationalisierung und Individualisierung des Marketings auf der Kundenebene fehlen [18]. Dies gilt insbesondere für die Überführung auf die Ebene der Informations- und Telekommunikationstechnologie (IKT) in Form einer CRM-Systemarchitektur.

Die Integration von Nachhaltigkeit in IKT wird seit den 90er Jahren insbesondere im Rahmen der Betrieblichen Umweltinformationssysteme (BUIS) vorangetrieben. BUIS bieten dabei eine Bewertung von Produkten und Prozessen auf Basis von Indikatoren und die Integration dieser Informationen in die betrieblichen Prozesse. Dabei werden in erster Linie der effiziente Ressourceneinsatz und die Reduktion von Emissionen in Produktion und weiteren betrieblichen Prozessen verfolgt. Effizienzerfolge bergen jedoch auch immer die Gefahr, im Rahmen der sogenannten Rebound-Effekte durch einen erhöhten Konsum kompensiert oder überkompensiert zu werden [11]. Die Unterstützung marktorientierter Strategien durch BUIS und die Integration von CRM in BUIS wurde daher als Notwendigkeit erkannt, aber bis heute nicht durchgeführt [10].

Auf Basis dieser Vorüberlegungen lautet die zentrale Fragestellung dieser Arbeit:

Wie kann ein SusCRM-Ansatz nachhaltige Mobilität fördern?

Hierfür wurden drei Ziele definiert, welche wiederum untergeordnete Fragestellungen beinhalten:

1. Die Integration von Nachhaltigkeit in einen CRM-Ansatz für Mobilität
    a. Wie kann Nachhaltigkeit effektiv in die Strategie integriert werden?
    b. Wie kann die Nachhaltigkeit der Mobilität über Kennzahlen- und Datenmodellierung kundenbezogen abgebildet werden?
    c. Wie müssen die CRM-Prozesse gestaltet werden?
2. Aufbau eines Instrumentariums zur Änderung von Kundenverhalten
    a. Welche Anreizsysteme sind integrierbar und wie sind sie technisch umzusetzen?
    b. Wie können nachhaltigere Mobilitätsoptionen identifiziert werden?
3. Entwicklung einer IT-Architektur für ein SusCRM für nachhaltige Mobilität
    a. Wie werden die definierten Prozesse in eine Softwarearchitektur überführt?
    b. Wie werden die erforderlichen Daten erfasst, analysiert und kommuniziert?

Für die Erreichung dieser Ziele wird in dieser Arbeit ein Modell zur Integration von Nachhaltigkeit in CRM für die Anwendungsdomäne Mobilität vorgestellt, dass in eine finale Softwarearchitektur überführt und prototypisch umgesetzt wird. Die Anforderungen leiten sich dabei auf der inhaltlichen Ebene aus dem Mobilitätsmanagement und dem CRM der Mobilitätsprovider sowie der CRM-Theorie ab. Für die Integration der Nachhaltigkeit auf technischer Ebene bieten BUIS brauchbare Ansätze.

2 Modell eines SusCRM für nachhaltige Mobilität

Als Ausgangsbasis für die Entwicklung eines konkreten Modells soll zunächst eine Definition für ein SusCRM gegeben werden:

„Ein Sustainabilty CRM erweitert den Wirkungskreis des CRM von der rein ökonomischen Dimension im Sinne der Nachhaltigkeit um eine ökologische und eine soziale Dimension. Die Technologien und Methoden des klassischen CRM müssen hierfür modifiziert und erweitert werden. Wesentliches Ziel ist es dabei, den Kunden dahingehend zu beeinflussen, dass er sein Konsumverhalten an den Prinzipien der Nachhaltigkeit ausrichtet. Darüber hinaus sind auch die betrieblichen CRM-Prozesse nachhaltig zu gestalten.“

Im Folgenden wird das Modell für ein SusCRM für nachhaltige Mobilität in seinen wesentlichen Zügen vorgestellt. Neben dem Vorgehensmodell wird auf die Kennzahlen- und Datenmodellierung sowie die konzeptionelle CRM-Architektur als Ausgangsbasis für die Entwicklung einer Softwarearchitektur eingegangen.

2.1 Vorgehensmodell SusCRM

Für die Entwicklung eines SusCRM für nachhaltige Mobilität wurde zunächst ein Vorgehensmodell erarbeitet, welches die wesentlichen Schritte ausgehend von der Strategie bis zur Implementierung einer geeigneten Softwarearchitektur beinhaltet. Da im Bereich der SusCRM Forschung Ansätze hierzu bis dato nicht zu finden sind, wurde ein eigenes Modell in Anlehnung an das Modell zur Integration der Strategie in IT von Speshock [20] entwickelt. In Abbildung 1 ist das entwickelte Vorgehensmodell dargestellt.

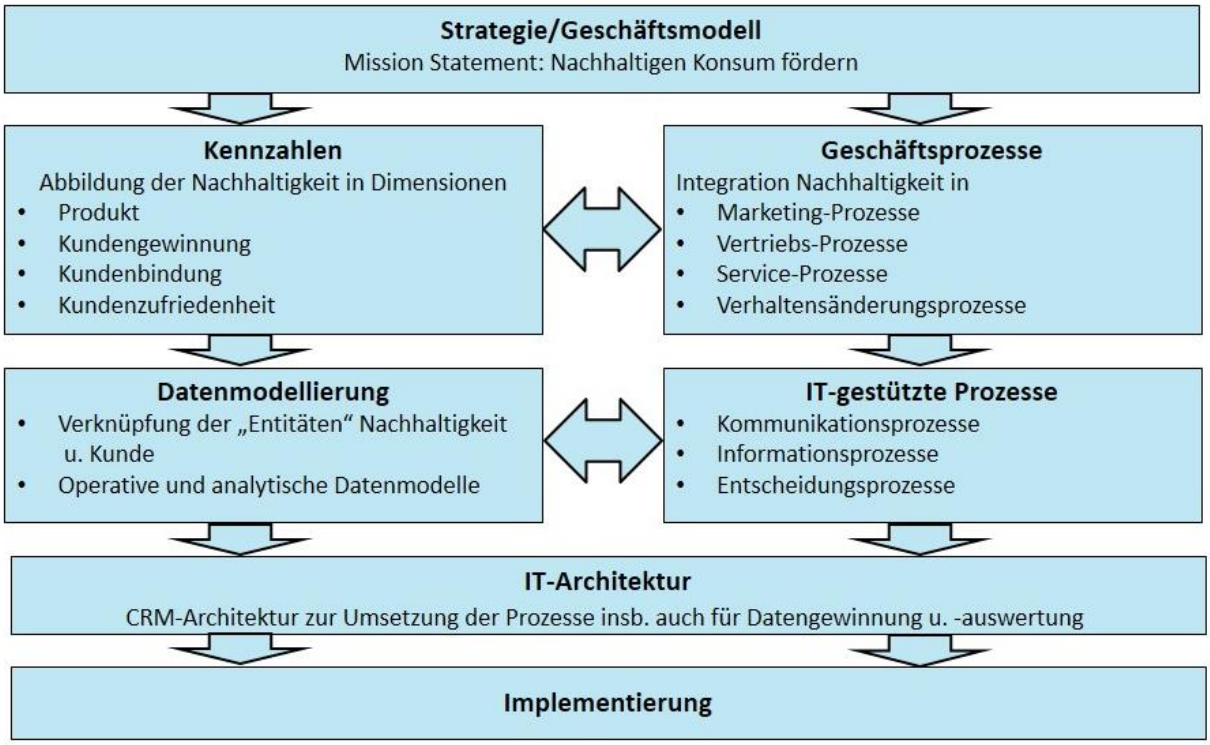


Abbildung 1: Vorgehensmodell zur Entwicklung eines SusCRM

Die wesentliche Voraussetzung für die Integration von Nachhaltigkeit in einen CRM-Ansatz ist zunächst die Integration in die Unternehmensstrategie. Eng verbunden mit dem Strategie-Konzept ist das Geschäftsmodell-Konzept. Das Geschäftsmodell eines Unternehmens ist dabei die Handlungslinie der Unternehmensleitung, wie mit der Strategie Geld verdient wird [23]. Dieser zentrale Aspekt der Gewinnorientierung von wirtschaftlichen Unternehmungen kann jedoch bei der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in die Unternehmensstrategie und das Geschäftsmodell zu Problemen führen, da sich Nachhaltigkeitsziele und Profitziele konträr verhalten können [17]. Neben der Bestimmung des Erlösmodells ist für die Entwicklung eines Geschäftsmodells die Bestimmung des Kundennutzens von zentraler Bedeutung [24]. Im Folgenden sollen drei konkrete Geschäftsmodelle als Anwendungsfälle für den Einsatz des hier vorgestellten SusCRM-Ansatzes in der Mobilitätsdomäne vorgestellt werden. Es werden keine vollständigen Geschäftsmodelle ausgeführt, sondern insbesondere die beiden genannten Aspekte skizziert. Die Vorstellung der Geschäftsmodelle erfolgt auf dem Hintergrund, die realen Einsatzzwecke eines SusCRM aufzuzeigen und darauf basierend Szenarien für die spätere Evaluation zu entwickeln.

2.1.1 Informationsservice für nachhaltige Mobilität

Das Produkt ist in diesem Fall ein reiner Informationsservice, der den Kunden dabei unterstützt seine Reisen so zu planen und auszuführen, dass er sich entsprechend seinen Bedürfnissen und Fähigkeiten möglichst nachhaltig bewegt. Das Erlösmodell ist hier ähnlich zu anderen Web 2.0 Diensten wie Google oder Facebook. Vergleichbare Dienste mit einem anderen Fokus wären z.B. auch Waze oder Google Maps. Der Trade-Off zwischen Nachhaltigkeit und Profit ist hier minimal bzw. nicht existent, da das Erlösmodell von der konkreten Ausgestaltung der Mobilität durch den Kunden abgekoppelt ist. Für den Anbieter spielt es keine erlösrelevante Rolle, für welches Transportmittel sich der Kunde entscheidet.

Typische Kunden wären solche, die dem Thema Nachhaltigkeit aufgeschlossen sind und dazu bereit sind Nachhaltigkeitsprinzipien bei ihrer Lebensgestaltung zu berücksichtigen - z.B. die sogenannten „Green Consumers“ [9]. Das eingeführte SusCRM würde hier dafür eingesetzt werden, um z.B. passende nachhaltige Reisealternativen für den Kunden zu identifizieren.

2.1.2 Multimodaler Mobilitätsservice

Produkte sind in diesem Fall direkte Mobilitätsangebote auf Basis verschiedener Verkehrsmittel. Die Möglichkeiten zur Förderung der Nachhaltigkeit sind hier zum einen abhängig vom Portfolio der angebotenen Verkehrsmittel. Zum anderen ist aber auch davon auszugehen, dass die Profitspannen abhängig vom jeweils gewählten Transportmittel differieren. Es ist also der genannte Trade-off zwischen Nachhaltigkeit und Profit zu vermuten. Trotz dieser beiden genannten Abhängigkeiten ist auch ein solches Geschäftsmodell dazu geeignet, Kunden bei einer nachhaltigen Gestaltung ihrer Mobilität zu unterstützen. Zum Beispiel bei einem Einsatz durch die Deutsche Bahn (DB), indem sie Kunden dazu bewegt die Bahn anstatt des eigenen PKW zu benutzen. Hier kann ein SusCRM dabei helfen neue Kunden zu akquirieren und Kundensegmente zu identifizieren, die für einen Wechsel vom MIV zum ÖV offen sind.

2.1.3 Citizen Relationship Management im Rahmen des Mobilitätsmanagement

Wie schon in der Einleitung beschrieben versuchen das Mobilitätsmanagement und das Mobilitätsmarketing Bürger einer Gemeinde (z.B. innerhalb einer Stadt) in der Wahl ihrer Verkehrsmittel unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu beeinflussen. Die Zielsetzung ist hier schon per se an der Nachhaltigkeit ausgerichtet und in der Regel haben Gemeinden hier keine profitorientierten Ziele. Der angesprochene Trade-off ist also auch in diesem Fall nicht existent oder nur schwach vorhanden. Interessant ist hier die Betrachtung der „Kundenbeziehung“, da es sich nicht um eine klassische „Business-to-Costumer (B2C), sondern um eine Administration-to-Citizen (A2C) Beziehung handelt. Allerdings ist der Ansatz auch hier, CRM-Methoden und Techniken z.B. zur Steigerung der Bürgerzufriedenheit einzusetzen, nicht neu und wurde beispielsweise von [19] eingehend untersucht und beschrieben.

2.2 Kennzahlen- und Datenmodellierung

Bei der Entwicklung von Kennzahlen für den hier vorgestellten Ansatz ist die zentrale Herausforderung, die Dimensionen CRM, Nachhaltigkeit und Mobilität innerhalb der Kennzahlen zu vereinen. Dies bedeutet: Es müssen zum einen Kennzahlen für die Bemessung und Bewertung der Nachhaltigkeit von Mobilität identifiziert werden und zum anderen Kennzahlen, die innerhalb des hier vorgestellten SusCRM-Ansatzes genutzt werden können.

Der schon genannte CO2-Ausstoss ist nur eine Kennzahl zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Verkehrsmitteln. Weitere Kennzahlen sind z.B. der Verbrauch von Energieressourcen, der neben der ökologischen auch die ökonomische Dimension der Nachhaltigkeit adressiert. Die Kennzahl der Lärmbelästigung wiederum hat sowohl eine ökologische als auch insbesondere eine soziale Dimension.

Neben der Vielzahl der Indikatoren ist eine weitere Herausforderung bei der Bewertung der Nachhaltigkeit und dem Vergleich von Verkehrsmitteln, dass die die tatsächlichen Werte nutzungs- und situationsabhängig sind. So ist der Energieverbrauch eines Pkw z.B. abhängig vom Fahrzeugtyp, der Fahrweise aber auch von der Streckentopographie. Weiterhin spielt die Auslastung eines Fahrzeugs eine zentrale Rolle, so ist der CO2-Ausstoss pro Person bei einer Auslastung von fünf

Personen bei einem Bus sehr viel höher als bei einem Pkw. Bei diesen Überlegungen gilt es jedoch auch zu beachten, dass für eine tatsächliche Anwendung und Messung einer Kennzahl entsprechendes Datenmaterial für die Berechnung zur Verfügung stehen muss. Diese Arbeit stützt sich daher auf die wichtigsten Indikatoren, für die Daten für durchschnittliche Fahrzeugtypen zur Verfügung stehen, z.B. bereitgestellt durch das ifeu-Institut[15]. Um verschiedene Verkehrsmittel Bus (Diesel u. Gas), Pkw (Elektro, Otto u. Diesel), Straßenbahn etc. zu vergleichen, wurde ein Verfahren zur multi-kriteriellen Analyse auf Basis von Promethee entwickelt, welches die Indikatoren gewichtet und zudem auch die Auslastung berücksichtigt. So kann für eine konkrete Reiseanfrage die tatsächlich nachhaltigste Alternative ermittelt werden [14].

Innerhalb des SusCRM sind die Kennzahlen zunächst in einem klassischen CRM-Ansatz für die Steuerung und Analyse durch den Anbieter nötig. Hierbei stehen jedoch nicht Zahlen z.B. zu Umsätzen im Vordergrund, sondern Zahlen zur Bemessung der Nachhaltigkeit. Hierfür lassen sich die oben genannten Kennzahlen heranziehen, die jedoch konkret auf den Kunden und seine entsprechenden Verbräuche abgebildet werden. Zentrale Herausforderung ist hier die Beschaffung der konkreten Werte. Die Kennzahlen bieten im Rahmen der Steuerung zum einen die Grundlage dafür, die Nachfrage durch die Platzierung kundenindividueller Angebote zu beeinflussen und zum anderen bestehende Angebote an die Kundenbedürfnisse anzupassen. Hierzu ist es notwendig die relevanten Daten zum Mobilitätsverhalten (z.B. gefahrene Strecken), den Mobilitätsmöglichkeiten (z.B. Besitz eines Pkw) und den Mobilitätspräferenzen (Flexibilität, Kosten, Nachhaltigkeit und Komfort) zu erfassen. Diese werden dann z.B. in späteren Data Mining-Analysen dazu verwendet, Kundensegmente für bestimmte Angebote zu identifizieren.

Als zentrale Aufgabe eines SusCRM wurde die Änderung des Kundenverhaltens definiert. Zudem wurde einleitend festgestellt, dass Kunden nicht ausreichend Informationen über die Auswirkungen ihrer individuellen Mobilität hinsichtlich der Nachhaltigkeit haben. Es werden in dem hier vorgestellten Ansatz daher nicht nur Kennzahlen für den Anbieter, sondern auch für den Kunden erhoben und diesem bereitgestellt. Es ist dabei wichtig, diese Kennzahlen weniger komplex zu gestalten und solche Indikatoren zu verwenden, für die der Kunde sensibilisiert ist und die er leicht interpretieren kann. Über die Information zu den konkreten CO2-Ausstössen von Reisen können Kunden, die schon hinsichtlich Nachhaltigkeit sensibilisiert sind (z.B. Green Consumers) weiter an nachhaltige Verkehrsträger gebunden werden. Über die Information zu Kostenvorteilen des ÖPV gegenüber der Nutzung des eigenen Pkw auf konkreten Strecken des Kunden können sogar neue Kunden für nachhaltige Verkehrsträger gewonnen werden und es lässt sich der Modal-Split positiv beeinflussen. Die Kennzahlen werden hier also sowohl im Sinne informationsbasierter Anreize zur Unterstützung einer intrinsischen Motivation als auch als extrinsische Anreize eingesetzt.

2.3 Prozessmodellierung

Der Closed Loop Prozess ist der zentrale Prozess des CRM. Er beschreibt die Sammlung von Daten innerhalb der operativen Kundenprozesse, deren Analyse über entsprechende Instrumente (Data Warehouse und Data Mining), die Entscheidung auf Basis der Analyse, die Operationalisierung dieser Entscheidung auf der operativen Ebene und die Schließung des Loops durch die erneute Datensammlung [12]. Der Closed Loop Prozess bildet für diese Arbeit die Ausgangsbasis für das Design der Prozesse und deren IT-gestützte Umsetzung. Zunächst ist es erforderlich, die in Kap. 2.2 dargestellten kundenbezogenen Mobilitätsdaten zu gewinnen. Um ein umfassendes Mobilitätsprofil zu erstellen, ist es notwendig, alle reisebezogenen Kundendaten zu erfassen. Dies geschieht hier über eine Applikation zur nachhaltigen Reiseplanung und -assistenz, die dem Kunden zur Verfügung gestellt

wird. Durch die teilweise automatisierte Interaktion des Kunden mit einer solchen Applikation können alle relevanten Daten gewonnen werden. Der Kunde liefert sowohl mobilitätsbezogene Stammdaten (z.B. sein Fahrzeug) als auch Transaktionsdaten über die Abfrage und Auswahl von konkreten Reiserouten sowie automatisiert über ein Geo-Tracking während der Reise. Durch die Integration der Berechnung von Nachhaltigkeitskennzahlen auf Basis der gefahrenen Routen kann die Nachhaltigkeit der Mobilität des Kunden genau bewertet werden

In den Analyseprozessen werden mittels Data Mining sowohl bestimmte Kundensegmente als auch passende Angebote für diese Gruppen identifiziert. Die kundenbezogenen Nachhaltigkeitsdaten werden auf einer aggregierten Ebene für den Anbieter und auf der individuellen Ebene für den Kunden aufbereitet. Auf dieser Basis werden dann anbieterseitig Entscheidungen getroffen, z.B. für bestimmte Marketingmaßnahmen, die innerhalb einer Marketingmaßnahme operationalisiert werden. Ein durchgängiges Beispiel für den Closed Loop im konkreten Fall wäre die Ermittlung von Kunden, die eine regelmäßige Wegstrecke mit dem Pkw bewältigen und kostensensibel sind. Diesen wird ein Rabatt für eine konkrete ÖPV-Alternative über eine Marketingkampagne angeboten, mit der sie die Wegstrecke günstiger als mit dem Pkw bewältigen können.

Um auf das Kundenverhalten effektiv einzuwirken, wurden verschiedene Anreizsysteme hinsichtlich ihrer Anreizwirkung über verschiedene Motivstrukturen untersucht. Tabelle eins zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchung.

Anreizarten (Motivstrukturen)	**Kundengewinnung** (MIV-Kunden zu nachhaltigen Mobilitätsformen überführen)	**Kundenbindung** (Nachhaltiges Mobilitäts-verhalten bestärken)
Belohnungsbasierte Anreize	Extrinsisch	Extrinsisch
Spiel- u. Wettbewerbs-basierte Anreize	-	Extrinsisch
Soziale Anreize	-	Extrinsisch
Informationsbasierte Anreize	Instrumentell	Instrumentell, Extrinsisch Intrinsisch

Tabelle 1: Anreizarten zur Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens

Zentrales Ziel der Anreizsysteme ist es, auf das Mobilitätsverhalten der Kunden im Rahmen der Dimensionen Kundenbindung und Kundengewinnung Einfluss zu nehmen. Belohnungsbasierte Anreize wirken in beiden Dimensionen auf eine extrinsische Weise. Zum Beispiel durch die Etablierung eines Bonussystems, welches nachhaltiges Reiseverhalten mit Bonuspunkten belohnt, welche dann in Incentives oder Rabatte eingetauscht werden können. Von besonderer Bedeutung sind die schon erwähnten informationsbasierten Anreize, da diese sowohl instrumentelle als auch extrinsische und intrinsische Motivation unterstützen. Die instrumentelle Motivation wird dadurch begründet, dass für den Kunden Mobilität eine Transportfunktion zur Verwirklichung bestimmter Ziele (z.B. das Erreichen des Arbeitsplatzes) erfüllt. Durch bessere Informationen z.B. zum ÖPV in Echtzeit wird diese Transportfunktion besser erfüllt. Die hier vorgestellten Anreizsysteme müssen in einen IKT-Ansatz integriert werden. Die Ausgestaltung eines solchen Anreizmoduls innerhalb einer Softwareapplikation ist ausführlich beschrieben in Wagner vom Berg et al. [25]. Ergänzend ist zu erwähnen, dass die Anreizsysteme nicht nur für die Förderung nachhaltigen Mobilitätsverhaltens

eingesetzt werden, sondern auch Anreize für die Nutzung der Applikationen und die Preisgabe von mobilitätsbezogenen Daten setzen.

2.4 Konzeptionelle CRM-Architektur

Zur Abbildung der in den vorherigen Kapiteln skizzierten Kennzahlen und Prozesse wurde eine CRM-Architektur konzipiert, welche in Abbildung zwei dargestellt ist.

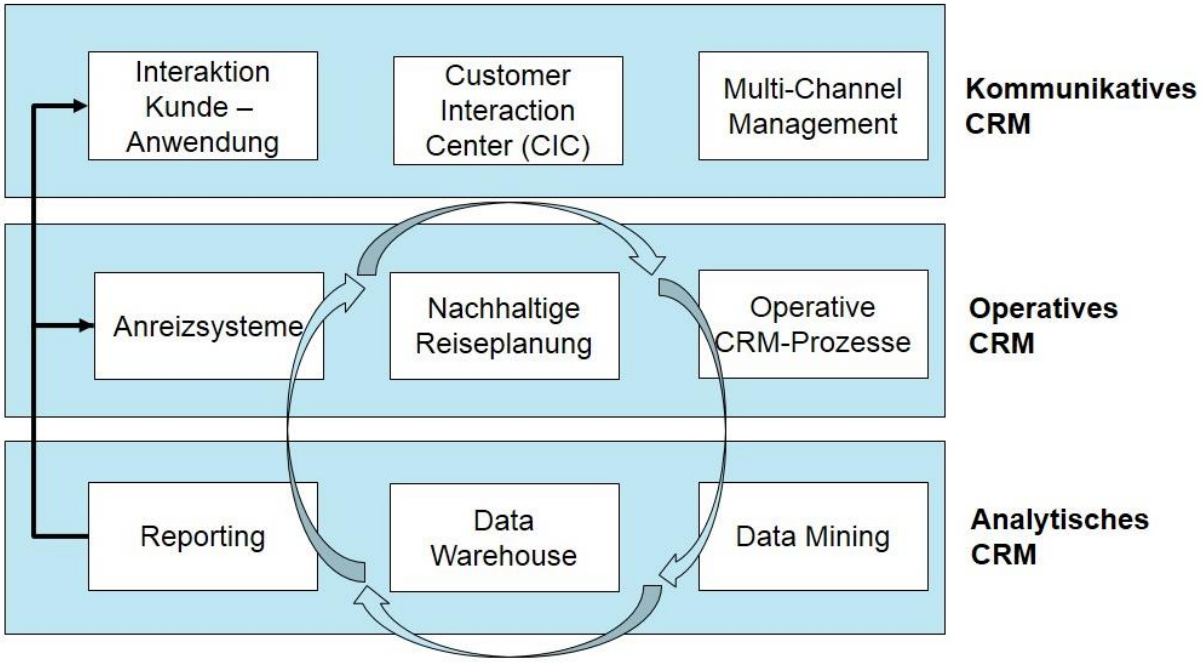


Abbildung 2: Konzeptionelle Architektur eines SusCRM für nachhaltige Mobilität

Ausgangspunkt für die Entwicklung der Architektur bildet die Referenzarchitektur des CRM mit seinen kommunikativen, operativen und analytischen Ebenen. Zentrale Erweiterungen der klassischen CRM-Architektur im Rahmen eines SusCRM für nachhaltige Mobilität sind die schon angesprochene nachhaltige Reiseplanung und die Anreizsysteme auf der kommunikativen Ebene. Die nachhaltige Reiseplanung ist dabei in erster Linie ein Instrument zur Erhebung kundenbezogener Mobilitätsdaten in Verbindung mit Nachhaltigkeitsdaten. Diese Daten werden im Rahmen des Closed Loop (in der Abbildung durch die blauen Pfeile dargestellt) in der Analyseschicht mit den Komponenten Data Warehouse und Data Mining weiterverarbeitet, die auch in der Referenzarchitektur wiederzufinden sind. Eine zusätzliche Erweiterung stellt dabei dar, dass die in Reports aufbereiteten Analysedaten nicht nur dem Anbieter im Rahmen der Entscheidungsfindung, sondern auch dem Kunden im Rahmen der der Anreizsetzung bereitgestellt werden. Dies geschieht im Rahmen einer Anwendung zur Interaktion und Informationsbereitstellung auf der kommunikativen CRM-Ebene. Über diese Anwendung werden auch die Funktionen der Reiseplanung bereitgestellt und die verschiedenen angesprochen Anreize operationalisiert.

Aber auch die klassischen Elemente der Referenzarchitektur müssen innerhalb der Architektur erhalten bleiben. So werden auf der operativen Ebene die CRM-Prozesse für Sales, Service und Marketing Automation abgebildet. Auf der kommunikativen Ebene sind ein Customer Interaction Center (CIC) zur Ermöglichung der persönlichen Kommunikation mit dem Kunden, z.B. zur

persönlichen Mobilitätsberatung und ein Multi-Channel-Management zur Operationalisierung von Marketingkampagnen, z.B. über E-Mail konzipiert.

3 Softwarearchitektur eines Sustainability CRM für Mobilität

Zur Umsetzung der in Kapitel 2.4 vorgestellten konzeptionellen CRM-Architektur wurde eine Softwarearchitektur entwickelt, die mit seinen einzelnen Komponenten in Abbildung drei dargestellt ist.

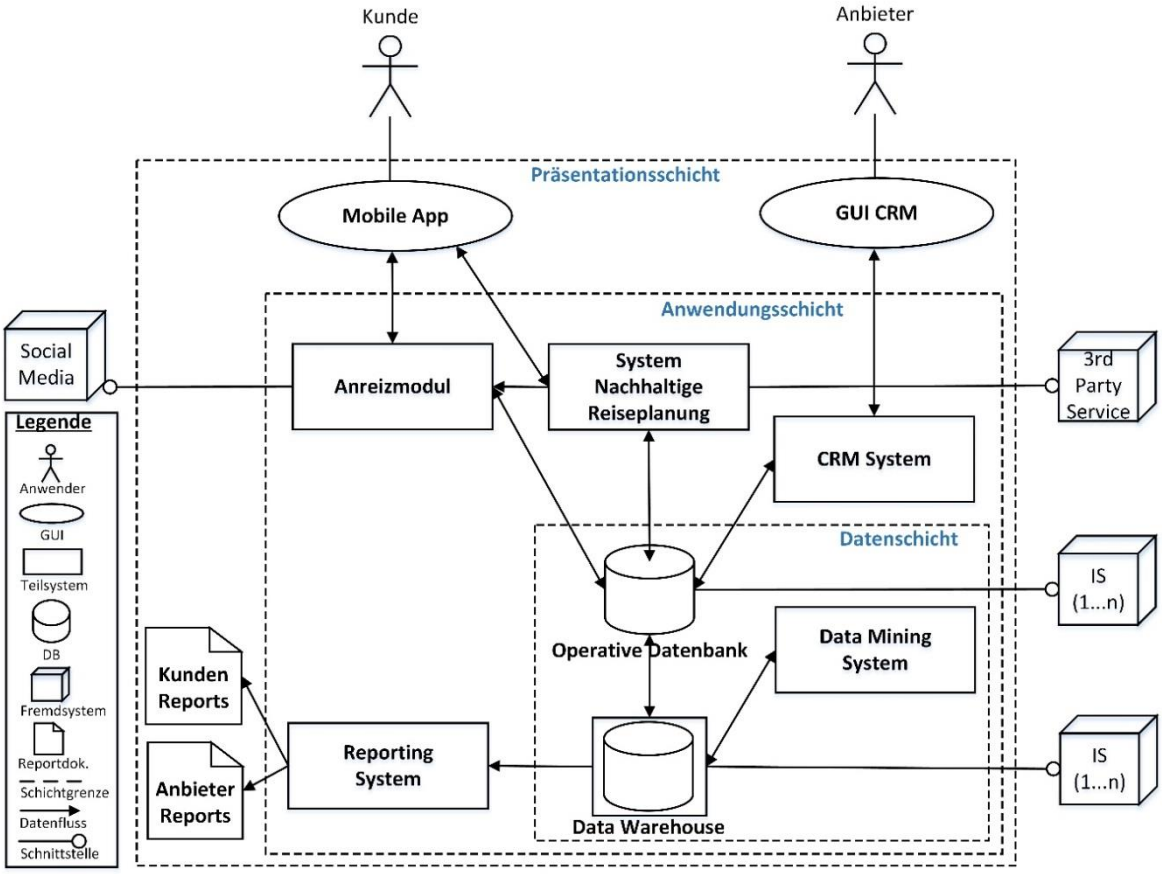


Abbildung 3: Softwarearchitektur eines SuSCRM für nachhaltige Mobilität

Der Aufbau der Softwarearchitektur orientiert sich dabei an einer klassischen Drei-Schichten-Architektur. In der Datenschicht bildet die operative Datenbank das zentrale Element zur Verbindung der einzelnen Elemente der Architektur. Dies wird dadurch möglich, dass im Rahmen der Closed Loop-Konzeption die Beschaffung und Analyse von Daten und wiederum die Operationalisierung auf Basis von Analysedaten im Vordergrund steht. Dies führt teilweise zu einer loosen Kopplung der einzelnen Komponenten, da beispielsweise ein Anreizmodul ersetzt werden kann, ohne dass Änderungen am CRM-System erforderlich sind. Das Data Warehouse stellt Daten historisiert zur Verfügung und ermöglicht OLAP-Operationen und Aggregationen. Das Data Mining System ermöglicht Analysen des Clustering, der Klassifikation und Assoziation, z.B. zur Bildung von Kundensegmenten.

Um die in den vorherigen Kapiteln definierten Prozesse zu unterstützen, muss das Reiseplanungsmodul Funktionalitäten bereitstellen, die es dem Kunden ermöglichen, multi- bzw. auch

intermodale Reisen auf Basis von Start-/Zieleingaben zu planen. Hierfür ist die Anbindung von 3rd-Partyservices erforderlich, wie z.B. Kartenservices und Fahrplandaten zu verschiedenen Verkehrsmodi. Zur Abbildung wettbewerbsbasierter und sozialer Anreize verfügt das Anreizmodul über eine Schnittstelle zu sozialen Netzwerken. Neben diesen beiden Komponenten befinden sich in der Anwendungsschicht ein CRM-System zur Abbildung der operativen CRM-Prozesse und ein Reportingsystem zur Aufbereitung der Analyseergebnisse. Hierbei können Standardsoftwaresysteme zum Einsatz kommen. In der Präsentationsschicht befindet sich eine mobile Applikation zur Interaktion mit dem Endkunden, da Reisen auch von unterwegs geplant werden müssen. Für die Interaktion mit dem Anbieter eignet sich die GUI eines Standard-CRM-Systems. Dieses ermöglicht ihm den Zugriff auf operative Kundendaten innerhalb einer Kundenakte und unterstützt ihn z.B. bei der Durchführung individueller Beratungsgespräche. Anbieterreports können auch in die CRM-GUI eingebettet werden, Kundenreports können innerhalb der mobilen Applikation angezeigt werden.

4 Prototypische Implementierung und Evaluation

Die im vorherigen Kapitel vorgestellte Softwarearchitektur wurde weitgehend in der dargestellten Form umgesetzt. So wurde eine multimodale Reiseplanung mit einem agentenbasierten Framework realisiert, welche die Ausgabe verschiedener (intermodaler) Routen mit Informationen zu Kosten und Nachhaltigkeit sowie die Hervorhebung besonders nachhaltiger Routen umfasst. Es wurde ein Standard-CRM-System in Form von Microsoft Dynamics CRM 2011 angebunden, welches neben anderen Funktionen auch die Anzeige operativer Daten wie z.B. Kennzahlen zur Nachhaltigkeit einzelner gefahrener Routen in der Kundenmaske beinhaltet. Alle operativen Daten werden in der Datenbank des CRM-Systems gespeichert. Als Userinterface wurde eine Web-App auf Basis von Jquery mobile entwickelt [16]; [26]; [27]. Weiterhin wurde die Architektur um analytische Komponenten ergänzt, die ein Data Warehouse auf Basis des MS SQL Servers 2012 und ein Data Mining System in Form von IBM SPSS umfassen. Es wurden Anbieterreports auf Basis der MS SQL Server Reporting Services und Excel implementiert, sowie BI Self Services auf Basis von Qlikview. Für die Erstellung von Webreports für den Anwender wurde eigens eine REST API entwickelt. Für die Erzeugung von Simulationsdaten wurde ein Datengenerator implementiert, der Routendaten um Kundenstammdaten wie z.B. demographische Daten auf Basis verschiedener Zufallsalgorithmen anreichert. Diese Daten wurden im Rahmen von Data Mining Analysen für die Bildung von Clustern (z.B. „Mittelstand mit Auto“ oder „Preisbewusst ohne eigenes Auto“), die Implementierung von Klassifizierungsalgorithmen (z.B. „besitzt E-Bike“) sowie Assoziationsanalysen z. B. zum Auffinden von Zusammenhängen zwischen Nutzereigenschaften und Verkehrsmitteln genutzt [8]. Auch die Anreizkomponente wurde prototypisch implementiert und umfasst neben der Realisierung aller genannten Anreizsysteme ein sogenanntes „Mobility-Twitter“, das dem Anwender ermöglicht, selbst Verkehrsnachrichten zu verfassen (z.B. „Bus 301 ist ausgefallen“) und diese mit Kunden in der Nähe zu teilen [25].

Mit der prototypischen Implementierung wurde die technische Umsetzbarkeit der Architektur demonstriert. Für die weitere Evaluation werden die Handlungsoptionen für die drei in Kap. 2.1 genannten Anwendungsfälle untersucht, indem zunächst die Ist-Zustände untersucht werden, um zu ermitteln, wie ein SusCRM in der hier vorgestellten Weise konkret eingesetzt werden kann. Dies erfolgt in Form der Ausarbeitung konkreter CRM-Strategien sowie der Untersuchung der beteiligten Stakeholdergruppen und der möglichen Auswirkungen auf die Mobilität. Hierzu werden unterstützend Expertenbewertungen erhoben. Darüber hinaus wird die vorgestellte Architektur innerhalb des Anfang 2013 gestarteten und durch die Bundesregierung geförderten Forschungsprojekts „Schaufenster

Elektromobilität Niedersachsen“ vollständig umgesetzt. Die Carl von Ossietzky Universität Oldenburg ist hier verantwortlich für das Arbeitspaket „Kundenorientierte Mobilität“ im Teilprojekt IKT Services. Das Schaufenster-Projekt vereint ca. 120 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft, wie z.B. VW, Johnson Controls oder das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. Im Schaufenster wird das hier beschriebene SusCRM-Modell im Rahmen eines Informationsservices für nachhaltige Mobilität eingesetzt, der durch die Carl von Ossietzky Universität Oldenburg angeboten wird (s. Kap 2.1.1). Es wird weiterhin die Verwendung durch das Teilprojekt Mobilitätskarte (VW u. uestra – Hannoversche Verkehrsbetriebe) im Rahmen eines Geschäftsmodells wie in Kap. 2.1.2 beschrieben eruiert.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von den drei in der Einleitung formulierten Zielen wurden in dieser Arbeit folgende Ergebnisse dargestellt. Für Ziel eins wurden Kennzahlen und Daten skizziert, ein CRM-Prozessmodell auf Basis des Closed Loop Prozesses, sowie drei Geschäftsmodelle für Evaluationsszenarien vorgestellt. Für das Ziel zwei wurde ein Modell für ein Anreizsystem entwickelt sowie das Konzept der reportingbasierten Anreize vorgestellt. Für das Ziel drei wurden ein Architekturmodell sowie die prototypische Umsetzung dargestellt.

Als anschließende Arbeit ist es denkbar, die vorgestellte Architektur z.B. Rahmen der Bestätigung eines Konsortiums innerhalb des Schaufensters für Elektromobilität zu einer Referenzarchitektur auszubauen. Als Folgeaktivität ist die Anpassung des Ansatzes im Rahmen eines Multi-Provider-Konzepts für multimodale Mobilitätsdienstleistungen zu untersuchen, wo sich interessante Fragestellungen durch die geteilte Kundenbeziehung, die geteilten Kundendaten, verteilte CRM-Systeme und die unterschiedliche Nachhaltigkeit der Angebote ergeben. Da sich der hier vorgestellte Ansatz auf einer eher operativen Ebene bewegt, wäre auch die Integration eines strategischen Managementinstruments sinnvoll, wie beispielsweise einer Sustainability Balanced Scorecard [7]. Letztlich ist auch zu untesuchen, ob und wie aus dem hier konkreten Anwendungsfall der Mobilität ein generischer Ansatz für ein SusCRM abgeleitet werden kann.

6 Literatur

[1] Belz F, Peattie K (2009): Sustainability Marketing. a global perspective. Wiley, West Sussex.

[2] Dangschat JS, Sergert A (2011): Nachhaltige Alltagsmobilität. Soziale Ungleichheiten und Milieus. Österreichische Zeitschrift für Soziologie:55–73.

[3] De Boor (2001) Ein starker Auftritt des RBB. Der Nahverkehr(05).

[4] Deutscher Bundestag (1998): Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlussbericht der Enquête-Kommission “Schutz des Menschen und der Umwelt“. Universitäts-Buchdruckerei, Bonn.

[5] EEA Energy Environment Agency (2011): Transport final energy consumption by mode. http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-final-energy-consumption-by-mode/assessment. Abruf am 2013-06-08.

[6] EPOMM European Plattform on Mobility Management (2007): Mobility Management: a Definition. The Definition of Mobility Management and the Categorisation of Mobility

Management Measures as approved by the MAX-consortium and EPOMM. http://www.epomm .eu/docs/mmtools/MMDefinition/MMDefinition_english.doc. Abruf am 2013-06-13.

[7] Figge F, Hahn T, Schaltegger S, Wagner M (2002): The Sustainability Balanced scorecard. Linking Sustainability Management to Business strategy. In: Business Strategy and the Environment, 2002 (11), S. 269–284.

[8] Gieselmann T, Severith M, Wagner vom Berg B, Marx Gómez J (2013): Data Mining in the Closed-Loop CRM-Approach for Improving Sustainable Intermodal Mobility. In: Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability.

[9] Grant J (2007): The Green Marketing Manifesto. John Wiley & Sons Ltd, England.

[10] Gräuler M, Teuteberg F, Mahmoud T, Marx Gómez J (2012): Anforderungspriorisierung und Designempfehlungen für Betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation – Ergebnisse einer explorativen Studie. In: Mattfeld DC, Robra-Bissantz S (Hrsg) MKWI 2012.

[11] Hilty LM (2010): Information and Communication Technologies for a more Sustainable World. In: Haftor D, Mirjamdotter A (Hrsg) Information and Communication Technologies. Society and Human Beings: Theory and Framework. Hershey, New York.

[12] Hippner H, Wilde KJ (2006): Grundlagen des CRM. Konzepte und Gestaltung. Gabler, Wiesbaden.

[13] International Transport Forum (2010): Transport Outlook 2010. The Potential for Innovation. http://www.internationaltransportfoum.org/. Abruf am 2013-06-13.

[14] Kölpin S, Stamer D, Wagner vom Berg B (2013): Using key performance indicators and multi-criteria decision analysis to compare the sustainability of mobility. In: ITEE 2013.

[15] Lambrecht U, Diaz-Bone H, Höpfner U (2001). Bus, Bahn und Pkw auf dem Umweltprüfstand. Heidelberg: iFeu Heidelberg.

[16] Memari A, Wagner vom Berg B, Marx Gómez J (2011): Sustainable CRM for Mobility Services based on SOA architecture. In: ITEE 2011. Proceedings of the 5th International Symposium on Information Technologies in Environmental Engineering. Springer, Poznan.

[17] Müller-Christ G, Hülsmann M (2007): Nachhaltigkeit und Widersprüche. Eine Managementperspektive. LIT Verlag, Hamburg.

[18] Ruhwinkel M (2012): Sustainable Customer Relationship Management (susCRM). in research and practice. In: Annual International Conference on Human 2012.

[19] Schellong A (2008): Citizen Relationship Management. Peter Lang, Frankfurt am Main.

[20] Speshock, CH (2010): Empowering Green Initiatives with IT: A Strategy and Implementation Guide. New York.

[21] Schreiner M (2007): Multimodales Marketing nachhaltiger Mobilität als Teil integrierten Mobilitätsmanagements. Dissertation. Verlag MetaGIS-Systems, Mannheim.

[22] Statistisches Bundesamt (2013): Verkehr auf einen Blick. https://www.destatis.de/DE/ Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/ BroschuereVerkehrBlick008000613 9004.pdf?__blob=publicationFile. Abruf am 2013-06-13.

[23] Thomson AA, Strickland III AJ, Gamble JE (2010): Crafting and Executing Strategy. McGraw-Hill, New York.

[24] Timmers P (1999): Electronic Commerce- Strategies and Models for Business- to- Business Trading. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.

[25] Wagner vom Berg B, Norrenbrock R, Marx Gómez J (2013): Incentive Scheme within a Sustainability CRM for Mobility. In: Enviroinfo 2013.

[26] Wagner vom Berg B, Stamer D (2012): Sustainability CRM. A casestudy in the mobility sector. In: Proceedings European, Mediterranean & Middle Eastern Conference on Information Systems.

[27] Wagner vom Berg B, Stamer D, Marx Gómez J (2012): Förderung nachhaltiger Mobilität durch ein Sustainability CRM. In: Wolgemuth V, Lang C, Marx Gómez J (Hrsg) Konzepte, Anwendungen, Entwicklungstendenzen von betrieblichen Umweltinformationssystemen. Shaker Verlag, Aachen.

Konzeption eines Green Storage Dashboards

Christoph Röder

Technische Universität Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin,
E-Mail: roeder.christoph@gmail.com

Koray Erek

Technische Universität Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin,
E-Mail: koray.erek@tu-berlin.de

Rüdiger Zarnekow

Technische Universität Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin,
E-Mail: rüdiger.zarnekow@tu-berlin.de

Abstract

Der Digitalisierungstrend in der Medienbranche und das damit einhergehende Informationswachstum erschweren die Entscheidungsunterstützung in Unternehmen. Managementorientierte Dashboards können hierbei Abhilfe schaffen, indem Informationen übersichtlich aggregiert und sowohl Nutzer als auch Entscheidungsträger bei der Interpretation großer Informationsmengen unterstützt werden. In diesem Artikel wird eine Konzeption für den Aufbau eines Green Storage Dashboards für die Storage-Abteilung eines großen deutschen Medienunternehmens erarbeitet. Anhand von sechs Experteninterviews im Rahmen einer Einzelfallstudie werden die Unternehmensanforderungen an das Dashboard evaluiert und deren effiziente Umsetzung dokumentiert. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wird ein Prototyp mit Sicht- und Komplexitätsebenen konzeptioniert und Empfehlungen hieraus abgeleitet.

1 Einleitung

Die Bewältigung der Informationsflut, mit der Mitarbeiter und Entscheidungsträger täglich in Unternehmen konfrontiert werden, stellt eine wesentliche Herausforderung dar. So betonen Rasmussen et al. „We now live in an information society, and more than ever managers are inundated with data. For managers to make the best possible decisions in the shortest amount of time, it is essential to turn data into structured information and then present this information to them in a format that is easy to read and that supports analysis." [10]

Vor diesem Hintergrund untersucht dieser Artikel die Storage-Abteilung eines internen IT-Dienstleisters (IT – Informationstechnologie) eines großen deutschen Medienunternehmens. Der Begriff Storage umfasst dabei die Infrastruktur, Systeme und organisatorische Aspekte, die für eine Aufbewahrung und Verwaltung von großen Datenbeständen notwendig sind. Derzeit existiert bei der betrachteten Storage-Abteilung kein übergreifendes Managementtool zur einheitlichen Sammlung, Auswertung und Verwaltung der täglich anfallenden (strategischen) Informationen. Hier wurden deutliche Verbesserungspotenziale festgestellt, die bspw. durch ein Dashboard ausgeschöpft werden können. Der Artikel geht der Forschungsfrage nach, wie ein Green Storage Dashboard für diesen Storage-Bereich ausgestaltet sein muss, um den Nutzen der Endanwender unter Berücksichtigung der Unternehmensziele zu maximieren. Das Dashboard soll die anfallenden Informationen der Storage-Abteilung mit seiner heterogenen Hard- und Softwarestruktur übersichtlich gestalten, bündeln, verwalten und komfortabel nutzbar machen. Damit sollen Optimierungspotenziale geschaffen werden, um Arbeitsschritte zu automatisieren und frei werdende Ressourcen effizienter einsetzen zu können. Dieser Beitrag bietet somit dem Management der betrachteten Storage-Abteilung eine Hilfestellung bei der Entscheidung über einen möglichen Einsatz eines Green Storage Dashboards. Die Erkenntnisse hieraus können auch auf andere Unternehmen übertragen werden. Neben den Managementthemen wird das Thema Green IT im Hinblick auf den Bereich Energieeffizienz wichtiger und wird in der Konzeption des Dashboards berücksichtigt. Dabei ist das Thema Storage von der Forschung kaum erschlossen, gewinnt aber durch den wachsenden Bedarf an hochperformanten Speicherlösungen stetig an Bedeutung. Da das untersuchte Unternehmen zukünftig den Energieverbrauch ihrer Storage-Systeme mit in eine verbrauchsbezogene Verrechnung ihrer Storage-Leistungen einbeziehen will, ist die Erhebung von Energiekennzahlen wichtig. Auch die Nachhaltigkeitsbestrebungen des Unternehmens stellen das Thema Green IT vermehrt in den Fokus unternehmerischer Bemühungen und erfordern neue nachhaltige Lösungen, wie bspw. ein Green Storage Dashboard. Die Anforderungen der Endanwender an das Dashboard wurden durch strukturierte Experteninterviews erhoben. Die Auswertung der Interviews erfolgte mittels einer qualitativen Inhaltanalyse nach Gläser / Laudel (vgl. Kapitel 3). Zusammen mit einer Istanalyse der technischen und organisatorischen Gegebenheiten des Dashboard-Umfeldes (vgl. Kapitel 4), den theoretischen Grundlagen zu Dashboards (vgl. Kapitel 2) und Erkenntnissen der Interviewauswertung (vgl. Kapitel 5) ergibt sich die angestrebte Konzeption des Green Storage Dashboards (vgl. Kapitel 6).

2 Theoretische Grundlagen zum Monitoring von Storage-Lösungen

In einer Zeit in der es weniger ein Problem ist Informationen über den laufenden Geschäftsprozess zu sammeln, als diese sinnvoll zu verarbeiten, gewinnen betriebliche Informationssysteme zur intelligenten Datenaggregation an Bedeutung. Malik fasst dies zutreffend zusammen: „It is a well-established management principle that you cannot manage what you cannot measure. […] That is where enterprise dashboards come in." [6] Es gibt keine allgemeingültige Definition für Dashboards,

aber verschiedene Ansichten darüber, welche Eigenschaften ein Dashboard kennzeichnen. So definiert Few Dashboards folgendermaßen: „A dashboard is a visual display of the most important information needed to achieve one or more objectives; consolidated and arranged on a single screen so the information can be monitored at a glance.“ [12] Er fokussiert sich dabei auf die Kernfunktionalität von Dashboards, die visuelle Darstellung von Kennzahlen. Er hebt hervor, dass die Informationen übersichtlich, auf einen Blick, erfassbar sein sollten. Wayne Eckerson bezieht in seiner Definition weitere Eigenschaften ein: „A performance dashboard is a layered information delivery system that parcels out information, insights, and alerts to users on demand so they can measure, monitor, and manage business performance more effectively.“ [2] Hiernach sollen Dashboards grundsätzlich die Aufgaben Monitoring, Analyse und Management unterstützen. Eckerson ordnet den verschiedenen Aufgaben eigene Ansichten im Dashboard zu, sodass diese Aufgaben nicht getrennt, sondern oft in einer einzelnen integrierten Anwendung erfüllt werden. Ein Dashboard soll die Kennzahlen einer Unternehmung erfassen und übersichtlich präsentieren (Monitoring). Kennzahlen bilden als Messinstrumente der Zielerreichung [1] die Kernelemente des Dashboards. Sie sind dazu gedacht, Informationen komprimiert darzustellen, sodass dem Anwender ein schneller, umfassender Blick über seinen Arbeitsbereich ermöglicht wird, und helfen auch bei der Fehleranalyse. Das macht Kennzahlen zu einem wichtigen Werkzeug für die Beurteilung und Steuerung von IT-Bereichen [4], auch unter Berücksichtigung der Umweltentlastung des Einsatzes und der Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) (Green IT) [15]. Eine kompakte Startseite bündelt alle relevanten Informationen und ermöglicht dem Nutzer eine unmittelbare Übersicht über alle wichtigen Fakten. Außerdem soll es dem Anwender möglich sein, Abweichungen von den Sollwerten durch eine genaue Analyse der zugrunde liegenden Daten aufzudecken (Analyse) und Informationen Hierarchie übergreifend auszuwerten. Durch die Bereitstellung notwendiger Informationen unterstützen Dashboards das Management bei einer schnellen und fundierten Entscheidungsfindung (Management): „Give me all the data I want, but only what I need, and only when I really need it.“ [2]

2.1 Mehrschichtiger Aufbau des Dashboards

Eckerson [2] führt in seiner Definition den mehrschichtigen Aufbau eines Dashboards ein. Jedem Benutzer wird genau das Maß an Informationen zur Verfügung gestellt, welches er für die Erfüllung seiner Aufgaben benötigt. Eckerson verdeutlicht das am **MAD**-System (vgl. Bild 1).

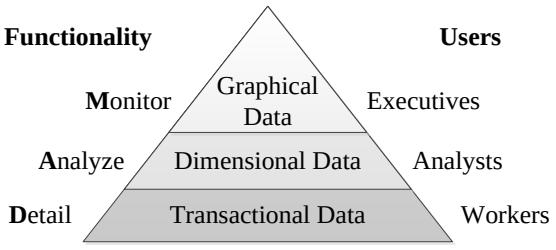


Bild 1: MAD-System (in Anlehnung an [2])

Die oberste Schicht (**M**onitor) dient der übersichtlichen Darstellung der Daten (ca. ein Dutzend Kennzahlen [2]). Auf der nächstniedrigeren Stufe (**A**nalyze) können die Kennzahlen jeweils durch weitere Daten, oft mehrdimensional, angereichert und analysiert werden. In der letzten Stufe (**D**etail) können die Daten aus der **A**nalyze-Stufe durch zusätzliche, detailliertere Daten, aufbereitet werden. Jede dieser Stufen ist üblicherweise einer Hierarchieebene zugeteilt. Um detailliertere Informationen zu erhalten, lassen sich die hierarchisch niedrigeren Informationsebenen aufrufen.

2.2 Erfolgsfaktoren

Shaden Malik führt die wesentlichen Erfolgsfaktoren mit dem Akronym **SMART** ein und erweitert diese Liste um weitere wünschenswerte Eigenschaften von Dashboards, die er mit **IMPACT** umschreibt [6]. In Tabelle 1 werden anhand des **SMART-IMPACT**-Konzeptes die Erfolgsfaktoren von Dashboards eingeführt.

3 Forschungsmethodisches Vorgehen

Dem Beitrag wird das erkenntnistheoretische Paradigma der gestaltungsorientierten Forschung zugrunde gelegt, bei der die Erkenntnisgewinnung durch Konstruktion und Evaluation von

Tabelle 1: SMART-IMPACT-Konzept (in Anlehnung an [6])

SMART	**S**yner-getic	Die Aggregation der Informationen durch ein Dashboard muss so erfolgen, dass sie dem Nutzer einen umfassenden Überblick über die darzustellende Situation aus verschiedenen Blickwinkeln ermöglicht.
	Monitor KPIs	Key Performance Indicators (Kennzahlen, KPIs), werden durch das Dashboard dargestellt. Für eine gute Übersichtlichkeit dürfen ausschließlich die notwendigen KPIs dargestellt werden.
	Accurate	Die Anwender werden das Dashboard nur verwenden, wenn sie Vertrauen in die Technik und die präsentierten Informationen haben. Daher müssen die gelieferten Daten korrekt und die verwendeten Systeme zuverlässig sein.
	Respon-sive	Ein Dashboard muss auf definierte Grenzwerte der KPIs aktiv reagieren können. (bspw. durch Warnmeldungen bei Grenzwertüberschreitungen)
	Timely	Die Informationen müssen immer zur Verfügung stehen, wenn sie vom Anwender gebraucht werden (Anwenderspezifische Aktualität der Informationen).
IMPACT	**I**nteractive	Die Gestaltung eines Dashboards sollte eine Interaktion des Nutzers mit dem System ermöglichen. Es sollte beispielsweise möglich sein, sich weitere Details zu einer KPI anschauen zu können (Drill-Down).
	More data history	Um eine Voraussage des Dashboards über zukünftige Werte treffen zu können, muss das System Daten sammeln können. Aus diesen historischen Daten lassen sich Trends und Vorhersagen ableiten.
	Perso-nalized	Das Dashboard sollte auf die Benutzer und deren Aufgabenbereiche abgestimmte Inhalte und Oberflächen zur Verfügung stellen.
	Analytical	Das Dashboard sollte dem Nutzer ermöglichen, durch ein interaktives und intuitives Interface KPIs analysieren zu können. Dazu gehören Möglichkeiten, sich Kennzahlen mithilfe weiterer detaillierter Daten im Kontext anzeigen zu lassen und Vergleiche ziehen zu können.
	Collabo-rative	Eine Kommunikation und Kooperation der Nutzer untereinander sollte durch Funktionen des Dashboards gefördert werden.
	Track-ability	Für jeden Anwender sind andere KPIs von Interesse. Daher sollte jeder Nutzer selbst festlegen können, welche Kennzahlen er überwachen möchte und angezeigt bekommt.

Informationssystemen in Form von Modellen, Konstrukten, Methoden und Instanziierungen im Vordergrund steht [11][12][14]. Im Gegensatz zur verhaltensorientierten Forschung wird somit (pro aktiv) ein Gestaltungsziel verfolgt mit dem Ergebnis, ein Artefakt (hier: Green Storage Dashboard) zu erstellen und diese im Anwendungskontext zu evaluieren, um ein praktisches Problem erklären und lösen zu können [9][12]. Da das Forschungsgebiet nicht vollständig wissenschaftlich erschlossen ist, ist die Arbeit durch ein exploratives Vorgehen gekennzeichnet, indem im Sinne der Triangulation mit verschiedenen vorrangig qualitativen Methoden gearbeitet wurde. Die vorherrschenden Methoden sind Desk-Research, Experteninterviews und Prototyping, um Erkenntnisse zur Konstruktion eines übertragbaren Ansatzes zu generieren. Studien belegen, dass Management-Dashboards oft als Individualsoftware hergestellt werden oder eine bestehende Software modifiziert wird [2]. Deshalb ist es wichtig, die Anforderungen der Endanwender des Dashboards zu kennen und das Dashboard an die spezifischen Bedürfnisse des Unternehmens anzupassen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Expertengespräche mithilfe strukturierter Leitfäden durchgeführt, um die Anforderungen zu erheben. Die Interviews wurden aufgenommen, transkribiert und anschließend mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Gläser / Laudel ausgewertet [5][8]. Hierbei wurden diejenigen Angestellten als Experten identifiziert, die über relevantes (Fach-)Wissen zur Erstellung eines Dashboards für den Storage-Bereich verfügen. Rasmussen et al. weisen darauf hin, dass die Interdependenzen zwischen den einzelnen betroffenen Teilbereichen der Unternehmung groß sein können [10]. Demnach sollten die Gesprächspartner von verschiedenen Hierarchieebenen kommen. Da außerdem unterschiedliche Hierarchieebenen auch spezifische Ansprüche an das Dashboard haben, wird dieses Vorgehen umso wichtiger. Folglich wurden insgesamt sechs Interviews mit Experten von verschiedenen Hierarchieebenen und mit unterschiedlichen Aufgabenbereichen geführt. Dabei entfielen drei Interviews auf die operative Ebene (**D**etail-Ebene) im Bereich Storage. Zwei Interviews wurden mit Experten auf der taktischen Ebene (**A**nalyse-Ebene) und ein Interview mit einem Experten der strategischen Ebene (**M**onitor-Ebene) geführt.

4 Fallstudie: Interner IT-Dienstleister eines großen Medienunternehmens

Die Fallstudie betrachtet die Storage-Abteilung des internen IT-Dienstleisters eines in Europa führenden multimedial integrierten Medienunternehmens. Mit der voranschreitenden Digitalisierung der Medienangebote wird Green IT zunehmend wichtig für die Nachhaltigkeitsstrategie des Unternehmens. Die Planung und Umsetzung von Green IT-Maßnahmen obliegt dem betrachteten Dienstleister. Dieser ist für den Betrieb, die Beratung und die Entwicklung der IT des Medienunternehmens zuständig und steht den anderen Geschäftsbereichen bei der Umsetzung von Projekten bei IT-Fragen beratend zur Seite. Der Dienstleister ist funktional organisiert und zeichnet sich durch eine flache Hierarchie aus. Der Storage-Bereich ist einer technisch orientierten Abteilung zugeordnet und ist dafür zuständig, die Storage-Anforderungen für alle im gesamten Medienunternehmen angebotenen IT-Leistungen zu erfüllen. Der Dienstleister ist als Cost Center organisiert und stellt den Geschäftsbereichen des Dienstleisters bzw. anderen IT-Abteilungen und Geschäftsbereichen die Storage-Leistungen im Rahmen eines internen Verrechnungswesens zur Verfügung. Dabei werden momentan die erstellten Speicherleistungen nach Kapazität verrechnet, wobei sich die Preise nach der gewählten Performanceklasse richten. Der Aufbau, die Erweiterung und die Pflege der mit dem Storage assoziierten IKT-Systeme werden von der Storage-Abteilung übernommen. Dazu gehören sowohl die Storage- und Backup-Systeme als auch die dazugehörige Infrastruktur (z.B. Storage Area Network - SAN). Die Kundenbetreuung sowie die Akquise obliegen ebenfalls den Mitarbeitern der Storage-Abteilung. Das Green Storage Dashboard unterstützt die

Storage-Abteilung beim IT-Management und hilft zudem bei der Umsetzung und Überwachung von Green IT Maßnahmen.

5 Erkenntnisse aus den Expertengesprächen

Das Dashboard sollte laut den interviewten Experten **SMART** sein, d.h., es soll grundsätzlich das Ziel verfolgt werden, eine Arbeitserleichterung für die Anwender zu schaffen, indem das Dashboard aggregierte Informationen in der ersten Ansicht unmittelbar visualisiert, um eine schnelle Entscheidungsgrundlage zu schaffen (**S**ynergetic). Durch ein Ebenen-System mit Drill-Down-Funktionalitäten und einem Individualisierungskonzept wird sichergestellt, dass alle wesentlichen Kennzahlen dargestellt werden (**M**onitor KPIs). Zur Lieferung korrekter Ergebnisse sollen die Software und die zugrunde liegende Technik des Dashboards zuverlässig sein (**A**ccurate). Die Experten sind sich uneinig, in welchem Umfang Warnmeldungen zu bestimmten Kennzahlen vom Dashboard versendet werden sollten, da dies in Teilen schon von anderen Systemen getan wird. Auf der technischen Ebene besteht jedoch die Forderung nach einem Ampelsystem (**R**esponsive). Zudem wird gewünscht, dass die Daten zur richtigen Zeit vorliegen. Die Häufigkeit der Datenaktualisierung richtet sich dabei nach den unterschiedlichen Anforderungen der Anwender (**T**imely). Weitere wünschenswerte Anforderungen der Experten lassen sich unter **IMPACT** zusammenfassen. Dazu gehört die Drill-Down-Funktion, das sog. detailliertere Betrachten von Kennzahlen (**I**nteractive). Außerdem umfassen die Aufgaben der Anwender das Analysieren von Trends und erfordern damit auch das Vorhalten historischer Daten als Grundlage für einen soliden Forecast (**M**ore data history). Eine wichtige Anforderung ist die Möglichkeit der Personalisierung des Dashboards. Jedem Anwender soll ein für seinen Arbeitsbereich optimiertes Dashboard als Arbeitswerkzeug zur Verfügung stehen (**P**ersonalized, **T**rackability). Durch die bereits erwähnte Drill-Down-Funktionalität wird es möglich, aggregierte Kennzahlen in einem größeren Detaillierungsgrad und in ihrem Kontext anzeigen zu lassen (**A**nalytical). Eine im Dashboard integrierte Kommunikationsmöglichkeit mit anderen Anwendern (**C**ollaborative) wurde in den Interviews nicht als Anforderung genannt. Allerdings wurde darauf hingewiesen, dass das Dashboard als solches schon ein Kommunikationswerkzeug, insbesondere gegenüber Externen, darstellen kann. Somit konnte gezeigt werden, dass die von Malik genannten Eigenschaften eines Dashboards (**SMART IMPACT**) in der Praxis bestätigt werden.

Aus einem Häufigkeitsvergleich der Verweise in den Experteninterviews auf die Funktionalitätsanforderungen können Rückschlüsse auf die Erfolgsfaktoren von Dashboards gezogen werden. Hierbei wurde die absolute Häufigkeit aller Verweise unter der Nebenbedingung, dass redundante Verweise nicht mitgezählt wurden, dargestellt (vgl. Bild 2).

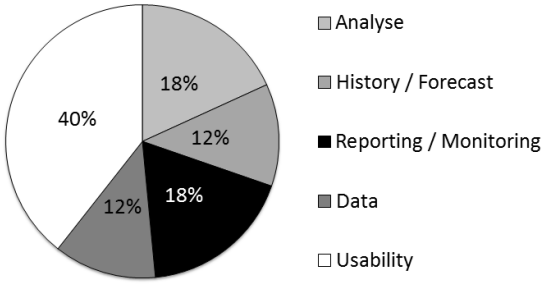


Bild 2: Häufigkeit der Verweise auf Funktionalitätsanforderungen in den Experteninterviews

Dabei fällt auf, dass Anforderungen aus dem Bereich „Usability“ mit einem Anteil von ca. 40 % die höchste Bedeutung beigemessen wird. Es fielen jeweils 18 % der Verweise auf die „Analyse“- und

„Reporting / Monitoring“-Anforderungen sowie 12 % auf „Daten“- und „History / Forecast“-Anforderungen. Der hohe Stellenwert der Anforderung „Usability“ ist nicht verwunderlich, da die Akzeptanz des Dashboards wesentlich von der Bedienbarkeit und Übersichtlichkeit abhängt. In der Kategorie „Usability“ findet sich zudem eine größere Anzahl von Verweisen, die eine individualisierbare Oberfläche mit personalisierten Kennzahlendarstellungen fordern. Dieser Forderung wird im Dashboardentwurf mit einem Individualisierungskonzept entsprochen. Auf die Analysefähigkeit des Dashboards wird ebenfalls oft referenziert. Dieser Bereich gewinnt zusätzlich an Bedeutung, wenn man berücksichtigt, dass Historien in vielen Anwendungsfällen erst die Möglichkeit für die Durchführung einer Fehleranalyse schaffen (zusammen 30 % der Verweise). Monitoring und Reporting wurden als unterschiedlich wichtig empfunden. Experten mit einem Fokus auf Systemüberwachung und Fehleranalyse heben die Wichtigkeit von Monitoring und Reporting hervor, während dieser Bereich aus der Managementperspektive vernachlässigbar ist, weil er nicht in den Aufgabenbereich des Managements fällt. Für die Kategorie Daten ergaben sich aus den Interviews wenige Informationen. Die Daten sollten korrekt und schnell verfügbar sein sowie automatisch erfasst werden können.

6 Konzeption des Green Storage Dashboards

Aus den beschriebenen Erkenntnissen und den daraus abgeleiteten Anforderungen wird in diesem Abschnitt der konzeptionelle Entwurf des Green Storage Dashboards beschrieben.

6.1 Struktureller Aufbau

Das Dashboard besteht aus drei Hauptelementen, einem seitlichen Navigationsbaum, einer horizontalen Navigationsleiste und einem Kennzahlenbereich (vgl. Prototyp, Bild 3).

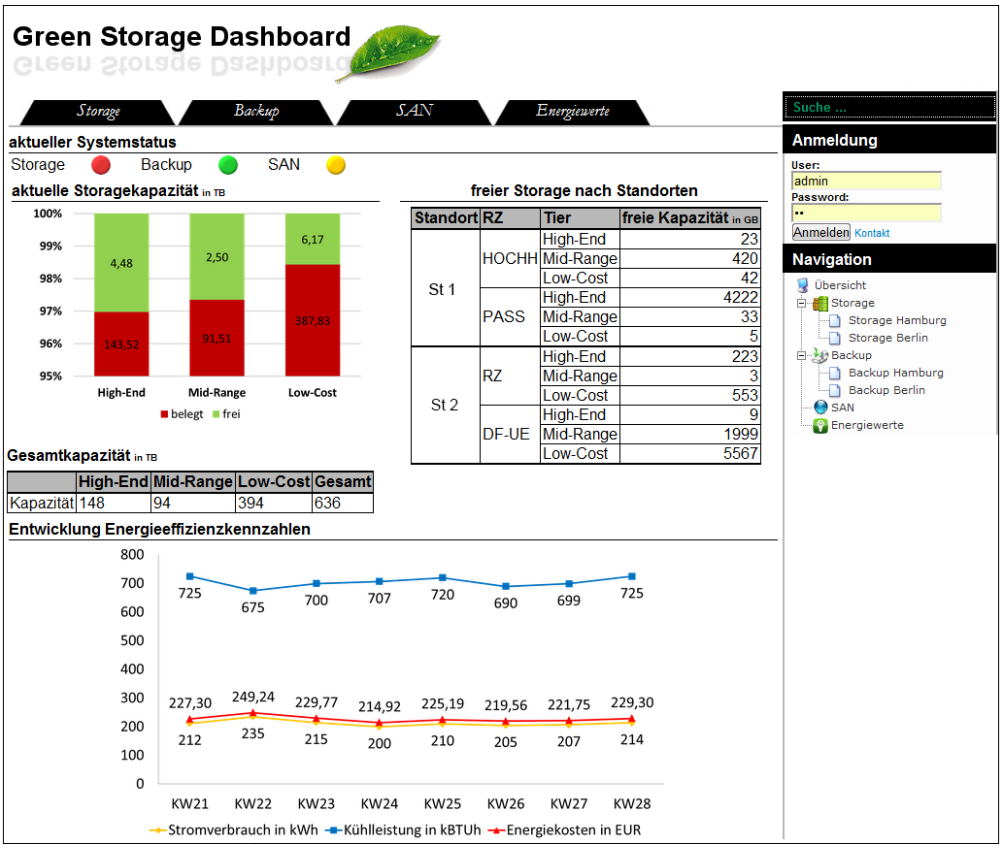


Bild 3: Prototyp des Dashboards (Startseite der technischen Sicht)

Der seitliche Navigationsbaum ermöglicht es dem Anwender über alle Sichttiefen hinweg zu navigieren. Mithilfe der horizontalen Navigationsleiste (Top-Navigation) kann zwischen verschiedenen Themengebieten oder speziellen Sichten des Dashboards gewechselt werden. Der Kennzahlenbereich dient der Visualisierung der KPIs. Diese Einteilung ist für alle Sichten des Dashboards identisch. Die Kennzahlen werden im Dashboard hierarchisch gegliedert dargestellt. Auf der obersten Ebene sind die KPIs maximal aggregiert und mit zunehmender Tiefe der Dashboard-Sicht steigen der Detaillierungsgrad und die Menge an Kontext stiftenden Informationen (vgl. Bild 4).

6.1.1 Übersichtsseite

Alle Anwender starten, auf einer Übersichtsseite auf der die wichtigsten stark aggregierten Kennzahlen zu finden sind, die der Anwender für seinen Aufgabenbereich benötigt. Wenn es die Übersichtlichkeit erfordert, kann es wahlweise mehrere Einstiegsseiten für die spezifischen Aufgabenbereiche des Anwenders geben. Alle Informationen sollten auf einen Blick erfassbar sein. Demzufolge darf die Übersichtsseite nicht mit zu vielen Kennzahlen überladen werden. Sowohl in der Theorie [2] als auch in den Interviews wurde hier auf das Prinzip „weniger ist mehr“ verwiesen (Interviewergebnis: 5-10 KPIs in der Übersicht). Bei deren Visualisierungsform kann es sich um eine einfache Prozentzahl oder um verschiedene Varianten von Diagrammen handeln. Da die Übersichtsseite vor allem eine Einstiegsseite in das Dashboard darstellt, kommt ihr zudem eine Verlinkungsfunktion zu. In der Übersicht dienen die einzelnen abgebildeten Kennzahlen als Ausgangspunkte für ihre weiteren Untersuchungen (Drill-Down).

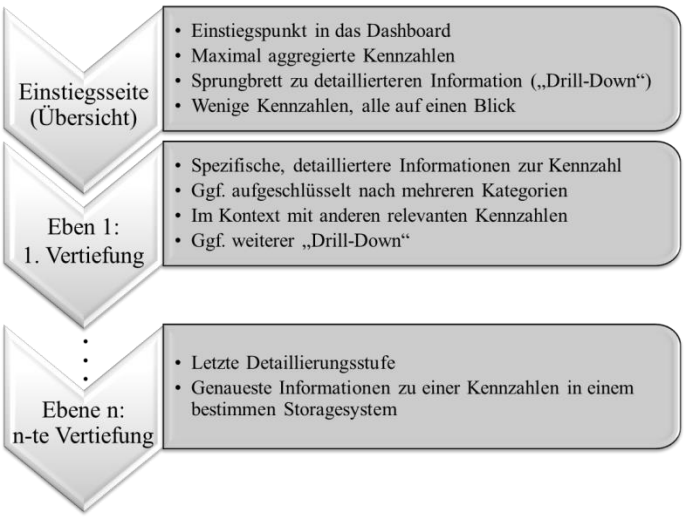


Bild 4: Ebenenmodell des Dashboards

6.1.2 Hierarchisch tiefere Sichten

Durch die Drill-Down-Funktionalität öffnet sich dem Anwender eine neue Sicht, die stark von der darzustellenden Kennzahl abhängig ist. Ziel ist es, die Ursache für die Wertentwicklung der Kennzahl offenzulegen. Je nach Art der Kennzahlen werden in den detaillierteren Sichten die aggregierten Kennzahlen differenzierter veranschaulicht. Sie werden auf die jeweiligen Systeme zurückgeführt, es werden historische Daten zum Vergleich herangezogen oder Abhängigkeiten zwischen den Systemen aufgezeigt. In dieser Sicht hat der Nutzer direkte Verweise zu den Managementtools der Hersteller und kann direkt auf relevante Storage-Systeme zugreifen. Für die hierarchisch tieferen Sichten gelten die gleichen Eigenschaften und Regeln wie für die Übersicht, allerdings können mehr Kennzahlen visualisiert werden.

6.2 Usability

Unter Usability lassen sich alle Eigenschaften des Dashboards zusammenfassen, die einen Einfluss auf die Bedienbarkeit haben. Dazu gehören zum einen Designthemen, zum anderen Navigationsaspekte. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Individualisierbarkeit (vgl. Abs. 6.5) des Dashboards. Es ist eine wichtige Anforderung, dass das Dashboard visuell einfach und klar gegliedert sein soll. Eckerson gibt ebenfalls die Anweisung, bei dem Design von Dashboards auf verspielte, grafische Finessen zu verzichten, da diese lediglich von den Kennzahlen ablenken [2]. Das Layout sollte intuitiv und über alle Ansichten hinweg möglichst konstant sein. Von einem übermäßigen Gebrauch von Farben wird ebenfalls abgeraten [10]. Um dem Anwender ein gewohntes Layout zu präsentieren, wird das Dashboard im Corporate Design gestaltet. Einen schnellen, unkomplizierten Zugriff auf bestimmte Daten wird erreicht, indem ein Suchfeld in das Dashboard integriert wird. Darüber kann der Anwender nach Kennzahlen und anderen Informationen (bspw. Kundennummern, Kostenstellen, etc.) suchen. Neben den üblichen Monitoring- und Überwachungsfunktionen besitzt das Dashboard eine Dokumentationsfunktion. Damit soll durch Verweise ein Zugriff auf die einzelnen Dokumentationen der verschiedenen Storage-Systeme ermöglicht werden.

6.3 Kennzahlenkonzept

Kennzahlen bilden die Kernelemente des Dashboards zur Darstellung von Informationen. Die technischen Anwendungsbereiche legen dabei ihren Fokus auf die Fehler- und Performanceanalyse

der Storage-Systeme, während das Management vorwiegend an der Werteentwicklung der KPIs interessiert ist. Das Dashboard wird sowohl absolute als auch Verhältniskennzahlen visualisieren. Die gewählte Darstellungsform orientiert sich am Verwendungszweck der jeweiligen Kennzahl. Denkbar sind neben der einfachen Ausgabe einzelner Werte oder ganzer Messreihen beziehungsweise Wertetabellen auch grafische Visualisierungen aller Art. Damit aus dem Dashboard auch langfristig Nutzen gezogen werden kann, ist es sehr wichtig, dass die verwendeten Kennzahlen genau definiert und dokumentiert werden. Nur so ist es möglich, sicherzustellen, dass das Dashboard korrekte Informationen liefert. Kennzahlensteckbriefe (vgl. bspw. Kütz [7]) können beispielsweise zur einheitlichen Dokumentation von KPIs dienen. In die Dokumentation muss eine genaue Beschreibung der Datenquellen einfließen. Auf welche Arten eine Kennzahl abgebildet werden kann, ist ebenfalls den Kennzahldefinitionen zu entnehmen. Außerdem wird vermerkt, mit welchen anderen KPIs eine Kombination, beispielsweise in einem Diagramm, erfolgen kann. Jeder Anwender möchte nicht nur eine von ihm selbst bestimme Menge an KPIs dargestellt bekommen, sondern er hat eigene Vorstellungen davon, wie diese zu präsentieren sind. Die Individualisierbarkeit von Kennzahlen wird im Individualisierungskonzept (vgl. Abs. 6.5) thematisiert.

6.4 Grundsichten

Es ist das Ziel, jedem Anwender spezielle Dashboard-Sichten bereitzustellen, die genau seinen Arbeitsanforderungen entsprechen. Die Auswertung der Interviews zeigt, dass zwischen drei Anwendergruppen (Techniker, Management, Kunden) unterschieden werden kann. Für diese Gruppen werden in Tabelle 2 Grundsichten des Dashboards exemplarisch erläutert, welche die in den Interviews geäußerten Anforderungen der jeweiligen Anwendergruppen wiedergeben. Den einzelnen Anwendern wird zur ersten Verwendung des Dashboards eine der drei Grundsichten zugewiesen. Der Nutzer kann diese Ansicht nach Belieben modifizieren (vgl. Abs. 6.5). Neben den Sichten zu den drei Anwendergruppen ist die Übersicht oder Einstiegsseite gesondert zu betrachten. Bei der Einführung der Grundsichten werden einzelne exemplarische Kennzahlen genannt, welche die Anwender für ihre Aufgaben als sinnvoll erachten. In der theoretischen Einführung von Dashboards (vgl. Abs. 2.1) wurde auf deren mehrschichtigen Aufbau hingewiesen. Dieser Aufbau lässt sich in Ansätzen in den drei Grundsichten wiederfinden. Die Kundensicht muss dabei gesondert behandelt werden. Die technische Sicht entspricht der **D**etail-Schicht aus dem **MAD**-Konzept, während die Managementsicht die **A**nalyze-Schicht repräsentiert. Eine reine **M**onitor-Schicht wird nicht gesondert dargestellt, weil es sich dabei nur um eine reduzierte Variante der Managementsicht handelt und die Gruppe der Anwender für diese Sicht klein ist.

Tabelle 2: Grundsichten des Dashboards

<table>
<tr><td rowspan="2">Übersicht</td><td>Beschreibung</td><td colspan="3">Die Übersicht gibt einen schnellen Überblick über die wichtigsten Themen und dient als Einstiegspunkt für eine tiefer gehende Analyse (vgl. Abs. 6.1). Hier werden je nach Aufgabenbereich des Anwenders technische oder betriebswirtschaftliche Kennzahlen präsentiert. Die Kennzahlen sind maximal aggregiert und überwiegend grafisch dargestellt. Primär dient die Übersicht zur Überwachung der Systemlandschaft und zum Aufzeigen von Fehlern und Problemen.</td></tr>
<tr><td>KPIs</td><td colspan="2">Technische Perspektive</td><td>Managementperspektive</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Systemstatus (Ampeln), Storage-Kapazitäten, Auslastungswerte</td><td>Storage-Kapazitäten, Kosten- und Mengenentwicklungen</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Technische Sicht</td><td>Beschreibung</td><td colspan="3">Die technische Sicht ist auf das operative Geschäft ausgerichtet. Sie ist vor allem für die Mitarbeiter wichtig, die für den Betrieb der Storage-Systeme und der zugehörigen Infrastruktur verantwortlichen sind. Um eine sinnvolle Überwachung der Operativsysteme zu ermöglichen, sind hochaktuelle Daten notwendig. Aufgrund der Menge an Systemen ist es für die Übersichtlichkeit erforderlich, diese zunächst zu aggregieren und dann ebenenweise, bspw. nach Standorten und Tiers differenziert, anzugeben. Die historische Entwicklung der Kennzahlen ist dabei ebenfalls relevant, um gute Analysen durchführen zu können.</td></tr>
<tr><td>KPIs</td><td>Storage- & Backupsysteme</td><td>SAN</td><td>Rechenzentrum</td></tr>
<tr><td></td><td>Systemstatus (Ampeln), Instanzen & Client-Sessions, Prozesse & Dienste, Performance (bspw. IOPS), Auslastung, Hotspots, laufende Applikationen Langläufererkennung, Kapazitäten & Mengen, Top-10 Verbraucher</td><td>Visualisierte Infrastruktur-pfade, Analyse von Abhäng-igkeiten, Redundanzen, Schnittstellen- und Leistungsprobleme, freie und belegte SAN-Ports</td><td>Energieverbrauchs-kennzahlen, benötigte Kühlleistung, verbrauchte und freie HEs</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Management Sicht</td><td>Beschreibung</td><td colspan="3">Diese Sicht richtet sich an die taktische Ebene (mittleres Management) des Unternehmens. Die KPIs werden weiter aggregiert und der Fokus verlagert sich von der technischen Perspektive zur Darstellung von Businessprozessen. Vor allem Entwicklungskennzahlen und damit historische Daten sind bei Letzterem von Bedeutung. Die Aktualität der KPIs ist weniger wichtig als bei der operativen Schicht (wöchentliche / monatliche Aktualisierungen reichen). Hauptaufgabe der Managementsicht ist die Unterstützung der Anwender bei der Kundenbetreuung und Abrechnung. Außerdem sollen ihnen die nötigen Informationen, in Form von strategischen KPIs, für Planungs- und Entscheidungssituationen zur Verfügung gestellt werden. Dabei werden die KPIs möglichst stark aggregiert visualisiert.</td></tr>
<tr><td>KPIs</td><td colspan="2">Technische Perspektive</td><td>Managementperspektive</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Performance-, Auslastungs- und Kapa-zitätswerte, Kennzahlen der SLAs, Aus-lastungswerte einzelner Applikationen</td><td>Auftragslage & -Entwicklung, Kosten- & Mengenentwicklung, Nachfrageentwicklung & Prognosen, Abrechnungsdaten, Kundendaten</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Kundensicht</td><td>Beschreibung</td><td colspan="3">Die Kundensicht ist als eine Art Portal für die Storage-Kunden in das Dashboard integriert. Die Kundensicht richtet sich damit an eine andere Anwendergruppe und bietet weniger Funktionalitäten. Primär soll sie die Transparenz der Services erhöhen und das Image der Storage-Abteilung verbessern.</td></tr>
<tr><td>KPIs</td><td colspan="3">Abrechnungsdaten, resultierende Kosten, Auslastungs-, Entwicklungs- & Prognosewerte der gebuchten Services, SLA Einhaltung, Engpässe und Grenzen der gebuchten Services</td></tr>
</table>

6.5 Individualisierungskonzept

Sowohl aus den Interviews als auch aus der Theorie [6] geht hervor, dass ein Dashboard individuell auf die Wünsche und Anforderungen der Anwender zugeschnitten sein soll. Um der Forderung nach Individualisierbarkeit nachzukommen und es den Anwendern zu ermöglichen in Grenzen ihr eigenes „Look and Feel“ zu erstellen, sollen die Kennzahlen durch ein Widget-System auswählbar sein. Für jede KPI wird eine vordefinierte Menge an möglichen Darstellungsformen bereitgestellt, aus denen der Anwender wählen kann. Dabei hat der Anwender die Wahl zwischen einer Reihe von Entwicklungscharts (Block- oder Kreisdiagramme usw.), prozentualen oder absoluten Darstellungen. Der Nutzer kann sich, abhängig von der Kennzahl, zwischen einer Reihe von Kennwerten entscheiden, welche er als Vergleichswerte in das Diagramm mit aufnimmt. So wird ein Baukastensystem realisiert, wie es von Interviewpartnern gefordert wurde. Die Grundstruktur (s. Abs. 6.1) bleibt dabei bestehen, aber der Anwender kann selbstständig bestimmen, auf welcher Ebene und an welcher Stelle er welche Kennzahl dargestellt bekommt.

7 Fazit

Es wurde herausgearbeitet, wie ein Green Storage Dashboard für den untersuchten Dienstleister aufgebaut sein muss, um den Nutzen der Endanwender zu maximieren. Aus den Experteninterviews ergab sich ein starker Fokus auf Anforderungen im Bereich Usability. Zudem müssen die aus der Theorie bekannten Erfolgsfaktoren (**SMART-IMPACT**-Konzept) bei der Konzeption berücksichtigt werden. Der Artikel hat gezeigt, dass Dashboards aufgrund ihrer übersichtlichen, einfachen und individuellen Darstellung von Kennzahlen eine vielversprechende Variante zur Informationsvermittlung darstellen. Die Experteninterviews machten den Bedarf nach solch einer Informationsmanagementlösung bei dem untersuchten Dienstleister deutlich. Storage-Bereiche sind von besonderem Interesse, da sie von der Forschung bislang noch nicht umfassend erschlossen sind. Da in Zukunft die Informationsflut in der Arbeitswelt weiter zunehmen wird, ist dieses Thema hochaktuell und wird es auch zukünftig bleiben. Durch eine fortschreitende Digitalisierung und technische Entwicklung, nicht zuletzt im betrachteten Unternehmen, ist in Zukunft mit einer wachsenden Nachfrage nach hochperformanten Storage-Lösungen zu rechnen. Mit der steigenden Bedeutung von IKT-Lösungen wird sich der Fokus beim Thema Nachhaltigkeit zunehmend auf den IT-Sektor richten. Damit gehen wachsende Nachhaltigkeitsanforderungen an den Storage-Bereich einher. Optimierte Technologien und energiesparende Hardware können hier nur einen Teil zur Lösung dieser Problematik beitragen. Eine Vereinfachung des Managements und eine gesteigerte Wahrnehmung durch die IKT-Nutzer versprechen erhebliche Verbesserungen auf diesem Gebiet. Durch die verbesserten Managementmöglichkeiten und die Visualisierung der nachhaltigkeitsrelevanten Kennzahlen können Energie-Einspar-Potenziale aufgedeckt und die Grundlage für energieeffizientes Arbeiten geschaffen werden. Hinzu kommt, dass durch eine genaue Erfassung der Energieverbräuche die Energiekosten im Storage-Preis berücksichtigt werden können. Infolge der Einpreisung ist im Sinne des Nachfragemanagements die Möglichkeit gegeben, die Kunden der Storage-Abteilung zu einem sparsamen und damit nachhaltigen Speicherverbrauch anzuregen. Damit ist gezeigt, dass ein Green Storage Dashboard einen Beitrag zur Lösung der Nachhaltigkeitsproblematik liefert und das Informationsmanagement vereinfacht, sofern es konsequent an den Bedürfnissen seiner Nutzer ausgerichtet wird. Das betrachtete Unternehmen kann die in dieser Forschungsarbeit generierten Erkenntnisse für zukünftige Make-or-Buy-Entscheidungen als Grundlage für die Erstellung eines Pflichtenhefts verwenden.

8 Literatur

Bücher

[1] Barthélemy, F; Knöll, HD; Salfeld, A; Schulz-Sacharow, C; Vögele, D (2011): Balanced Scorecard: Erfolgreiche IT-Auswahl, Einführung und Anwendung: Unternehmen berichten. 1. Auflage. Vieweg + Teubner. Wiesbaden.

[2] Eckerson, WW (2011): Performance Dashboards. Measuring, monitoring, and managing your business. 2. Auflage. John Wiley & Sons. New York.

[3] Few, S (2006): Information Dashboard Design. The effective visual communication of data. 1. Auflage. O'Reilly. Beijing.

[4] Gadatsch, A (2005): IT-Controlling realisieren. Praxiswissen für IT-Controller, CIOs und IT-Verantwortliche. 1. Auflage. Vieweg. Wiesbaden.

[5] Gläser, J; Laudel, G (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. Als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 4. Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden.

[6] Malik, S (2005): Enterprise Dashboards. Design and best practices for IT. 1. Auflage. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.

[7] Kütz, M (2011): Kennzahlen in der IT. Werkzeuge für Controlling und Management. 4. Auflage. dpunkt-Verlag. Heidelberg.

[8] Mayring, P (2008): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 10. Auflage. Beltz. Weinheim, Basel.

[9] Österle, H; Winter, R; Brenner, W (2010): Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz. Infowerk. Nürnberg.

[10] Rasmussen, N; Chen, CY; Bansal, M (2009): Business Dashboards. A visual catalog for design and deployment. 1. Auflage. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.

Beiträge aus Sammelwerken

[11] Wilde, T; Hess, T (2006): Methodenspektrum der Wirtschaftsinformatik. In: *Arbeitspapiere des Instituts für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, LMU München 2*.

Zeitschriftenbeiträge

[12] Few, Stephen (03/2004): Dashboard Confusion. Intelligent Enterprise: 14–15. http://www.perceptualedge.com/articles/ie/dashboard_confusion.pdf, Abgerufen am 15.08.2012.

[13] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28 (1): 75–105.

[14] March, ST; Smith, GF (1995): Design and natural science research on information technology. Decision Support Systems 15 (4): 251–266.

Online-Beiträge

[15] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; BITKOM e.V. (2013): Wegweiser Green-IT. Was genau ist eigentlich Green-IT?. http://www.green-it-wegweiser.de/Green-IT/Navigation/Basisinfos/was-ist-green-it.html. Abgerufen am 06.09.2013.

Greenwashing in Online Marketing – Investigating Trust-Building Factors Influencing Greenwashing Detection

Matthias Gräuler

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, 49069 Osnabrück, E-Mail: matthias.graeuler@uni-osnabrueck.de

Frank Teuteberg

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, 49069 Osnabrück, E-Mail: frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

Research in Progress Paper

Abstract

By undermining the credibility of any Corporate Social Responsibility (CSR) endeavor, greenwashing is threatening to negate the effects of communicating any company's efforts to act environmentally and socially responsible. Consumers increasingly distrust statements regarding CSR, because they suspect being lied to or not being told the entire truth. A 2010 study shows a disturbingly high number of products which are advertised as ecologically sound but are actually described with some form of greenwashing. This indicates that often, greenwashing is not detected and thereby does not have any negative consequences for the respective manufacturer or vendor. In this research-in-progress paper, a research endeavor is proposed that allows quantifying the influence of online advertisements' design elements to successfully detect greenwashing. A large scale survey among consumers will be conducted to not only achieve the scientific goals, but also to raise awareness for the issue.

1 Introduction

With the rising awareness of global warming, consumers increasingly demand products with „green" properties and companies strive to differentiate their products and brands as well as themselves from competitors by starting „green marketing" initiatives [4]. Green marketing is helpful to consumers by letting them know which products possess green properties, but only if the claims in advertisements and product descriptions are honest and accurate. Whereas reporting about corporate social responsibility (CSR) initiatives is a reasonable and even often economically sound thing to do [10], greenwashing threatens to dilute the entire CSR movement [11], thereby reducing the pressure on companies to act economically and socially responsible.

A 2010 study carried out by TerraChoice Environmental Marketing shows that 95.6% of the 5,296 examined products making statements about their ecologic or social agreeableness are advertised with some form of greenwashing [21]. This number demonstrates the widespread presence of greenwashing on the examined North-American consumer market. Also, it leads to two conclusions:

1. Greenwashing is hard to detect with reasonable effort, so it goes unnoticed most of the time;
2. Even if greenwashing is detected, it is not perceived as very negative

We assume the individual trust to be a key determinant for greenwashing detection. If a reader does not perceive the overall presentation of the statement as trustworthy, he may assume that it contains information that was intentionally altered or put in a different light to make the company's sustainability performance look better than it actually is [18].

To substantiate the first conclusion, we suggest investigating the detection of greenwashing. Thereby we hope to find answers to the following questions: *"What kinds of products are particularly easy to greenwash?"*, *"What consumer segment is likely to fall for greenwashing?"* and most importantly *"What factors distract consumers from detecting greenwashing?"*.

For these purposes, we will implement a survey to identify greenwashing in statements regarding the ecological or social benefits of a product, service or brand. For our study we will focus on online advertisements. Also, we intend to educate participants with regard to greenwashing in order to raise awareness of the issue while at the same time coaching them how to tell greenwashing apart from sincere environmental statements.

In the next section the necessary terms *„Greenwashing"* and *„Trust-Building Factors"* are defined and elaborated. After that, a detailed description of the planned survey and how the necessary number of participants will be gathered is given. Finally, we illustrate some of the expected findings and show limitations of our approach.

2 Terminology

2.1 Greenwashing

As mentioned before, the practice of willful deception of consumers with respect to ecological activities of an organization or the environmental benefits of a product is also called *greenwashing* [16]. Chen and Chang propose a broad categorization of greenwashing [4]:

- The product misleads with words in its environmental features;
- The product misleads with visuals or graphics in its environmental features;
- The product possesses a green claim that is vague or seemingly unprovable;

- The product overstates or exaggerates how its green functionality really is;
- The product leaves out or masks important information, making the green claim sound better than it is.

The TerraChoice Environmental Marketing group identified seven categories, or "sins" as they are called in the study, of greenwashing [21], which are a more differentiated:

- Hidden trade-off: A claim suggesting that a product is 'green' based on a narrow set of attributes without attention to other important issues (e.g. marketing nuclear energy as CO_2 efficient without mentioning the risk of meltdowns and the unresolved nuclear waste disposal)
- No proof: An environmental claim that cannot be substantiated by easily accessible supporting information or by a reliable third-party certification (e.g. products claiming certain percentages of recycled contents without providing evidence)
- Vagueness: A claim that is poorly defined or broad that its real meaning is likely to be misunderstood by the consumer (e.g. the statement 'all natural' on shampoo bottles, as e.g. mercury is natural too, but should not be consumed)
- Irrelevance: An environmental claim that may be truthful, but is unimportant or unhelpful for consumers (e.g. fridges marketed as 'CFC-free', as CFCs in fridges are banned by law)
- Lesser two evils: A claim that may be true within the product category, but that risks distracting the consumer from the greater environmental impacts of the category as a whole (e.g. an SUV marketed as fuel-efficient or cigarettes without additives)
- Fibbing: Environmental claims that are simply false (e.g. falsely claiming to be certified by certain standards)
- False Labels: A product that gives the impression of a third-party endorsement where no such endorsement exists; fake labels, in other words (e.g. manufacturers adding their own energy efficiency labels)

For our survey, we decided to split the categorization of greenwashing in two parts, namely its channel (text or visuals) and its category as defined by the categorization by TerraChoice. Eye-tracking studies have shown that when viewing a website, visitors often exhibit an F-shaped viewing pattern, thereby favoring the left portion of the page [6]. Also, it has been shown repeatedly that users tend to miss important information that is not placed on the left portion of a page [15]. This indicates that for greenwashing detection, it is important to note where greenwashing occurs. Therefore, a third categorization of greenwashing, horizontal and vertical placement, was added.

2.2 Trust-Building Factors

We will investigate various trust-building factors for their relevance in the correct assessment of whether an online advertisement contains some form of greenwashing or not. Trust-building factors in this regard are manifold and will be discussed in this section.

With regard to *Assurance*, internal and external assurance must be distinguished. *Internal Assurance* refers to policies provided by the retailer or manufacturer, whereas *External Assurance* is provided by third parties, such as independent laboratories or market research as well as auditing companies. Such assurances serve the purpose of lowering a consumers perceived risk and have been shown to increase trust [7]. Especially *External Assurance* allows consumers to transact with previously unknown vendors and manufacturers under the protection of a third party [17]. Thus, *Assurance* was added as a trust-building factor with the sub-factors *Internal Assurance* (e.g. Company Policy, Assured Correctness) and *External Assurance* (e.g. Company Policy, Assured Correctness, Rankings).

Generally, if more effort is put in the creation of a website, so that it is easy to use and easily accessible to inexperienced users, it signals the website's creator's commitment to the relationship with the visitors [2,8,9]. This likely holds true for online advertisements as well, as these are often a consumer's first contact with a product. An advertisement's *Visual Design* is what forms viewers' first impression [13]. Therefore, it was decided to add the *Visual Design* to the list of factors with the sub-factors *Color Composition* (e.g. Green, Black, White), *Environmental Imagery* (e.g. Leaf, Tree/Forest, Ocean, Mountains), *Orientation* (i.e. Banner, Rectangle, Skyscraper), *Product Image* (None, partial, full) and *Overall Aesthetics* (poor, medium, excellent).

During personal interactions, people will often subconsciously look for hints to what extent the other person can be trusted [2]. By extrapolation it is expected that this also applies to online advertisements containing CSR statements [9]. Online environments generally lack the human aspect of communication, limiting the potential of communicating effectively [1]. As social presence has been identified as a key factor influencing trust [22], ways must be found to achieve higher levels of social presence by embedding human-like cues [13]. Previous research confirmed that women are perceived as more trustworthy than men [20] and that the inclusion of images of people on a website can result in a higher degree of online trust [5,12]. As humans are drawn to faces for evolutionary reasons [6], the display of humans may, depending on their positioning, either draw attention to or from greenwashing. However, in literature, no evidence could be found on the perceived trustworthiness of children; this may serve as starting point for future research, as children are often featured on images illustrating CSR initiatives. Qiu and Benbasat [19] show that avatars, assistance systems appearing in the shape of humans or anthropomorphic animals or objects, play a role in the adaptation of IT artifacts. However, it is unclear how the avatars should be designed, how often they may appear without being intrusive and whether some stakeholders may experience the use of avatars as dubious. Therefore, it was decided to include the factor *Human-Like Features* with the sub-factors *Expression* (e.g. neutral, friendly), *Focus* (e.g. Male, Female, Mixed Genders, Children, Family, Anthropomorphic Animal and Anthropomorphic Object) and *Avatar* (Male, Female, Children, Anthropomorphic Animal and Anthropomorphic Object).

Using *Social Media* to increase consumer engagement has become common practice in online shopping [13]. For example, including reviews or testimonials from experienced customers may increase prospective customers' trust [14]. Therefore, *Social Media* (e.g. Buttons, Comments/Tweets, Consumer Ratings) was added as a factor influencing trust.

Finally, the *Product Category* is suggested as a trust-building factor, although in this case it should be seen as a trust-mediating factor as some products like automobiles are generally more suspicious in regard to greenwashing than others, e.g. cleaning products.

3 Survey Design and Methodology

Currently, a web based survey is being set up that first introduces the visitors to the concept of greenwashing, determines the visitor's demographics (e.g. age, educational level, household income) and then prompts them a series of screenshots displaying CSR statements. Some of the screenshots will display cases of greenwashing, whereas others will not. After each screenshot, the visitor will be asked whether he suspects some kind of greenwashing in the screenshot or not. If he suspects greenwashing, he will be asked to specify which category of greenwashing he identified. Regardless of the visitors answer, he will be informed of its correctness right after he gave his answer. After ten questions the survey may either be quit or continued.

Figure 1 illustrates one example of greenwashing. While the advertised paint may be in fact lead free, lead paint was banned in the US in 1977 and in 1989 the European Union passed a directive restricting lead paint use to the restoration of historic buildings and paintings. There is little benefit in being assured that any paint available to consumers is lead-free, therefore, according to the classification, the corresponding greenwashing category is *irrelevance* by the channel *text* with *prominent* placement.

Figure 1: Sample Advertisement with Greenwashing

A large pool of screenshots will be prepared that exhibit a multitude of trust-building factors combined with greenwashing. Table 1 demonstrates the possible combinations in form of a morphological box, although more may be added over time. The highlighted cells correspond to the classification of the advertisement shown in Figure 1.

Factor / Categorization	**Characteristic**								
Greenwash	Category	None	Hidden Trade-Off	No Proof	Vagueness	Irrelevance	Lesser Two Evils	Fibbing	False Labels
	Horiz. Placem.	None	Left	Center	Right	Prominent			
	Vert. Placem.	None	Top	Center	Bottom	Prominent			
	Channel	None	Text	Visuals					
Assurance	internal	None	Company Policy	Assured Correctness					
	external	None	Company Policy	Assured Correctness	Ranking				
Visual Design	Color Comp.	Green	White	Blue	Yellow	Other			
	Env. Imagery	None	Leaf	Ocean	Mountains	Trees / Forest	Other		
	Orientation	Banner / Button	Rectangle / Pop-up	Skyscraper					
	Product image	None	Partial	Full					
	Overall Aesthetics	Poor	Medium	Excellent					
Human-Like Features	Expression	None	Neutral Expression	Friendly Expression					
	Focus	None	Male	Female	Mixed Genders	Children	Family	Anthrop. Animal	Anthrop. Object
	Avatar	None	Male	Female	Children	Anthrop. Animal	Anthrop. Object		
Social Media		None	Buttons	Comments/Tweets	Consumer Ratings				
Product Category		Electronics	Health & Beauty	Cleaning Products	Housewares	Building & Construction	Baby Care	Others	

Table 1: Morphological Box of all Trust-Building Factors and their Characteristics

The research endeavor requires a large number of participants to provide meaningful, statistically reliable results. Therefore, the target audience of the survey, consumers, is deliberately broad. As no a priori segmentation of respondents is necessary, this will be done once the study is completed. Some respondents will undoubtedly visit the survey for educational reasons, but most will not possess the needed intrinsic motivation. Therefore we prepared a set of incentives, which will include a raffle with gift certificates for a popular online shopping website and other items. After responding to ten

screenshots, the users will be prompted how well they did (e.g. "You spotted 86% of all cases of greenwashing, this means you did better than 92% of the other respondents." and "You falsely identified 33% of all sincere statements as greenwashing, this means you did better than 56% of the other respondents."). Users will be able and actively encouraged to share their scores on social networks, thereby promoting the survey. Additionally, further attention will be generated by means of newspaper articles and paid-for links on social networks as needed. If, for example, the situation arises that 40 to 50-year old Austrians are underrepresented in the study, social networks provide cost effective tools to specifically target this demography. At first, the survey will only be available in German, as in its initial run we try to avoid bias caused by the translation of the survey as differently connoted wording may unintentionally be used.

The analysis of the gathered data will subsequently be performed using SPSS employing multivariate analysis of variance (MANOVA) as well as analysis of variance (ANOVA) and T-Tests as needed [3]. As some knowledge is required to spot greenwashing, inevitably there will be a varying degree of difficulty in assessing the screenshots correctly. This will be compensated by disregarding all screenshots that were correctly assessed 60% or less over all trials. If the ratio of correct assessments is lower than this number, it is likely that similar results can be achieved by guessing.

4 Expected Results and Limitations

In the introduction, a series of research questions was posted which we strive to answer with this research endeavor. It is expected that the completed research sheds light on factors distracting consumers from successfully detecting greenwashing. This research endeavor is by no means intended to create a manual on how to hide greenwashing most effectively, but rather an investigation in what consumers pay attention to and what they should pay attention to.

As any research endeavor, the proposed research has its limitations. As the survey language is exclusively German, the study's results cannot be directly transferred to countries other than Austria, the German-speaking part of Switzerland and Germany. The study is only concerned with static images, therefore, results should not be transferred to other types of advertisement without care. Also, the study will most likely draw more attention from those who are more interested in ecological and social matters than those who are not, possibly biasing the results and thereby limiting external validity. Finally, the list of trust-building factors may not be exhaustive. As this endeavor is research-in-progress, additional factors may be added with additional feedback from the general scientific community.

5 Acknowledgements

The authors would like to thank Ms. Marita Imhorst for her invaluable help.

This work is part of the project IT-for-Green (Next Generation CEMIS for Environmental, Energy and Resource Management). The IT-for-Green project is funded by the European regional development fund (grant number W/A III 80119242).

6 Literature

[1] Anderson, AR; Gordon, R; Steinerte, E; Russell, EO (2010): The Nature of Trust in Virtual Entrepeneurial Networks. International Journal of E-Entrepeneurship and Innovation 1(1):1–21.

[2] Blau, PM (1964): Exchange and Power in Social Life. Wiley and Sons, New York.

[3] Burns, RB; Burns, RA (2008): Business Research Methods and Statistics using SPSS. SAGE Publications, London.

[4] Chen, Y-S; Chang, C-H (2012): Greenwash and Green Trust: The Mediation Effects of Green Consumer Confusion and Green perceived Risk. Journal of Business Ethics

[5] Cyr, D; Hassanein, K; Head, M; Ivanov, A (2007): The Role of Social Presence in Establishing Loyalty in E-Service Environments. Interacting with Computers 19(1):43–56.

[6] Djamasbi, S; Siegel, M; Tullis, TS (2012): Faces and Viewing Behavior: An Exploratory Investigation. Transactions on Human-Computer Interaction 4(3):190–211.

[7] Evans, AM; Krueger, JI (2011): Elements of Trust: Risk and Perspective-Taking. Journal of Experimental Social Psychology 47(1):171–177.

[8] Ganesan, S (1994): Determinants of Long-Term Orientation in Buyer-Seller Relationships. Journal of Marketing 58:1–19.

[9] Gefen, D; Karahanna, E; Straub, DW (2003): Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model. 27(1):51–90.

[10] Gräuler, M; Freundlieb, M; Ortwerth, K; Teuteberg, F (2013): Understanding the Beliefs, Actions and Outcomes of Sustainability Reporting: An Experimental Approach. Information Systems Frontiers Special Issue on "Green Information Systems & Technologies: This Generation and Beyond"

[11] Hamann, R; Kapelus, P (2004): Corporate Social Responsibility in MIning in Southern Africa: Fair Accountability or just Greenwash? Development 47(3):85–92.

[12] Hassanein, K; Head, M (2007): Manipulating Social Presence Through the Web Interface and its Impact on Attitude Towards Online Shopping. International Journal of Human-Computer Studies 65(8):689–708.

[13] Karimov, FP; Brengman, M; Hove, L van (2011): The Effect of Website Design Dimensions on initial Trust: A Synthesis of the Empirical Literature. Journal of Electronic Commerce Research 12(4):272–301.

[14] Mudambi, SM; Schuff, D (2010): What Makes a Helpful Online Review? A Study of Customer Reviews on Amazon.com. MIS Quarterly 34(1):185–200.

[15] Nielsen, J (2010): Horizontal Attention Leans Left. http://www.nngroup.com/articles/horizontal-attention-leans-left/. Abgerufen am 20.09.2013.

[16] Parguel, B; Benoît-Moreau, F; Larceneux, F (2011): How Sustainability Ratings might Deter "Greenwashing": A Closer Look at Ethical Corporate Communication. Journal of Business Ethics 102(1):15–28.

[17] Pavlou, PA; Gefen, D (2004): Building Effective Online Marketplaces with Institution-Based Trust. Information Systems Research 15(1):37–59.

[18] Peattie, K; Peattie, S; Ponting, C (2009): Climate Change: A Social and Commercial Marketing Communications Challenge. EuroMed Journal of Business 4(3):270–286.

[19] Qiu, L; Benbasat, I (2009): Evaluating Anthropomorphic Product Recommendation Agents: A Social Relationship Perspective to Designing Information Systems. Journal of Management Information Systems 25(4):145–182.

[20] Riedl, R; Hubert, M; Kenning, P (2010): Are there Neural Gender Differences in online trust? An FMRI Study on the perceived trustworthiness of eBay offers. MIS Quarterly 34(2):397–428.

[21] TerraChoice Environmental Marketing (2010): Greenwashing Report 2010.

[22] Walter, N; Ortbach, K; Niehaves, B; Becker, J (2013): Trust Needs Touch: Understanding the Building of Trust through Social Presence. *Americas Conference on Information Systems*. Chicago.

Nachhaltigkeitsberichterstattung als Service eines BUIS - Anforderungen an ein Schema zur Nachhaltigkeits-berichterstattung im Projekt IT-for-Green

Andreas Solsbach

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Wirtschaftsinformatik / VLBA, 26129 Oldenburg, andreas.solsbach@uni-oldenburg.de

Sebastian van Vliet

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Wirtschaftsinformatik / VLBA, 26129 Oldenburg, sebastian.van.vliet@uni-oldenburg.de

Swetlana Lipnitskaya

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Wirtschaftsinformatik / VLBA, 26129 Oldenburg, swetlana.lipnitskaya@uni-oldenburg.de

Barbara Rapp

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Wirtschaftsinformatik / VLBA, 26129 Oldenburg, barbara.rapp@uni-oldenburg.de

Research in Progress Paper

Abstract

Die Anforderungen an betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) und an die Kommunikation von nachhaltigen Informationen steigen stetig. Hierbei ist insbesondere der Aspekt der transparenten Darstellung aus allen Adressatengruppen nachgefragt, der durch eine nachvollziehbare Berichterstattung unterstütz werden soll. BUIS sind in den Informationsinfrastrukturen von Unternehmen aufgrund der Komplexität nicht oder nur einzeln vertreten. Im Projekt IT-for-Green wird an der Weiterentwicklung von BUIS geforscht mit der Zielsetzung, BUIS modularer, workflowbasiert und integrativer zu gestalten. Dieser Research-in-Progress Beitrag widmet sich dem Teilbereich der Nachhaltigkeitsberichterstattung (NBE) im Projekt mit dem Ziel, die Potenziale und die Anforderungen an eine schemabasierte NBE zu verdeutlichen, wobei die gewählten Ansätze sehr praxisnah sind.

1 NBE im Rahmen des Projektes IT-for-Green

Die NBE wird durch ein sich wandelndes Umweltbewusstsein [1] und die aktuellen Bestrebungen des Wechsels von einer freiwilligen zu einer verpflichtenden NBE für Unternehmen immer wichtiger. Die Initiativen zur verpflichtenden NBE sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene, bspw. der Europäischen Union, zeigen den Bedarf an Lösungen zur Kommunikation des nachhaltigen Handels von Unternehmen. [2] Die Informationsinfrastrukturen der Unternehmen und deren Zulieferer haben sich aufgrund der gesteigerten Anforderungen an die NBE neuen Herausforderungen zu stellen. In einer Untersuchung sind hierzu die Anforderungen an BUIS der nächsten Generation mit folgenden Forschungsfragen mittels einer explorativen Studie analysiert worden [4]:

„1: Was sind die entscheidenden Eigenschaften/Anforderungen, die die Auswahl und Entwicklung der BUIS Software der Zukunft nachhaltig beeinflussen?

2: Basierend auf den Antworten von Frage 1, was sollte eine BUIS Grundarchitektur beinhalten?

3: Welche zukünftigen Schritte treiben die Weiterentwicklung in diesem Bereich voran?“

Diesen Forschungsfragen widmet sich das Projekt IT-for-Green im Rahmen des Forschungs- und Transfernetzwerk ertemis (= European research and transfer network for environmental management information systems) mit Kompetenzträgern aus verschiedenen Bereichen für den Aufbau einer innovationsstarken Gemeinschaft. Gefördert wird das Projekt vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und dem Land Niedersachsen. Das Projekt hat zum Ziel, ein BUIS der nächsten Generation prototypisch zu entwickeln und zu beforschen. Das BUIS der nächsten Generation wird zunächst auf drei ineinandergreifenden Modulen basieren, die den gesamten Produktlebenszyklus von der Input-Seite (Energieeffizienzmessung der verwendeten Informations- und Kommunikations-technologie) über die Transformation (Produktion/Logistik und nachhaltige Produktentwicklung) bis hin zur Output-Seite (Unternehmenskommunikation und Nachhaltigkeitsberichterstattung) umfassen. Im Einzelnen sind dies:

- Modul 1: Green IT
- Modul 2: Green Production & Logistics
- Modul 3: Nachhaltigkeitsberichterstattung und –dialog

Den Problemen der State-of-the-Art Lösungen unter Einbeziehung von Praxispartnern wird hier exemplarisch begegnet. Die Kernidee ist es, BUIS-relevante Workflows über Web Services und eine Workflow Engine abzubilden, die anwendungsgerecht modelliert und ausgeführt werden können. Einzelne Prozessschritte, wie bspw. das Anlegen eines Artikels für einen internetbasierten NB oder die Messung eines Sensors innerhalb eines Rechenzentrums ist infolgedessen nicht statisch in eine Anwendung eingebunden. Dies ermöglicht insbesondere eine einfache Austauschbarkeit einzelner Prozesse (Workflows) und eine einfache Erweiterbarkeit, um mit steigenden Anforderungen konform gehen zu können. Um den anfallenden Organisations- und Koordinationsaufwand während des gesamten Berichterstattungsprozesses für Unternehmen zu reduzieren, wurde innerhalb von Modul 3 ein Schema für NB entwickelt. Generell kann das Schema als eine Kombination aus dokumentenspezifischer Struktureigenschaften und aus betrieblichem Fachwissen (Vorgaben) verstanden werden (ähnlich den XBRL Dokumenten [5]). Hinzu kommt jedoch auch eine organisatorische Sicht, die es ermöglichen soll, klare Zuständigkeiten für bestimmte Informationen festzulegen und die Informationen transparenter sowie nachvollziehbarer zu kommunizieren.

2 Methodik

In der Anforderungsermittlung an das NB Schema im Rahmen des Projektes IT-for-Green ist eine argumentativ-induktive Analyse als eine Forschungsmethodik der Wirtschaftsinformatik [11][12] durchgeführt worden. Die argumentativ-induktive Analyse zeichnet sich durch die konstruktivistische Ausrichtung aus. Die Konstruktion eines Modells bzw. Konzeptes, im Falle des Projektes IT-for-Green das zu entwickelnde NB Schema, ist Ziel der Analyse. Das NB Schema ist auf Basis der Betrachtung der Prozesse der Praxispartner und Interviews somit aus dem Speziellen argumentativ-induktiv ermittelt worden. Durch die Anforderungen der Unterstützung fachlicher Aspekte und Prozesse wurde die Richtlinie der Global Reporting Initiative G3.1 für das NB Schema gewählt und durch einen argumentativ-deduktiven Ansatz zur Analyse verwandter Arbeiten in der Thematik der NBE erweitert. In der argumentativ-deduktiven Analyse wird mittels Richtlinien und Leitfäden zur NBE sowie verwandter Literatur zum Thema der internetbasierten und dialogbasierten NBE vom Allgemeinen auf die Anforderungen für das NB Schema im Projekt argumentativ geschlossen. Die Entscheidung für die Nutzung des Leitfadens der GRI wurde auf Grundlage der weiten Verbreitung und Anerkennung getroffen [3].

3 Vorgehensweise

Im Projekt wurden die Ergebnisse vorheriger Forschungen der beteiligten Forschungsinstitute und das Wissen der Praxispartner genutzt. Die induktiv ermittelten Anforderungen wurden mittels einer Analyse verwandter Arbeiten erweitert. In verwandter Literatur wird der Stand der internetbasierten NBE sowie der Dialog-Orientierung dargestellt und auf eine XBRL-Taxonomie verwiesen, die aufzeigt, dass in der Kommunikation eine strukturierte Darstellung für die NBE zweckmäßig ist [5][6][7][8][9][10]. Eine umfassende Literaturanalyse ist aufgrund bestehender Vorarbeiten in der Thematik und der Zielsetzung einer praxisnahen Umsetzung in Form einer prototypischen Anwendung nicht erfolgt.

3.1 Analyse der zugrundeliegenden Prozesse der NBE

Um ein Verständnis für die internen Prozesse der Praxispartner bei der NBE zu bekommen, wurden diese zunächst in einer ersten Phase mit den Praxispartnern sichtbar gemacht analysiert. Das Ergebnis dieser Analyse ist in der Abbildung 1 zusammengefasst. Bei der Analyse wurde ersichtlich, dass trotz der sehr gewachsenen Prozesse (ein Großteil der Praxispartner entwickelte die NBE aus der Umweltberichterstattung) und der Heterogenität der Unternehmen wenig Divergenz in den Prozessen liegt und somit ein sehr generischer Prozess vorliegt. Lediglich in der Freigabemethodik ergaben sich Unterschiede. Diesen Unterschiedenen kann durch Multiplizieren des Teilprozesses „Berichterstellung“, „Review“ und „Freigabe“ begegnet werden.

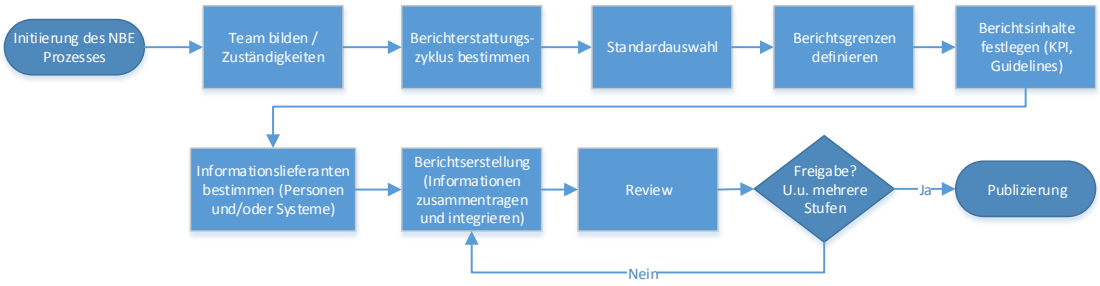


Abbildung 1: Prozess der Nachhaltigkeitsberichterstattung

Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird in der Anfangsphase zunächst ein Team gebildet und mit Autorität versehen, welches den Berichterstattungsprozess steuert und überwacht. Darauf folgend wird der Berichterstattungszyklus festgelegt. Im nächsten Schritt wird über eine Orientierungsphase ein Standard bestimmt, wobei hier aus mehreren Standards eine Auswahl getroffen werden muss. Alternativ können durch Synergien evtl. mehrere Standards bedient werden. Dieser Prozess wird typischerweise unter Rücksprache mit unternehmensweiten Entscheidern geführt, da der Standard maßgebend für den Informationsgehalt der NB ist. Nachdem ein Standard bestimmt wurde, müssen die Berichtsgrenzen definiert werden. Hierbei erfolgt eine sukzessive Auswahl der zu berichtenden Informationen unter Berücksichtigung der Standardvorgaben. Unter Umständen wird hier die Standardwahl nochmals revidiert, bspw. wenn über bestimmte, nach dem Standard geforderten Inhalte nicht berichtet werden soll -respektive berichtet werden kann, oder weil das Unternehmen feststellt, dass es in der Lage ist, über mehr Inhalte zu berichten. Im nächsten Schritt werden die vagen Berichtsgrenzen weiter definiert, indem eine Festlegung auf konkrete Informationen durchgeführt wird (Indikatoren oder qualitative Aussagen). Darauf aufbauend müssen die Informationslieferanten bestimmt werden. Informationslieferanten sind vorrangig Personen, die über die gewünschte Information verfügen (diese aus Systemen oder bspw. Unterlagen beziehen). In einigen Fällen müssen hier auch andere Unternehmen in der Supply Chain kontaktiert werden, bspw. wenn Aussagen zu Lieferantenbeziehungen oder die Einhaltung bestimmter Standards gefragt ist. In der nächsten Phase beginnt der eigentliche Berichterstattungsprozess. Hier müssen die benötigten Informationen bei den verschiedenen Datenlieferanten (wie bspw. bei den verschiedenen Standorten, Tochterunternehmen, Abteilungen und Systemen) angefordert werden. Es nicht auszuschließen, dass die Informationen in unterschiedlichen Formaten vorliegen sowie auf Grundlage verschiedener Standards und Systeme erfasst worden sind. Die Heterogenität der Inhalte erschwert deren Zusammenführung und Validierung. Im Fall von Fehlinformationen muss der verantwortliche Datenlieferant erneut kontaktiert werden. Nach dem Berichterstattungsprozess erfolgt die Überprüfung des Berichts. Hierbei werden zumeist Entscheider wie bspw. die Geschäftsleitung in den Prozess integriert. Je nach Freigabekonzept (möglicherweise mehrere Freigabestufen), muss der Bericht von mehreren Personen oder Abteilungen geprüft werden. Während dieser Zeit wird der Bericht kontinuierlich überarbeitet. Abschließend wird der Bericht finalisiert und über die verschiedenen Kommunikationskanäle des Unternehmens und in verschiedenen Medienformaten publiziert.

Aufbauend auf der Analyse der NBE Prozesse wurden in einer zweiten Phase erneut Experteninterviews mit den Kooperationspartnern innerhalb des Projekts „IT-for-Green“ durchgeführt.

3.2 Experteninterviews

Das Ziel der Experteninterviews bestand insbesondere darin, Anforderungen und Unterstützungspotenziale durch ein NB Schema innerhalb des zuvor bestimmten Berichterstattungsprozesses sichtbar zu machen. Hierbei wurden in der ersten Phase zunächst die bestehenden Problemfelder identifiziert. Die Hauptprobleme, die die Kooperationspartner am häufigsten benannten waren:

Hoher organisatorischer Aufwand bei der Organisation und Koordination für den Gesamtprozess der Berichterstattung. Es werden relevante Inhalte mit den verschiedenen Datenlieferanten kommuniziert, die für die Berichterstattung erforderlich sind. Da der Vorgang der Berichterstattung diverse Stellen durchläuft, die von Datenlieferanten über Redakteure für den Bericht bis hin zur Validierung des Berichts reichen, steigt der organisatorische Aufwand generell für jede beteiligte Stelle.

Komplexität der Informationssammlung und -zusammenführung verschiedener Datenlieferanten. Die erforderlichen Informationen können nicht nur in verschiedenen Austauschformaten je nach Datenlieferant vorliegen, sondern auch nach unterschiedlichen Standards dokumentiert worden sein. Kanäle, über die die angeforderten Informationen ausgetauscht werden, sind i. d. R. E-Mail und Telefon.

Fehleranfällige Validierung, da die gesammelten Informationen in der anlaufenden Stelle manuell geprüft werden.

Aufbauend auf den identifizierten Problemfeldern wurden die fachlichen Anforderungen an ein NB Schema argumentativ und praxisnah mit den Kooperationspartnern abgeleitet und in einem Anforderungskatalog zusammengeführt.

3.3 Analyse der beteiligten Dokumente und Datencharakteristika: Global Reporting Initiative Richtlinien

In der dritten Phase sollten theoretische Untersuchungen eines Standards zur NBE durchgeführt werden. Als Umsetzungshilfe für die Erstellung eines NB haben in den vergangenen Jahren zahlreiche Organisationen diverse Standards, Leitfäden und Normen veröffentlicht. Innerhalb der Analyse wurden Indikatoren der G3-Indikatorprotokollsätze auf deren Struktur und Attribute untersucht mit dem Ziel, das Ergebnis für die spätere Modellierung überführen zu können. Zusätzlich wurde der G3 und G3.1 Leitfaden auf seine Bestandteile und Aufbau hin untersucht.

4 Anforderungen an ein NB Schema

Aus den verschiedenen Phasen zur Schaffung eines NB Schemas innerhalb des Moduls Nachhaltigkeitsberichterstattung & -dialog ergeben sich die im Folgenden aufgeführten Anforderungen.

Festlegung eines gemeinsamen Berichtsstandards: Das Schema kann einem beliebigen Standard zugeordnet werden. Entscheidet sich der Berichterstatter für einen Standard bspw. GRI, müssen alle internen Datenlieferanten nach der Verteilung des Schemas ebenfalls danach berichten.

Festlegung einer gemeinsamen Berichtsvorlage: Die Struktur des Schemas wird als ein Baum repräsentiert. Wird ein neues Schema erstellt, besteht es aus einem einzigen Wurzel-Element. Innerhalb des Wurzel-Elements können einzelne Berichts-Ebenen (Kinder-Elemente) definiert werden, die dem Wurzel-Element anhaften und einzelne Kapitel des späteren Berichts darstellen. Den Berichts-Ebenen können wiederum weitere Unter-Ebenen angehängt werden, sodass jede mögliche Struktur eines Berichts abgebildet werden kann. Jede einzelne Ebene enthält demzufolge eine Beschreibung der Informationen, über die berichtet werden soll. Zur Darstellung der Nachhaltigkeitsperformanz eines Unternehmens können einzelnen Ebenen Kennzahlen zugeordnet werden.

Verteilung einer gemeinsamen Berichtsvorlage: Nach der Erstellung eines Schemas kann es an die beteiligten Datenlieferanten weitergegeben werden.

Generierung eines Berichts auf Basis eines Schemas: Um einen leeren NB zu erstellen, muss zunächst ein Schema ausgewählt werden, auf dessen Basis der Bericht generiert wird. Bei der Generierung wird das Schema 1:1 auf den Bericht abgebildet mit allen Indikatoren und Ebenen, die innerhalb des Berichts als Artikel dargestellt werden. Nachfolgend können die einzelnen Artikel und Indikatoren mit Inhalt gefüllt werden.

Validierung des Berichts gegen das Schema: Die einzelnen Kennzahlen innerhalb eines Berichts können gegen das Schema, auf dessen Grundlage der Bericht generiert wurde, validiert werden. Hierzu wird geprüft, welche Indikatoren welchen Ebenen innerhalb des Schemas zugeordnet wurden und das Ergebnis wird anschließend mit den Indikatoren innerhalb einzelner Artikel im Bericht verglichen.

5 Das Schema Modell im Modul „Nachhaltigkeitsberichterstattung & -dialog“

In Abbildung 2 ist die Struktur des Schemas dargestellt. So enthält die Berichtsebene „Nachhaltigkeitsanforderungen“ den Indikator EN1, dem die *Kennzahl1* und *Kennzahl2* zugeordnet wurden. Der Berichtsebene „Umweltorientierte Produkte und effiziente Fahrzeuge“ wurde neben dem Indikator EN26 ebenfalls EN1 vorgegeben. Hierbei wurde EN1 um eine weitere Kennzahl (*Kennzahl3)* ergänzt. Mit Hilfe dieses Schemas kann innerhalb IT-for-Green ein „leerer“ Bericht generiert werden, der alle inhaltlichen Vorgaben definiert und bei der Steuerung sowie Überwachung des NBE Prozesses hilft. Die dritte Ebene der Verantwortlichkeiten (Organisation) betrifft insbesondere die interne Steuerung und Kontrolle zur Verfügung gestellter Informationen und ist in der Abbildung nicht aufgeführt.

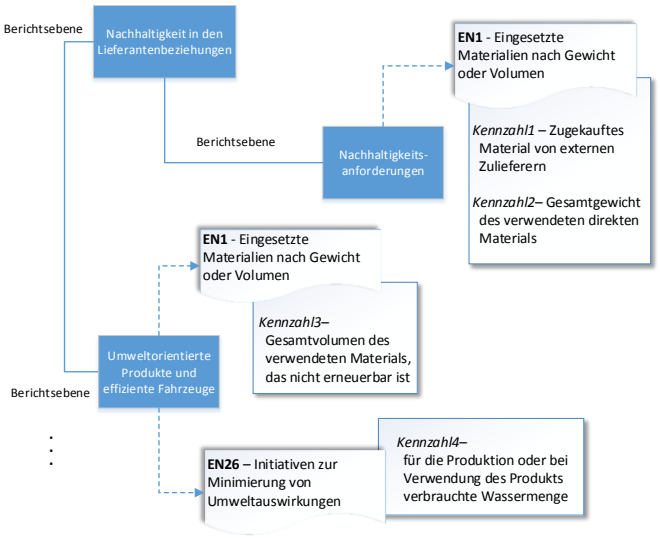


Abbildung 2: Beispielhafte Schema-Struktur

6 Fazit und Ausblick

Der vorliegende Beitrag verdeutlicht die Vorgehensweise zur Entwicklung eines NB Schemas im Projekt IT-for-Green. Die Methodik aus einem Best-Practice Ansatz, der Einbeziehung von Praxispartnern und der Berücksichtigung verwandter Arbeiten unter Betrachtung etablierter Richtlinien und Leitfäden schafft dabei eine praxisnahe Entwicklung. Die Berichtsebenen ermöglichen innerhalb von IT-for-Green eine Festlegung von Strukturen und eine erste inhaltliche Ausrichtung. Darüber hinaus können NB mit Hilfe des Schemas validiert werden. In einem nächsten Schritt wird das IT-for-Green NB Schema als XBRL Taxonomie zur Verfügung gestellt. Dabei wird es sich an der von der GRI bereits in der Entwicklung befindlichen XBRL Taxonomie orientieren und es lediglich um einige Konzepte erweitern. Auf diese Weise wird ein einfacher Austausch zwischen den Systemen und Werkzeugen im Praxiskontext möglich.

7 Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts "IT-for-Green: Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS 2.0" entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert (Fördernummer W/A III 80119242).

8 Literatur

[1] Borgstedt, S; Christ, T; Reusswig, F (2010) Umweltbewusstsein in Deutschland 2010: Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.

[2] Europäische Kommission (2013) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Council Directives 78/660/ECC and 83/349/ECC as regards disclosure of nonfinancial and diversity information by certain large companies and groups. http://ec.europa.eu/internal_market/accounting/docs/non-financial-reporting/com_2013_207_en.pdf. Abgerufen am 22.09.2013.

[3] Global Reporting Initiative (2006): GRI - Anwendungseben. https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/German-G3-Application-Levels.pdf. Abgerufen am 22.09.2013.

[4] Gräuler, M; Teuteberg, F; Mahmoud, T; Marx Gómez, J (2012) Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012. In: Anforderungspriorisierung und Designempfehlungen für Betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation – Ergebnisse einer explorativen Studie, S. 1531–1544.

[5] Isenmann, R; Arndt, H.-K.; Bey, C.;Marx Gómez, J; Solsbach, A (2008) XBRL-Taxonomie für Nachhaltigkeitsberichte - Vorschlag einer harmonisierten Dokumentstruktur zur Online-Kommunikation von Organisationen.In: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008, S. 601–613.

[6] Isenmann, R; Marx Gómez, J (2008) Internetbibliothek für Nachhaltigkeitsberichte zur Archivierung und Auswertung. In: Isenmann, R; Marx Gómez, J (Hrsg.) Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung, Erich Schmidt Verlag, 2008, S. 269–282.

[7] Isenmann, R; Marx Gómez, J (2008) Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung: Maßgeschneiderte Stakeholder-Kommunikation mit IT. In: Isenmann, R; Marx Gómez, J (Hrsg.) Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung, Erich Schmidt Verlag.

[8] Schaltegger, S; Herzig, C (2008) Berichterstattung im Lichte der Herausforderung unternehmerischer Nachhaltigkeit. In: Isenmann, R; Marx Gómez, J (Hrsg.) Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung, Erich Schmidt Verlag, 2008, S. 51–64.

[9] Schaltegger, S; Herzig, C; Kleiber, O; Klinke, T; Müller, J (2007) Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen: Von der Idee zur Praxis: Managementansätze zur Umsetzung von Corporate Social Responsibility und Corporate Sustainability. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

[10] Süpke, D (2012) Referenzarchitektur zur dialogbasierten Nachhaltigkeitsberichterstattung im Web 2.0. In: Oldenburger Schriften zur Wirtschaftsinformatik, Band 8, Shaker Verlag, Aachen.

[11] Wilde, T; Hess, T (2006) Methodenspektrum der Wirtschaftsinformatik - Überblick und Portfoliobildung. In: Arbeitsbericht Nr. 2/2006," München.

[12] Wilde, T; Hess, T (2007) Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik., In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Nr. 49, S. 280–287.

Towards Model-based Energy Management

Richard Rößler

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01062 Dresden, E-Mail: Richard.Roessler@tu-dresden.de

Hannes Schlieter

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01062 Dresden, E-Mail: Hannes.Schlieter@tu-dresden.de

Werner Esswein

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01062 Dresden, E-Mail: Werner.Esswein@tu-dresden.de

Abstract

Energy Management Systems (EMS) help enterprises to increase their energy efficiency and to realize substantial energy savings. The international standard ISO 50001 provides a general framework for the implementation of an EMS which has to be adapted against the specific characteristics of an organization. Currently, this adaptation process is less supported and means high effort for the organization. Following a design science research (DSR) approach the paper addresses this issue and presents a model-based method for the implementation and operation of an EMS. The application of the designed method is illustrated using a case example.

1 Introduction

Against the background of progressive shortage of natural resources and climate change, a resource efficient and sustainable action becomes one of the significant social subjects relevant for the future [5]. For a sustainable reduction of fuel economy data and emission values the German federal government demands the reduction of the specific energy consumption in all social areas. Besides these political guidelines companies face a growing economic importance of efficiency measures. Due to continuously rising energy prices companies are forced to optimize their processes for saving energy [3]. For a systematic utilization of possible savings the international norm ISO 50001 for EMS was published in June 2011. This standard proposes organizations to improve the energy efficiency and to optimize the use of energy through the specification of general requirements and guidelines for the implementation of an EMS [6]. Besides improving energy efficiency numerous different advantages could be realized by setting up an EMS (see section 2). Yet, numerous references about constraints of economically reasonable improvement activities can be found [13]. Primarily, causes are identified in a missing organizational and information technology (IT) support [19]. For example [24] refer to a lack of adequate information on the energy situation of the company and of information regarding real energy consumption data. For a representation of the full range of constraints [4] provide a comprehensive overview of barriers to energy efficiency.

The paper addresses the issue of an efficient implementation and utilization of EMS. Therefore, a model-based method will be presented which fosters the implementation and maintenance of an ISO 50001-compliant EMS. By showing a holistic model-based approach for the domain of energy management (EM), the work contributes to the method nexus of information system research (ISR) [18]. According to [1] adequate methods for problem-solving require a consideration of the specific characteristics of each use case in the selection, adaptation, adjustment or design phase. The presented method is specifically designed for the domain of EM and includes EM-specific concepts. Thus, the presented work relates to the area of domain-specific engineering [1]. The paper is the first work that is dedicated to the implementation of an ISO 50001 compliant EMS by a model-based method. It contributes to practice by giving an instrument at hand that helps to access and control the energetic situation of a company. The artifact is not closed in itself, rather the integration of the method into an existing management system is ensured on the ability to define interfaces to existing management structures. It contributes to theory by applying the methodology of method engineering to the domain of EM and EMS and thus opens up a new field of application.

The paper is structured as follows: After the description of the research method is given in section 2, a theoretical introduction into the foundations of EM is presented in section 3. Afterwards, the case description for the exemplary application in further steps is given in section 4. In section 5, requirements for the method are analyzed and derived systematically on the basis of ISO 50001. The core of the paper follows with the presentation of the design of the method in section 6. Section 7 deals with the demonstration of the application of the method within the practical context of an industrial company. For this purpose a case study is conducted to investigate the state of the art of EM in an industrial company. The paper closes with a discussion and directions for further research.

2 Research Method

The research is related to the design-oriented branch of ISR [11]. The core idea is to create an artifact for solving an unsolved problem of a special problem domain or for a qualitative improvement of an existing solution. DSR is focused on the creation of useful artifacts in information system context [16].

These can be models, methods, implementation and their applications [11]. Conceptual models and model-based methods have been established instruments in ISR for documentation, communication and improvement of information systems [2][12]. According to the philosophy of design science, artifacts are not the result of a sporadic development. Instead of that, they are planed and constructed systematically like it is done in an engineering discipline [26].

In the example of DSR, a case study can be carried out to identify and develop a research goal, or action research to demonstrate and evaluate the artifact. This article focuses the development and demonstration of an artifact. Therefore the procedure model of [17] is used as research framework. Figure 1 shows the stages of the procedure model and corresponding sections of the paper. In the context of DSR an evaluation of the artifact is required with respect to the tasks for which it was designed. For this purpose [17] propose a two-stage process. In the first step, a demonstration of the applicability of the artifact is detected on one or more instances of the problem. The second step is an evaluation, answering the question of how the artifact helps to solve the problem. On the example of modeling the EMS of an industrial company, the applicability of the artifact will be demonstrated. For evaluation, we plan to test the artifact presented under real operating conditions in an industrial enterprise. The selection of an appropriate evaluation method is based on the framework of [25]. Therefore, we will follow an action research approach. The results of the evaluation and its implications for the design will be presented in a subsequent article.

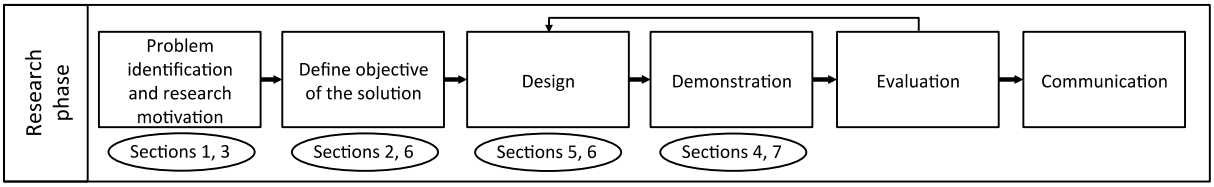


Figure 1: Stages of the DSR process [17]

3 Foundations

An EMS focuses on the process of managing energy in an organization. Its objective is to make improvements in energy efficiency and energy consumption. According to [6], an EMS is defined as "a set of interrelated or interacting elements to establish an energy policy and energy objectives, and processes and procedures to achieve those objectives". These elements can be, for example, people, responsibilities, process descriptions, technical and financial resources or targets.

3.1 Benefits of Energy Management Systems

The requirements of ISO 50001 are formulated in general terms and demand a company-specific interpretation. Own experiences from the management of a regional energy efficiency network and company interviews show that the implementation and use of standards-compliant EMS is often associated with high effort and costs for companies. Despite the effort of introduction the implementation of an EMS is a significant variable to increase energy efficiency which aims to reduce the absolute or relative energy use per unit of production. An EMS enables companies to systematically identify and exploit efficiency potentials. In addition to monetary savings numerous other benefits can arise from the introduction of an EMS. According to [27] these motives can be assigned to the groups: cost reduction, integration to sustainable economic success, government aid, prevention of additional costs, rewards by stakeholders and contribution to future security (see fig. 2).

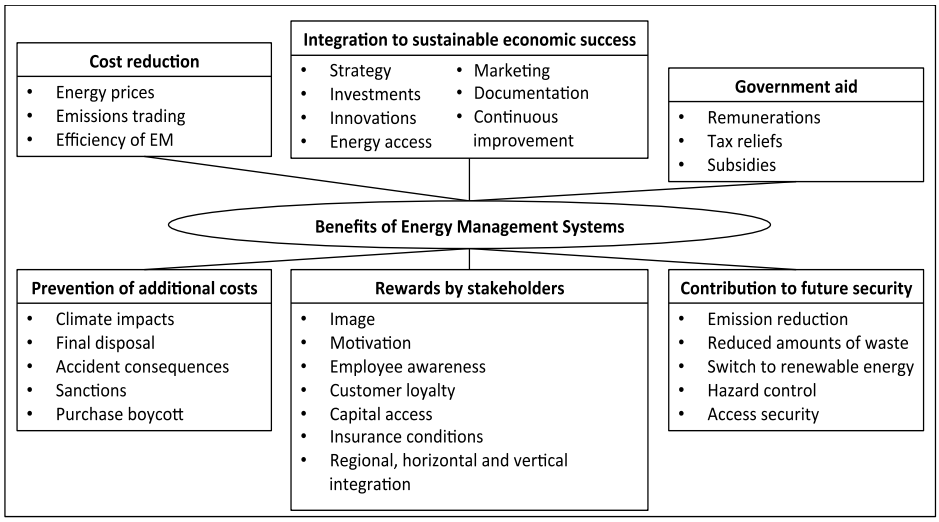


Figure 2: Benefits of Energy Management Systems (cf. [27])

3.2 Related Work – a German Perspective

Previous approaches to the implementation of EMS are mainly products of the consulting industry and primarily document-driven process models. The EMS market survey, developed by the Energy Agency.NRW [7], shows that there are currently no comprehensive methods based on a holistic view of an EMS, but only partial aspects of an EMS are addressed, such as the issues of energy measurement and energy data management. [21] propose a model-based approach to EM, however, aim for the reuse of models in the context of the efficient creation of EM processes and not for a holistic model-based approach. Independently from EM research, in the areas of process and quality management, model-based solutions are pursued already. However, owing to the specificity of EMS these approaches are not transferable to the domain of EM. In this context, [27] points out that one rather needs to explore how these subsystems can be integrated as a part of an overall management system.

On the other hand, there are various guidelines of certification companies (e.g. GUTcert) and BMU [14] for standard implementation of an EMS. A similar approach is followed by the project mod.EEM [8] whose central idea is to check the progress on implementation of an EMS through an online checklist. It also offers the possibility to formulate recommendations for action or to refer to legal provisions. Both mod.EEM and existing guidelines help to interpret the standard, but give no documentation tool at hand. The research project "ReMo Green" [15] aims to develop an industry-specific and process-oriented energy efficiency software. For this purpose reference modeling should be applied. In addition to functions for monitoring, controlling, reporting and benchmarking, it also offers the functionality for simulation. Organizational aspects, such as the documentation of an energy policy and the identification of objectives for implementing this policy and linking these objectives with personnel responsibilities and resources, are not considered in this approach. In summary it can be stated that currently there is no comprehensive method which supports the implementation of corporate EM.

4 Case Study

As we follow a practical-oriented approach, the applicability of the designed method is checked using real enterprise data. For this purpose, a company was selected from a regional energy efficiency network. As part of the energy efficiency network Saxony, parties were asked to what extent an EMS

is already in place and whether certification is planned or has already been completed. Three of the 15 companies currently have a certified EMS, one company is in the process of certification. The analysis of the documentation of existing management systems (e.g. quality management, environmental management) is limited in all companies to standard office tools such as MS Word and Excel. Only parts of EMS-tasks, such as energy controlling (5 of 15 firms) or load management (8 out of 15 companies) are implemented in the companies with IT-support. The level of EMS varies between very sophisticated measuring structures without existing management processes and companies with defined management processes but a lack of measurement infrastructure. Management manuals are so far created manually by energy managers. The essential task of these documents is to index and to reference subdocuments. In particular, the maintenance of the system means a great effort. To keep existing management manuals up to date, detailed information of the subsystems has to be identified, extracted and integrated manually into the central document. In addition, knowledge about the interaction of detailed information is centered to a few people, so the company gets into an increasing dependence.

To demonstrate the method the example of a company participating in the energy efficiency network Saxony is used. The company is active in the field of plastics processing and has just completed the certification process according to ISO 50001. The company is part of a worldwide corporate group with about 1,400 employees. For over 40 years, the group has been developing and manufacturing packaging for the filling industry. In the examined plant in Sohland, Saxony with about 140 employees, the costs of energy add up to a height of about 1 million Euros in 2012. Changes and additions to the existing documentation of the company significantly complicate the work of managers due to the large number of individual documents and mostly unstructured collected data. This especially applies if modification anomalies because of renamed roles, changed laws or renamed process steps need to be avoided.

5 Requirements Analysis

In order to assist organizations with the implementation, maintenance and improvement of an EMS, the method has to implement the requirements of ISO 50001 adequately, i.e. the modeling language needs to include enough concepts, so that all relevant aspects of the domain can be represented. The following requirements were derived from ISO 50001. All sections of the standard were taken into account for the design of the method. In addition to a brief description of the requirement the section of the standard is given in the following tables.

Table 1 summarizes general requirements of the standard. Besides the definition of the scope of the EMS it needs to be documented how the EMS contributes to the continuous improvement of energy efficiency.

No.	Requirements	Section
GR 1	The scope and boundaries of the EMS have to be defined and documented.	4.1, 4.2.1
GR 2	It has to be determined and documented how the EMS will meet the requirement of achieving a continual improvement of the energetic performance.	4.1

Table 1: General Requirements (GR)

Furthermore, the obligations of the management, esp. of the top management and the representatives of management, are stated. The tasks of the top management are mainly characterized by a strategic and long-term as well as monitoring and controlling focus. The top management is supported by one or more management representatives. We adopt requirements from ISO 50001 in table 2:

No.	Requirements	Section
MR 1	An energy policy has to be established, implemented and maintained according to section 4.3.	4.2.1, 4.3
MR 2	A management representative and an EM-team have to be appointed. The responsibilities and authorities of the management representative are stated in section 4.2.2.	4.2.1, 4.2.2
MR 3	The resources which are necessary to the EMS should be provided.	4.2.1
MR 4	The importance of EM in the organization has to be communicated according to section 4.5.3.	4.2.1, 4.5.3
MR 5	Strategic and operational energy performance objectives have to be established according to section 4.4.6.	4.2.1, 4.4.6
MR 6	Appropriate energy performance indicators (EnPI) are necessary according to section 4.4.5.	4.2.1, 4.4.5
MR 7	It is required to include energy considerations in long-term planning.	4.2.1
MR 8	Results have to be measured and reported continuously.	4.2.1
MR 9	Management reviews have to be conducted according to section 4.7.	4.2.1

Table 2: Management Responsibility (MR)

Another aspect of ISO 50001 is the energy planning process: Based on the analysis of past and current energy use and consumption the areas, systems, processes, people and variables of the organization with a significant impact on energy use have to be identified. Using these findings ways to improve the energy performance must be found and prioritized. Moreover, operational and strategic objectives should be defined in accordance with the energy policy and action plans for their realization have to be implemented. We adopt requirements from ISO 50001 in table 3:

No.	Requirements	Section
EP 1	An energy planning process has to be implemented and documented consistent with the energy policy.	4.4.1
EP 2	Legal and other requirements should be identified, established, maintained and accessible.	4.4.2
EP 3	An energy review has to be recorded and maintained.	4.4.3
EP 4	The energy baseline shall be established, maintained and documented.	4.4.4
EP 5	Action plans have to be established, implemented and maintained.	4.4.6

Table 3: Energy Policy (EP)

The requirements finish with comments on procedures and processes concerning the adoption, implementation and review of an EMS. The organization has to align some areas such as staff training, communication processes or the design of new sites and facilities to particular conditions and requirements. This alignment generally includes the implementation of EM processes, their documentation as well as a regular maintaining and review. For example, a process for the control of documents has to be implemented, ensuring regular updates, traceable changes, and checks before their publication and a secure access. We adopt requirements from ISO 50001 in table 4:

No.	Requirements	Section
EMP	Establishing, maintaining and documentation of processes in context of the EM	4.5 – 4.7

Table 4: EM-Processes (EMP)

6 Design of a Model-based Method for Energy Management

Once the requirements were derived, the model-based method for the documentation of an EMS is presented. For demonstration purposes the anonymous documentation of a network participant (hereafter referred to as company A) is picked up and modeled by means of the designed approach.

6.1 Preliminary Considerations – Multi-perspective Modeling

In the discipline of Management Information Systems, multi-perspective modeling is a specific technique in the area of conceptual modeling which allows to structure an information system by different views to improve the understanding of its complexity [10]. By the building of views, the modeler can describe the entire information system using the views like a structuring framework, but he can also consider specific aspects of information system using the views for an aspect-specific model application. This helps to gain a better understanding of the domain, its concepts, and their relationships [22]. Typically but not necessarily, one presentation type is assigned to each view, for example, the org chart is used as presentation type for the organizational view. In the context of multi-perspective modeling, presentation types are not independent of each other. Moreover, they are linked by integrative model elements, i.e. elements that are used in multiple views. Thus, the model is a system of views, presentation types and their relationships between these [9].

In business models, for example, the purpose is a comprehensive modeling of the company in its process and organizational context. Views for structuring are specified by frameworks such as the Architecture of Integrated Information Systems (ARIS) [20] or the Zachmann Framework [23].

6.2 Design of the Method & Meta Model

For a consistent documentation and structuring of EM-relevant information, we designed a method using a multi-perspective model approach. By a set of views, all business-related EM-information are comprised and their network of relations is maintained. For implementation the meta-CASE tool named Cubetto Toolset was used which is a generic tool for the definition of (individual) modeling grammars. The views of the model-based EM method are derived in accordance with the main aspects of ISO 50001: strategy, EM-processes, energy analysis and documentation, and organization. Table 5 gives an overview of these views, their associated presentation types, their purpose, and the underlying requirements.

Model View	Presentation Types	Purpose	Req.-No.
Strategy & energy policy	Target plan	presentation of energy policy as well as hierarchic mapping of strategic and operational energy goals and their major attributes including the allocation of key performance indicators (KPI) and energy performance indicators (EnPI)	GR 1, GR 2, MR 1, MR 5, MR 6, MR 7
	Action plan	allocation of energy programs with the relevant activities as well as their particular core features to the energy goals and allocation of underlying documents	MR 5, EP 5
	Internal program view	chronological presentation of activities of an energy program	EP 5
	External view of activities	mapping of an activity including resources and goals which are pursued by the activity	MR 3, EP 5
	Internal view of activities	presentation of the main subtasks and milestones of an energy activity	EP 5
Energy management processes	Process chart	presentation of important, basic approaches and processes of the organization in the context of EM usage of actions, states, decisions, junctions, roles and sequential relations	MR 4, MR 8, MR 9, EP 1, EMP
Energetic analysis & documentation	Energetic evaluation – process orientation	mapping of key business processes of the company under the assignment of measuring points to sub-processes and the representation of energetic parameters of a sub-process with appropriate priority	EP 3, EP 4
	Energetic evaluation – structure orientation	mapping of the organizational unit structure by hierarchical breakdown of energy consumers and associated measuring points under allocation of prioritized energy variables	EP 3, EP 4
	Measuring plan	listing of measuring points of certain corporate divisions, its components and assignment of measured values and measurement times	EP 3, EP 4
	Requirements	listing of commitments undertaken due to EM and associated characteristics and documents	EP 2
Organization	Organizational structure	mapping of hierarchic organization structure by means of divisions, positions, roles and teams	MR 2
	Job description	description of single positions and roles with needed skills and given authorizations	MR 2, MR 8

Table 5: Architecture of the Method for EM

Figure 3 shows an excerpt of the meta model as UML class diagram. It defines the abstract syntax of the modeling language by describing the model views (e.g. *Strategy View, Energetic Analysis and Documentation*), their specific presentation types (e.g. *Target plan, Action plan, Measuring plan, energetic evaluation - structure orientation*), concepts (e.g. *EnergyPolicy, EnergyTarget, MeasuringPoint, Consumer*) and their relationship types. Since a complete description of all concepts in a general overview would be too complex, figure 3 focuses on the concepts of *Strategy View* and the view of *Energetic Analysis and Documentation.* Therefore, we want to show the design of the meta model and its implications for the application in principle.

In *Strategy view* concepts for modeling energy targets, related measures, and programs are shown. Using these concepts a stepwise operationalization of the energy policy through the definition of energy targets and the derivation of programs of measures is possible. In figure 3, the concepts of the presentation types *Target plan* and *Action plan* are illustrated. Within the presentation type *Target plan EnergyTargets* can be assigned to an *EnergyPolicy* by a structural relationship. These targets can be assigned indicators (e.g. *KPI* or *EnPI*). Within the presentation type *Action plan* at least one program of measures (*EnergyProgram*) can be assigned to an *EnergyTarget*. Each program in turn is assigned to at least one *EnergyTarget*.

Based on both presentation types the integrative modeling approach will be demonstrated. In the small dashed box the concepts of the presentation type *Target plan* are shown, whilst in the large dashed box the concepts of the presentation type *Action plan* are demonstrated. The object *EnergyTarget* is used in both presentation types. In case of modeling, an *EneryTarget* has to be modeled only once for this and referenced in each presentation. The same applies to the concept *MeasuringPoint* which is used in the presentation types *Measuring plan* and *Energetic evaluation - structure orientation* from view *Energetic Analysis and Documentation*. Graphical representations of these concepts are shown in figures 4 to 6.

The view *Energetic Analysis and Documentation* comprises all objects that are necessary for modeling the energetic situation of the company. As conceived in the meta model in the view *energetic evaluation - structure orientation* the structure of energy consumers can be represented (depicted by a specialization-relation). For this purpose, physical or virtual consumers can be mapped. These *Consumers* are in turn assigned to at least one business unit (*OrganizationalUnit*). The link to the measuring task is via an association between *Consumer* and *MeasuringPoint* so that the measurement task is assigned to the consumer.

The generic meta-model also allows the integration of the method into existing management system. Using referential links, for example, references to an existing organization chart with defined areas of responsibility could be made. Similarly, references to technical resources, such as an existing energy controlling system, are possible. The presented method is therefore not to be regarded as a self-contained artifact, rather it represents a module of the overall management system that enables the efficient management of the corporate EM.

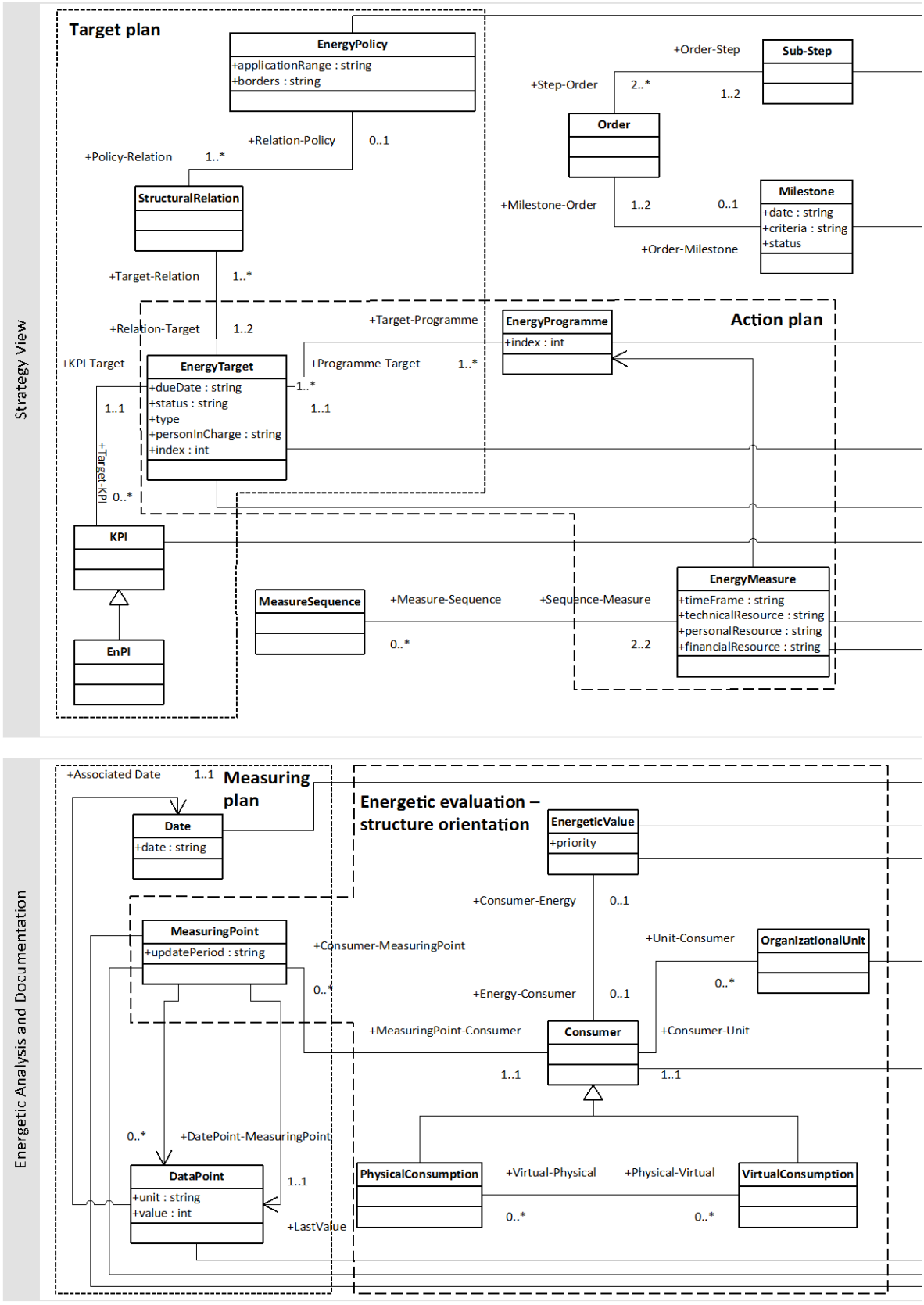


Figure 3: Meta-Model (excerpt)

7 Demonstration

On the basis of the existing EMS-documentation of the above introduced company (section 4), the use of the method and the advantages of a consistent model-based management are illustrated. The company has an energy policy and strategic objectives specified by the parent company. This information is currently stored as loose documents on the company server. The use of the method offers a possibility of a structured information management. Figure 4 shows a section of the presentation *Target plan* of the model view *Strategy view*. It allows for the documentation of the energy policy and related strategic and operative objectives associated deadlines and responsibilities. Based on the *operative objective Z11* the inclusion of metrics for goal setting is demonstrated using the example of the *EnPI*. The *EnPI* is a company-specific indicator that measures the energy-related performance. The company's current ratio is kWh_{el} / $kg_{processed\ material}$. On the example of the *operative objective Z 31* figure 5 illustrates which individual measures within the *EnergyProgram* "improvement measures" must be carried out to achieve these targets. By the use of an integrated modeling approach *objective Z 31* (shown in figure 5) is consistent to *objective Z 31* (shown in figure 4) by a referential link. That is, there is one and the same object represented in different presentations. Changes in the characteristics or the name are therefore carried out in all references.

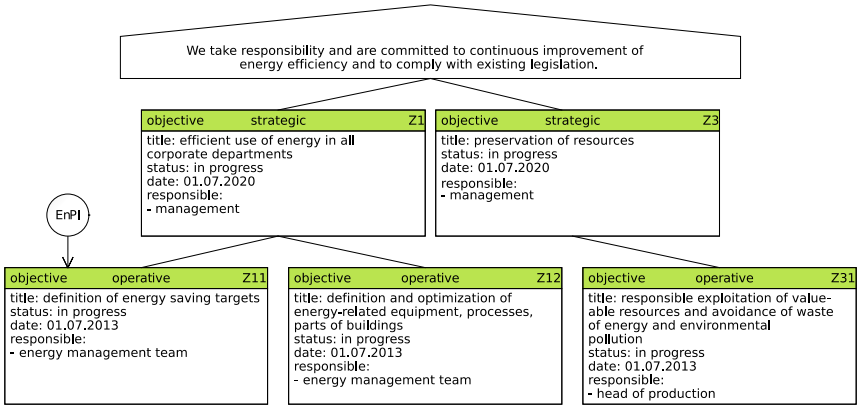


Figure 4: Target plan (excerpt)

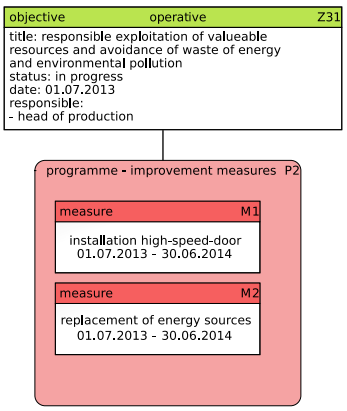


Figure 5: Action plan (excerpt)

For the identification of improvement potential knowledge on energy consumers and the evolution of consumption values is necessary. The sample company is currently in the construction of a measuring system to capture data directly on consumer level. The documentation and management of relevant consumers is possible within the view *Energetic Analysis and Documentation* within the presentation *Energetic evaluation – structure orientation*. The structure-oriented presentation allows the assignment of consumers and measuring points to organizational units (see figure 6).

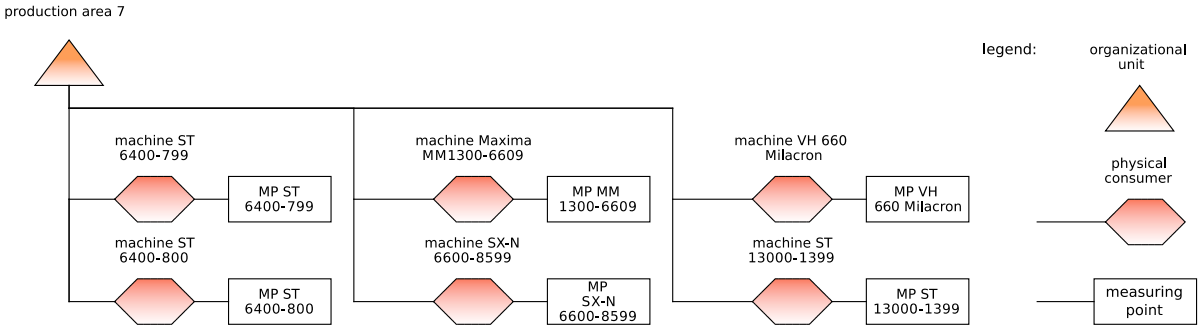


Figure 6: Energetic evaluation – structure orientation (excerpt)

8 Conclusion and Outlook

In this paper a model-based method for EM conform to the requirements of the standard ISO 50001 is presented. The practical applicability of the method is demonstrated by modeling the EMS of an industrial company of the energy efficiency network Saxony. We show that the presented method is applicable to the domain of EM. The innovation of the proposed artifact is due to the methodologically guided documentation of a standards-compliant EMS. The method considers the requirements of the standard ISO 50001 and provides domain-specific concepts that allow an adequate modeling of the EMS. It is the first modeling method which is explicitly adapted to the domain of EM and supports the user in the maintenance and documentation of an EMS. The method allows for a centralized data management and preserves the consistency between the documented elements of the EMS by an integrative modeling approach. As a result, we consider the chance to achieve a significant reduction in the administrative burden for document changes or other adjustments to the EMS and simultaneously reduction of the probability of occurrence of inconsistencies or incomplete adjustments significantly. Likewise, the method can be understood and applied in terms of a reference model. In the design of the method the central requirements of the standard ISO 50001 are consistently involved. In our opinion, the use of the provided concepts for the definition of reference processes and other templates opens up the opportunity to reduce the effort of the introduction of an EMS and to ensure completeness in implementing the requirements of the standard. We also assume that the consistent use of models for documentation also increases the ease of use and allows even novice users easier access to the domain of the EM. Only the training effort opposes the application of the method in the early stages of introducing an EMS. An argument for the application of this method already during the introduction of EMS is that the data management is implemented holistically integrative through the EMS model from the beginning. Subsequent implementation of the method represents an additional introduction and migration effort. It is expected that, accompanied with EMS demanding legislative initiatives and with the further spread of ISO 50001, the subject of model-based EM experiences an increasing importance in the corporate landscape. This is underlined not least by the experiences gained in the energy efficiency network Saxony. Finally, with the increasing use of standardized EMS the option of an empirical analysis of the method opens up, especially with regard to cost effectiveness.

9 References

[1] Becker, J.; Janiesch, C.; Pfeiffer, D. (2007): Reuse mechanisms in situational method engineering. Situational Method Engineering: Fundamentals and Experiences 244:79–93.

[2] Brinkkemper, S.; Saeki, M.; Harmsen, F. (1998): Assembly techniques for method engineering. In: *Advanced Information Systems Engineering*: 381-400. Springer, Berlin Heidelberg.

[3] Bunse, K.; Vodicka, M.; Schönsleben, P.; Brülhart, M.; Ernst, F. O. (2011): Integrating energy efficiency performance in production management - gap analysis between industrial needs and scientific literature. Journal of Cleaner Production, 19(6):667–679.

[4] Chai, K. H.; Yeo, C. (2011): Overcoming Energy Efficiency Barriers Through Systems Approach. Available at SSRN 1915885.

[5] Dedrick, J. (2010): Green IS: concepts and issues for information systems research. Communications of the Association for Information Systems 27(1):11–18.

[6] International Organization for Standardization (2011): Energy management systems - Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011).

[7] EnergyAgency.NRW (2013a): EMS.marktspiegel. http://www.energieagentur.nrw.de/tools/emsmarktspiegel. Accessed: 23.07.2013

[8] EnergyAgency.NRW (2013b): Modular EnergyEfficiencyModel. http://www.modeem.de. Accessed: 23.07.2013

[9] Ferstl, O. K.; Sinz, E. J. (2008): Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. 6th revised edition. Oldenbourg, München.

[10] Frank, U. (1999): Conceptual modelling as the core of the information systems discipline-perspectives and epistemological challenges. In: *Proceedings of the Fifth Americas Conference on Information Systems*. Milwaukee

[11] Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design science in information systems research. Mis Quarterly 28(1):75–105.

[12] Iivari, J.; Hirschheim, R.; Klein, H. K. (2000): A dynamic framework for classifying information systems development methodologies and approaches. Journal of Management Information Systems 17(3):179–218.

[13] Jaffe, A. B.; Stavins, R. N. (1994): The energy-efficiency gap - What does it mean?. Energy Policy 22(10):804–810.

[14] Kahlenborn, W.; Kabisch, S.; Klein, J.; Richter, I.; Schürman, S. (2012): Energiemanagementsysteme in der Praxis - ISO 50001: Leitfaden für Unternehmen und Organisationen. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

[15] Meyer, A. (2013): Referenzmodell für eine branchenorientierte Energieeffizienzsoftware für KMU. In: *IT-gestütztes Ressourcen- und Energiemanagement:* 11-19. Springer, Heidelberg.

[16] Offermann, P.; Blom, S.; Bub, U.; Bernstein, A.; Schwabe, G. (2011): Strategies for Creating, Generalising and Transferring Design Science Knowledge – A Methodological Discussion and Case Analysis. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*: 1186–1197. Zürich

[17] Peffers, K.; Tuunanen, T.; Rothenberger, M. A.; Chatterjee, S. (2007): A design science research methodology for information systems research. JMIS 24(3):45–77.

[18] Pries-Heje, J.; Baskerville, R. (2008): The design theory nexus. MIS Quarterly 32(4):731–755.

[19] Rohdin, P.; Thollander, P.; Solding, P. (2007): Barriers to and drivers for energy efficiency in the Swedish foundry industry. Energy Policy 35(1):672–677.

[20] Scheer, A. W. (2000): ARIS–business process modeling. Springer, Berlin Heidelberg.

[21] Schlieter, H.; Juhrisch, M.; Niggemann, S. (2010): The Challenge of Energy Management–Status-Quo and Perspectives for Reference Models. In: *PACIS 2010 Proceedings*. Taipei.

[22] Schuette, R.; Rotthowe, T. (1998): The guidelines of modeling – an approach to enhance the quality in information models. In: Conceptual Modeling–ER'98:240–254. Springer, Heidelberg.

[23] Sowa, J. F.; Zachmann, J. A. (1992): Extending and formalizing the framework for information systems architecture. IBM Systems Journal 31(3):590–616.

[24] Thollander, P.; Ottosson, M. (2008): An energy efficient Swedish pulp and paper industry – exploring barriers to and driving forces for cost-effective energy efficiency investments. Energy Efficiency 1(1):21–34.

[25] Venable, J.; Pries-Heje, J.; Baskerville, R. (2012): A comprehensive framework for evaluation in design science research. In: *Design Science Research in Information Systems. Advances in Theory and Practice*: 423-438. Springer, Berlin Heidelberg.

[26] Winter, R. (2008): Design science research in Europe. EJIS 17(5):470–475.

[27] Zabel, H.-U. (2012): Nachhaltigkeitsorientiertes Energiemanagementsystem – Anforderungen, Potentiale und Inhalte. uwf UmweltWirtschaftsForum 20(1):89–94.

Quantifizierung der energetischen Einsparpotenziale durch Nutzung von thermischen Kaltwasserspeichern in Rechenzentren anhand eines Beispiels (Abstract Only)

Gregor Drenkelfort, Friedrich Heselhaus, Frank Behrendt

Technische Universität Berlin, Institut für Energietechnik, 10623 Berlin, E-Mail: {g.drenkelfort,friedrich.h,frank.behrendt}@tu-berlin.de

Abstract

Thermische Kaltwasserspeicher werden seit langer Zeit in den Kühlsystemen großer Gebäude eingesetzt. Da mittlere und große Rechenzentren (RZ) in den meisten Fällen über ein Kühlsystem mit Wassernetz verfügen, können thermische Kaltwasserspeicher leicht in diese RZ integriert werden. Dieser Beitrag quantifiziert über einen Optimierungsansatz für die Be- und Entladung des Kaltwasserspeichers erstmals die Einsparungen, die sich durch den Einsatz eines solchen Speichers für ein mittleres fiktives RZ am Standort Frankfurt/Main erreichen lassen. Dabei konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz eines Kaltwasserspeichers der Energiebedarf des Kühlsystems um 10 bis 20 % gesenkt werden kann, was einer Verringerung des Gesamtenergiebedarfs des RZ von bis zu 7 % entspricht.

Teilkonferenz: Informationssysteme in der Finanzwirtschaft

Die Teilkonferenz befasst sich mit Informationssystemen in der Finanzwirtschaft. Im Fokus stehen sowohl die Informationssysteme für Finanzmärkte mit den Schwerpunkten Handel und Finanzmarktmodelle als auch Informationssysteme in der unternehmensinternen Anwendung zur Unterstützung von Prozessen und Organisationsstrukturen. Zudem werden die Sicht der Finanzdienstleister als auch die der Kunden und Technologielieferanten berücksichtigt. Das Themenspektrum ist somit sehr breit, während sich die Beiträge in dieser Teilkonferenz nur mit einer Auswahl an unterschiedlichen Herausforderungen beschäftigen konnten:

- Florian Glaser, Martin Haferkorn, Moritz Christian Weber und Kai Zimmermann untersuchen am prominenten Beispiel Bitcoin, welche Faktoren die Preise von digitalen Geldeinheiten beeinflussen sowie deren Volatilität erklären.
- Saskia Zelt, Jochen Wulf, Falk Uebernickel und Walter Brenner beschäftigen sich mit dem Outsourcing von Application Services und ermitteln auf Basis von Fallstudien in deutschen und schweizerischen Banken Strategien, Einflussfaktoren sowie künftige Herausforderungen für das Outsourcing.
- Bernd Heinrich, Dennis Kundisch und Steffen Zimmermann entwickeln auf der Basis der Modernen Portfoliotheorie ein konzeptuelles Modell für Finanzdienstleister, das die Risikoeffekte betrachtet, falls Ressourcen (Hard- & Software, Personal, etc.) von mehreren Projekten nebenläufig genutzt werden.
- Maryam Heidari und Carsten Felden analysieren Fußnoten in Finanznachrichten und begründen die Notwendigkeit automatisierter Verfahren zur Analyse dieser unstrukturierten Daten.

Wir möchten uns bei allen Autoren sämtlicher eingereichter Beiträge herzlich bedanken. Sie haben uns viele interessante Forschungsergebnisse vorgestellt und uns in die angenehme Lage versetzt, die besten vier Beiträge auswählen zu können.

Dezember 2013

Susanne Leist, Mathias Goeken, Florian Johannsen

(Teilkonferenzleitung)

Analyzing Risk Interaction Effects among IT Projects based on Modern Portfolio Theory

Bernd Heinrich

University of Regensburg, Information Systems II, D-93040 Regensburg,
E-Mail: bernd.heinrich@wiwi.uni-regensburg.de

Dennis Kundisch

University of Paderborn, Information Management & E-Finance, D-33098 Paderborn,
E-Mail: dennis.kundisch@wiwi.uni-paderborn.de

Steffen Zimmermann

University of Innsbruck, Information Systems II, A-6091 Innsbruck,
E-Mail: steffen.zimmermann@uibk.ac.at

Abstract

Financial Services Providers usually conduct multiple concurrent IT projects and have to constantly allocate their resources on the projects in an efficient way. Naturally, they may realize cost synergies among projects – e.g., due to infrastructure sharing – depending on the projects' resource requirements. However, exploiting resource interactions leads not only to cost synergies but also to risk interaction effects. We propose a conceptual model based on the Modern Portfolio Theory to study these risk interaction effects among IT projects. The main contribution of this research is the conceptualization of the effects of resource interactions on the risk of a Financial Services Provider's project portfolio. Thereby, we illustrate that realizing cost synergies may not only lead to risk accumulation effects but, counterintuitively, also to risk reduction effects.

1 Introduction

Financial Services Providers (FSPs) are expected to spend more than USD 270 billion on IT in 2013 globally [9]. In doing so, FSPs invest more in IT than any other industry [9] and usually have to handle multiple concurrent projects with the objective to maximize the business value of the project portfolio. According to the IT Governance Institute's VAL IT Framework [14], "value is defined as the total life-cycle benefits net of related costs, adjusted for risk and for the time value of money". Naturally, FSPs aim to efficiently allocate their resources to the projects to be conducted by minimizing the costs "with an affordable use of resources and an acceptable level of risk" [14]. Depending on the projects' resource requirements in terms of labor and infrastructure, potential *resource interactions* among projects (e.g., labor or infrastructure sharing) may be identified and exploited. However, resource interactions are often overlooked what may lead to project failures in terms of costs, quality, or time [8]. Consequently, valuable resources may be wasted.

Resource interactions have been comprehensively analyzed in project management literature, in particular, for research and development (R&D) projects (e.g., [1], [10], [12]) as well as for IT projects (e.g., [4], [16], [18], [22]). According to these literature streams, resource interactions may occur if the total resource requirements for projects in a given project portfolio cannot be represented as the sum of resource requirements of all of the individual projects [10]. As exploiting resource interactions affects both expected costs and risk of the overall project portfolio, *interaction effects* are defined as the economic impacts of exploited resource interactions on expected costs and risk. In the project management literature it is consistently emphasized that the exploitation of resource interactions among IT projects results in lower portfolio costs due to the realization of cost synergies (e.g., [12], [18], [22]). However, to this date, there is no systematic analysis of the resulting effects on the portfolio risks (referred to as *risk interaction effects* in the following). Thus, we aim to answer the following research question: *Which risk interaction effects (i.e., risk accumulation or risk reduction) are induced by the exploitation of resource interactions?*[1]

To answer this research question, we develop a conceptual model rooted in the Modern Portfolio Theory (MPT) [20] to explore the risk interaction effects resulting from the exploitation of resource interactions among IT projects of an FSP. We structure this research according to the framework proposed by [24]. We contribute to the project management literature by the first paper conceptualizing the relationship between exploitable resource interactions and their resulting risk interaction effects among IT projects. Thereby, we illustrate that realizing cost synergies cannot only lead to risk accumulation effects but, counterintuitively, also to risk reduction effects.

2 Theoretical background

To provide an overview on the extent to which resource interactions are treated in the literature and to create a basis for our conceptual model, we conducted a review of the project management literature following [24]. In the first step, we identified journals relevant for our research. Since project management is a multifaceted discipline [17], we employed both the surveys of [19] covering the Information Systems (IS) discipline and [5] covering the production and operations management

[1] This research question is also relevant from a practical viewpoint, as – based on the experiences of the authors – FSP like HypoVereinsbank AG or Swisslife AG concurrently conduct dozens of IT projects. Thereby they already aim to analyze and realize cost synergies but also wonder themselves which risk effects may result from that.

discipline. We included the top 20 journals of each of the surveys' rankings as possible outlets for our review. Additionally, we included two important project management journals identified by [24] into our review as well. After removing the duplicates of journals, we obtained 38 high quality journals as the basis for our review. Within these journals, we conducted a keyword search. We searched for all possible combinations of the terms 'project', 'portfolio', and 'allocation' in combination with the terms 'interaction' or 'interdependency' (and their corresponding plural forms). We then went backwards by reviewing the citations of the identified articles to determine previously considered relevant articles. Finally we went forward by using the Google Scholar service to identify articles citing the previously found articles. In the following, we briefly discuss the most influential articles.

From the 1960s to the early 1980s resource interactions among projects were discussed primarily in the Capital Budgeting and the R&D project portfolio selection literature. In his seminal article, [26] focused on modeling techniques for general project portfolio selection problems with project interactions, and laid the foundation for the discussion of different types of interactions for a number of subsequent articles. In this context, he considered positive effects of common resource usage (i.e., cost synergies) among pairs of related projects. Thus, resource interactions and the resulting cost synergies are introduced into the model by subtracting some monetary amount from the sum of the budgets required for the individual project proposals if a pair of interacting projects is conducted concurrently within the same project portfolio. Later, [1] classify three basic types of interactions among R&D projects and incorporate them into an expected value model. They distinguish between (1) *overlap in project resource utilization*, (2) *technical interdependencies*, and (3) *effect interdependencies*. An interaction due to an overlap in project resource utilization (in this article, we refer to this type as *resource interaction*) is characterized as the utilization of "common equipment, personnel efforts, facilities, etc." by two or more projects. The authors conclude by stating that "the budget for such sets of projects would thus be less than the sum of their budgets if pursued individually". The authors speak of technical interdependencies, if the "success or failure of one project significantly enhances or retards the progress of other projects". Effect interdependencies occur, if "projects are such that their value contributions or payments are non-additive".[2] This classification with three basic types of interactions has become state of the art in the R&D literature (e.g., [3], [10], [12]) and is also used in the IS literature (e.g., [4], [18], [22]). As we focus on the efficient allocation of resources on IT projects of an FSP, we analyze resource interactions in the following.

We adopt the definition of resource interactions of [10]. Hence, "resource interactions may occur if the total resource requirements of the IT projects in the portfolio cannot be represented as the sum of the resource requirements of the individual IT projects". Interaction effects, i.e., the quantified economic consequences of exploited resource interactions, are discussed in the existing literature mainly in terms of cost synergies. Naturally, the exploitation of resource interactions also leads to risk interaction effects that are associated with the cost synergies. [13] consider risk factors that have an impact on the isolated project costs of several projects at the same time. However, they do not analyze the impact of resource interactions on the risk of a project portfolio. Likewise, [28] introduce a decision model for an IT Services Provider based on the MPT that comprises expected costs, risk, and correlations among projects which are conducted at different sites. To the best of our knowledge, a systematic analysis of risk interaction effects resulting from the exploitation of resource interactions is

[2] These interactions are also called benefit interactions or impact interactions in the literature. For a more extensive literature review and synthesis of IT project interactions see, e.g., [18].

missing in the literature so far. This is surprising, as it is widely known that conducting IT projects is a risky endeavor [8]. Consequently, we address this gap and focus on risk interaction effects that result from resource interactions.

In the literature, resource interactions are typically either attributed to the asset type labor or to the asset type infrastructure. Two subtypes of resource interactions correspond to these assets. Common utilization of labor refers to interactions that result from intelligent staffing of specific labor to more than one project in order to realize economies of scale or scope, e.g., learning curve effects. Common utilization of infrastructure refers to interactions that result from infrastructure resource sharing.

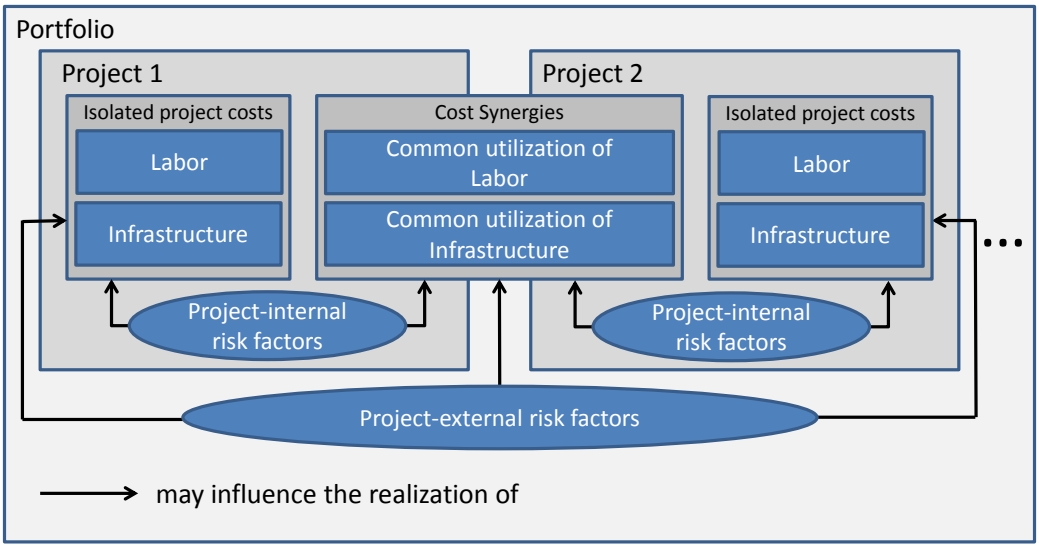


Figure 1: Theoretical framework

The considerations in the analysis of risk interaction effects are summarized in the theoretical framework illustrated in Figure 1. Each project being part of a FSPs project portfolio is characterized by isolated project costs, which result from the required labor and infrastructure. If several projects are conducted concurrently two subtypes of resource interactions can be exploited: common utilization of labor and common utilization of infrastructure. However, neither the isolated project costs nor the resulting cost synergies can be determined with certainty. Rather, there exist project-internal as well as project-external risk factors [2] which influence both, the ex post realization of the isolated project costs and cost synergies after conducting a project. Project-internal risk factors can be influenced by project management and include, for example, misjudgment of the user commitment, misunderstanding of the requirements, misjudgment of the user involvement, misjudgment of the required knowledge/skills, and misjudgment of frozen requirements (e.g., [15], [23]). In contrast, project-external risk factors cannot be influenced by project management and include, for example, changes of the wage level, illness of employees, and changing purchase prices for project infrastructure. Note that the results in the literature about resource interactions are suggestive with respect to their effects on costs, i.e., the exploitation of resource interactions results in cost synergies, but are less well elaborated with respect to risks.

To contribute to fill this void, we examine the common case where a FSP has to conduct several IT projects concurrently. These projects may vary in terms of start time, duration, and end time. Still, FSPs (re)allocate their resources periodically (e.g., a period of three or six months) to the projects

which are running or starting in the following period. Thus, we examine the point of time where an FSP has to (re)allocate its resources.

Conducting IT projects induces isolated portfolio costs, which include labor costs (e.g., cash outflows to pay a software developer who works exclusively on a single project) and costs for infrastructure (e.g., cash outflows to procure a new server for conducting a single project). In addition, exploiting resource interactions like the common utilization of labor and the common utilization of infrastructure imply cost synergies which may reduce these isolated portfolio costs (see left-hand side of Figure 2). This is the case, for instance, if a project manager concurrently works on two projects resulting in learning effects and thus, ceteris paribus, in cost synergies for both projects (e.g., cash outflows to pay a project manager are getting smaller in total). As neither the isolated portfolio costs of all projects nor the cost synergies are certain, we treat both as random variables with expected values (expected isolated portfolio costs and expected cost synergies) and their variation or dispersion (isolated portfolio risk and risk interaction effect), respectively. In the following we focus on the right-hand side of Figure 2 and deduce propositions P1 and P2.

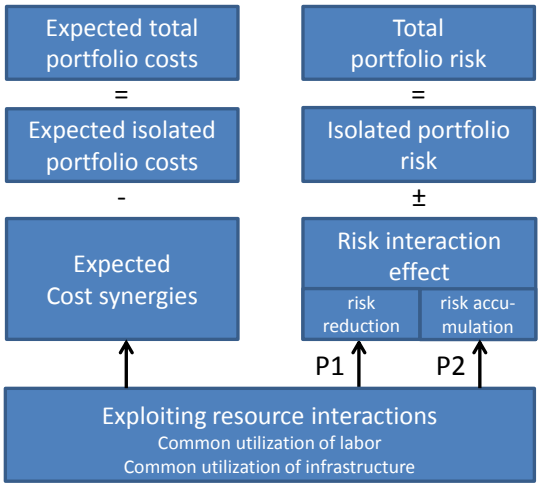


Figure 2: Conceptual model

3 Analyzing risk interaction effects among projects

To determine the risk of a portfolio of assets, the field of Finance has developed a variety of theories [11], with the seminal one being the MPT. Each financial asset is modeled as a random variable and evaluated by its individual expected value (return) and variance (risk). Naturally, the return of a portfolio is calculated by the sum of the expected values of the single assets. In contrast, the portfolio risk cannot be determined as the sum of the variances of the individual assets because of possibly existing correlations among the assets. Since the seminal work by [20], MPT has been extensively applied in different fields of portfolio selection problems, such as customer portfolios (e.g., [7]) and supplier portfolios (e.g., [6]). Adopting the MPT to IT project portfolios, the isolated project risk of each project is represented by the variance constituting a possible negative or positive deviation from its expected isolated project costs [25]. This variance represents the aggregate of different project-internal as well as project-external risk factors. Methodically, these isolated project risks may be estimated by identifying scenarios which describe both unexpected positive or negative deviations from the expected isolated project costs and their probability of occurrence (see, e.g., [28]).

Exploiting resource interactions has the objective to reduce the amount of required resources by sharing resources among different projects. In project management literature it is generally agreed that exploiting resource interactions among two or more projects results in cost synergies. Such cost synergies are not explicitly considered in MPT. As they cannot be realized with certainty, it seems natural to consider cost synergies also as random variables. Thus, the expected total portfolio costs can be calculated as the sum of the expected isolated portfolio costs and the expected values of the cost synergies (see Figure 2). The corresponding risk interaction effect has to be considered in calculating the total portfolio risk. Such a risk interaction effect may result for instance from the fact that exhausting a shared resource (e.g., the capacity of a shared server infrastructure) is much more likely when two or more projects use this very same resource. In general, the risk interaction effect is represented by (1) the variances of the cost synergies, which may result from unexpected project-internal and project-external events. Further, the risk interaction effect results from the fact that an unexpected project-external event may affect (2) the cost synergies themselves and at the same time the isolated project costs and (3) different cost synergies among projects. Table 1 describes and illustrates all three components of the risk interaction effect when exploiting resource interactions.

Risk component	Description	Example
(1) Risk that affects one single cost synergy	This risk component is represented by the variance of one single cost synergy.	If a specific server hardware is required by two projects, one server hardware can be saved. Thus, the portfolio risk is reduced by the risk associated with the saved server hardware. The risk associated with the shared server hardware is considered once by this risk component of the cost synergy instead of twice before.
(2) Risk that affects both the cost synergies and the isolated project costs	This risk component is represented by the correlation between the cost synergies and the isolated project costs. This requires an analysis of whether events are likely that affect the cost synergies and the expected isolated project costs in the same vs. different directions.	The fluctuations in price for a piece of server infrastructure affect not only the magnitude of the cost synergies (expected savings for the second piece of infrastructure; see above), but also the isolated project costs (cash outflows for the first piece of infrastructure). Hence, the cost synergies and the isolated project costs are negatively correlated in this case.
(3) Risk that affects different cost synergies	This risk component is represented by the correlation between different cost synergies. This requires an analysis of whether events are likely that affect different pairs of cost synergies in the same vs. different directions.	Along with the expected cost synergy that results from refraining to buy a second server (i.e., common utilization of infrastructure), there is also an expected cost synergy that represents the saved staff responsible for the server administration for this second piece of server infrastructure (i.e., common utilization of labor). Hence, these two cost synergies are positively correlated.

Table 1: Components of the risk interaction effect

Based on these risk components, the resulting overall risk interaction effect on the portfolio is twofold regarding its direction, i.e., exploiting resource interactions can result both in risk accumulation effects as well as in risk reduction effects. These effects can be substantiated based on the ‘phases of the life cycle’ of project resources (for a general life cycle of resources and capabilities see, e.g., [13]). Three phases can be identified: Acquisition & Development, Usage & Management, and

Suspension & Release (see Figure 3; for a general process to identify resource interactions see, e.g., [27]).

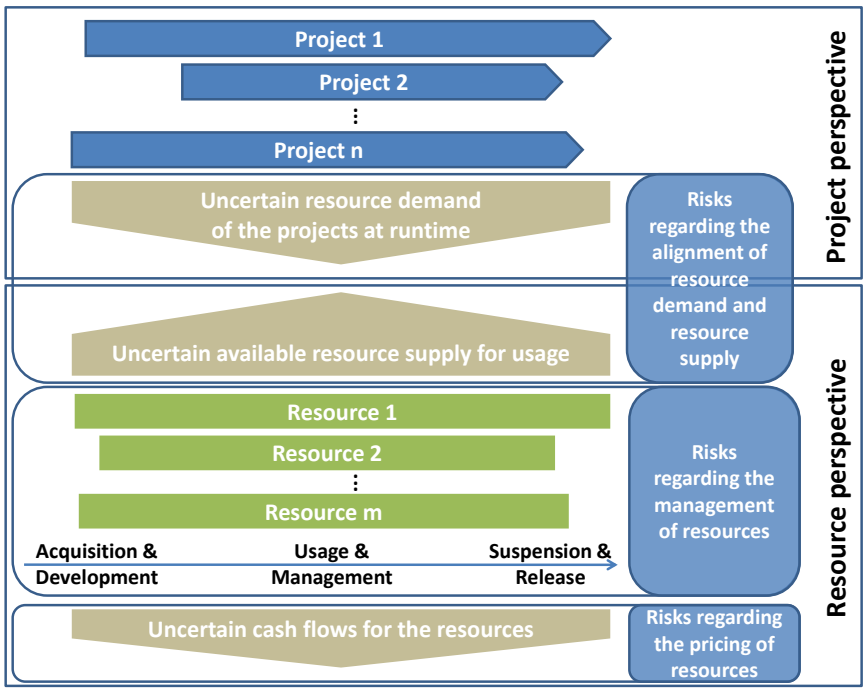


Figure 3: Phases of the life cycle of project resources

Acquisition & Development includes all tasks (e.g., initial training of project staff member or procuring a server infrastructure) and the associated cash flows, and risks that are necessary to make a resource usable for one or several projects. In the Usage & Management phase, a resource is available and can be used by projects. This means that a resource supply is constituted and has to be aligned with the resource demand of the projects (e.g., by means of resource allocation techniques like resource leveling; see, e.g., [21]). In addition, this phase comprises all tasks, the associated cash flows, and risks to ensure that all project resources are continuously available for usage (e.g., operating and maintenance of server infrastructures). The last phase, Suspension & Release, covers all tasks and the associated cash flows, and risks, which liquidate the provided resource supply (e.g., reintegration of a project staff member into the line organization).

In Figure 3 it is illustrated that different risks may occur during the life cycle of project resources. These risks result from the uncertainty of the pricing of resources (e.g., fluctuations of the purchase price for a server infrastructure), the management and operations of resources (e.g., breakdown of a server infrastructure) and the potential conflicts between resource demand and supply. Based on this and the fact that cost synergies are realized by eliminated or reduced cash outflows due to saved resources, risk accumulation effects as well as risk reduction effects can be substantiated which are both absent from the literature so far.

Of notable interest are risk reduction effects. More precisely, in the case that cost synergies are realized by omitted cash outflows due to resource savings, the risks directly associated with these cash outflows are omitted as well. For instance, if two projects use the same server infrastructure instead of procuring a server infrastructure for each single project, then the expected isolated portfolio costs can be reduced by the resulting expected cost synergy to calculate the expected total portfolio costs (cf.

Figure 2). Supposing that the risk regarding the phase Acquisition & Development is only caused by the fluctuations of the purchase price for a server infrastructure, the use of the same server infrastructure for both projects reduces not only the portfolio cash outflows by the expected cost synergy but also, ceteris paribus, the portfolio risk by the risk of associated with the saved server infrastructure (cf. component (1) of the risk interaction effects for the case of omitted cash outflows). In this best possible case, risk reduction effects arise alongside cost synergies.

This effect may not only occur in the phase Acquisition & Development but also in the other phases. For instance, in the phase Usage & Management it is not necessary to manage a saved resource, which also reduces the associated risks (e.g., reduced complexity risks resulting from operating only one server infrastructure instead of two or more). In this case it is possible to realize two cost synergies as the second server infrastructure and the related administration effort can be saved (cf. component (3) in Table 1 for the case of omitted cash outflows). In addition to these *direct* risk reduction effects –realized by eliminated or reduced cash outflows – *indirect* risk reduction effects may occur. This may be the case if one particular resource (e.g., a project staff member) is deployed in two or more functionally related projects resulting in learning effects, motivation, or coordination advantages. This means that the productivity of this resource can be increased by sharing it among projects. This improved productivity is indirectly represented also by an eliminated or reduced cash outflow and the associated risk. For instance, if an employee writes the technical requirement specifications of two functionally related projects the risk of the lack of coordination of these specifications can be reduced. Consequently, the occurrence of risk reduction effects leads to the following proposition:

Proposition 1*: Exploiting resource interactions among IT projects leads to a risk reduction effect if (i) an uncertain cash outflow is directly omitted (i.e., cost synergies) resulting in an elimination of the associated risks or if (ii) the usage of a resource by two or more functionally related projects induces an improved productivity of this resource.*

In contrast, the exploitation of resource interactions may also induce risk accumulation effects. For an illustration of the risk accumulation effects we can also refer to the phases of the life cycle of project resources and, in particular, on the Usage & Management phase. In order to substantiate risk accumulation effects, the lower available resource supply as a consequence of the resource savings that result from the exploitation of resource interactions has to be discussed. Usually, the resource demand of the projects is estimated before making the decision to save a resource. However, since the extent of the resource demand as well as the extent of the available resource supply often unexpectedly change during the project runtime (e.g., due to the illness of a project staff member) both must be considered as uncertain. This means that in the context of resource usage, various events may occur (e.g., loss of a resource, peaks of demand, excessive demands for resources) that lead to bottlenecks and capacity overloads with consequences for multiple affected projects. Such bottlenecks and capacity overloads have a higher probability of occurrence where resources were previously saved, which means the available resource supply is lower on average for each affected project. Therefore the corresponding risk is higher, which is represented by risk accumulation effects (cf. component (2) in Table 1 for the case of capacity overloads). For instance, if more than one single project utilizes the same server infrastructure a breakdown of this infrastructure affects all projects using this infrastructure in a similar way. Consequently, the corresponding risk accumulates regarding the delays, lags of project time, additional recovery costs or efforts, etc. for each affected project.

In addition, risk accumulation effects can also result from tasks related to the management and operations of resources. This is because the management of resources that are used by several projects is often more complex, which in turn leads to a higher risk. Here, a resource has to be usable for different needs of multiple projects at the same time (cf. also component (2) in Table 1 for the case of a more complex management of resources). For example, with regard to the demand of a project to reconfigure the shared server infrastructure it has to be checked whether this reconfiguration negatively affects the usage of the infrastructure by the second project. This may lead to an additional cash flow for the test procedure which represents a risk accumulation effect ex ante. Summing up, we can state the following proposition:

Proposition 2*: Exploiting resource interactions among IT projects results in a risk accumulation effect if (i) the probability increases that the resource supply does not meet the resource demand of multiple projects or if (ii) the management of these resources is more complex resulting from the usage by multiple projects.*

To sum up, in the best possible case, risk reduction effects occur alongside cost synergies that can be realized if uncertain cash flows are directly omitted or if the productivity of a resource can be improved by the usage of this resource by two or more functionally related projects. In contrast, risk accumulation effects result if the probability increases to the point where the resource supply does not meet the resource demand due to exploiting resource interactions, or if the management of resources is more complex resulting from the usage by multiple projects.

4 Discussion and Conclusion

The major contribution this paper makes to the literature is by providing the first step towards analyzing the effects of resource interactions among IT projects on the risk of a project portfolio. Using a conceptual model based on MPT, this paper examines project costs and their riskiness depending on the exploitation of resource interactions. It turns out that this exploitation of resource interactions has effects on portfolio costs and, in particular, on portfolio risks. While the literature already indicates that the exploitation of resource interactions is expected to realize cost synergies, the determination of the direction of risk interaction effects (risk accumulation or risk reduction) is much more challenging. We deduced propositions that contain conditions under which the exploitation of resource interactions leads to a risk reduction effect (*Proposition 1*) and to a risk accumulation effect (*Proposition 2*), respectively. While this research is intentionally not concerned with the development of a decision model, it contributes to a growing body of theoretically grounded work that helps to examine the economic impacts and the opportunities and challenges that stem from the exploitation of resource interactions for firms, including on an aggregated level. Indeed, research indicates that relevant risk interaction effects can be expected that should not be neglected ([18], [28]).

4.1 Managerial implications

A CFO or project portfolio manager interested in optimally utilizing the resources to improve the cost/risk position of the overall IT project portfolio needs to be aware of – amongst others – interaction effects. This implies that the project portfolio planning process has to be enhanced to the extent that resource interactions can be identified based on the project proposals and plans. For instance, hardware infrastructure sharing is only possible if it is ex ante known to the project portfolio planner that the same or at least similar hardware infrastructure is needed in two or more projects. In

addition, if resource interactions among projects can be identified, the decision maker still has the option to exploit possible resource interactions – or not – depending on the magnitude of the resulting cost synergies and risk interaction effects of this exploitation. In this context, exploiting resource interactions, and especially their risk interaction effects, have to be analyzed in much more detail in practice [8] as resource interactions are discussed in today's practice – if at all – as an instrument for the realization of cost synergies. This means that project portfolio managers have to examine whether overall a risk accumulation or a risk reduction effect occurs alongside the expected cost synergies. In particular, risk reduction effects are typically not considered in today's practice, although they may be realizable as illustrated above. Developing the skills to systematically identify potential resource interactions and to exploit them in a cost/risk efficient way may contribute to an increasing value of an FSP's project portfolio and a sustainable competitive advantage. In addition, our results are not limited to an application at an FSP. Rather, they are also valid for other IT-intense industries and specialized companies such as IT Services Providers that typically also conduct multiple projects at the same time.

4.2 Limitations and extensions

Our research needs to be followed by future empirical studies developing operationalized models within the suggested theoretical framework. For instance, such studies would enhance the previously presented examples of real world resource interactions among IT projects, which already illustrate the propositions deduced. We suppose that analyzing the potential and realized cost synergies and risk interaction effects from an ex ante and an ex post point of view seems to be most promising. We believe that empirically refutable implications will emerge after our conceptual model has been operationalized in different real world settings, which is clearly an important direction for future studies. Furthermore, this research may affect Global Sourcing decision making as well. The number of exploitable resource interactions may be reduced by allocating projects on different globally distributed sites. Consequently, this may have impacts on the realizable cost synergies and risk interaction effects. To the best of our knowledge these impacts have not been analyzed so far in the Global Sourcing literature.

5 References

[1] Aaker, D; Tyebjee, T; Tyzoon, T (1978): A model for the selection of interdependent R&D projects. IEEE Transactions on Engineering Management 25(2):30–36.

[2] Aubert, BA; Patry, M; Rivard, S (2005): A Framework for Information Technology Outsourcing Risk Management. The DATA BASE for Advances in Information Systems 36(4):9–28.

[3] Baker, N; Freeland, J (1975): Recent advances in R&D benefit measurement and project selection methods. Management Science 21(10):1164–1175.

[4] Bardhan, I; Bagchi, S; Sougstad, R (2004): Prioritizing a Portfolio of Information Technology Investment Projects. Journal of Management Information Systems 21(2):33–60.

[5] Barmana, S; Hannab, MD; LaForge, RL (2001): Perceived Relevance and Quality of POM Journals: A Decade Later. Journal of Operations Management 19(3):367–385.

[6] Braunwarth, K; Heinrich, B (2008): IT-Service-Management – Ein Modell zur Bestimmung der Folgen von Interoperabilitätsstandards auf die Einbindung externer IT-Dienstleister. Wirtschaftsinformatik 50(2):98–110.

[7] Buhl, HU; Heinrich, B (2008): Valuing Customer Portfolios under Risk-Return-Aspects: A Model-based Approach and its Application in the Financial Services Industry. Academy of Marketing Science review 12(5).

[8] Buhl, HU (2012): The Contribution of Business and Information Systems Engineering to the Early Recognition and Avoidance of "Black Swans" in IT Projects. Business & Information Systems Engineering 4(2):55–59.

[9] Deutsche Bank Research (2013): Banking & Technology Snapshot. http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_ENPROD/PROD0000000000299039.pdf;jsessionid=D3ED4FE4966E4. Accessed on 28.08.2013.

[10] Eilat, H; Golany, B; Shtub, A (2006): Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology. European Journal of Operational Research 172(3):1018–1039.

[11] Elton, EJ; Gruber, MJ; Brown, SJ; Goetzmann, WN (2007): Modern Portfolio Theory and Investment Analysis, 7th Edition, Wiley, Hoboken, USA.

[12] Gear, TE; Cowie, GC (1980): Modeling project interdependence in research and development Decision Sciences 11(4):738–748.

[13] Helfat, CE; Peteraf, MA (2003): The Dynamic Resource-based View: Capability Lifecycles. Strategic Management Journal 24(10):997–1010.

[14] IT Governance Institute (2008): Enterprise Value: Governance of IT Investments – The Val IT Framework 2.0 Extract. http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Val-IT-IT-Value-Delivery-/Documents/Val-IT-Framework-2.0-Extract-Jul-2008.pdf. Accessed on 20.08.2013.

[15] Kappelman, L; McKeeman, R; Zhang, L (2006): Early Warning Signs of IT Project Failure: The Dominant Dozen. Information Systems Management 23(4):31–36.

[16] Kundisch, D; Meier, C (2011): IT/IS Project Portfolio Selection in the Presence of Project Interactions – Review and Synthesis of the Literature. In: *Proceedings of the International Conference on Business Informatics*. Zurich, Switzerland.

[17] Kwak, YH; Anbari, FT (2009): Analyzing project management research: Perspectives from top management journals. International Journal of Project Management 27(5):435–446.

[18] Lee, JW; Kim, SH (2001): An integrated approach for interdependent information system project selection. International Journal of Project Management 19(2):111–118.

[19] Lowry, PB; Romans, D; Curtis, A (2004): Global Journal Prestige and Supporting Disciplines: A Scientometric Study of Information Systems Journals. Journal of the Association for Information Systems 5(2):29–77.

[20] Markowitz, HM (1952): Portfolio Selection. The Journal of Finance 7(1):77–91.

[21] Neumann, K; Zimmermann, J (2000): Procedures for resource leveling and net present value problems in project scheduling with general temporal and resource constraints. European Journal of Operational Research 127(2):425–443.

[22] Santhanam, R; Kyparisis, GJ (1996): A decision model for interdependent information system project selection. European Journal of Operational Research 89(2):380–399.

[23] Schmidt, R; Lyytinen, K; Keil, M; Cule, P (2001): Identifying Software Project Risks: An International Delphi Study. Journal of Management Information Systems 17(4):5–36.

[24] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):xiii–xxiii.

[25] Wehrmann, A; Heinrich, B; Seifert, F (2006): Quantitatives IT-Portfoliomanagement: Risiken von IT-Investitionen wertorientiert steuern. Wirtschaftsinformatik 48(4):234–245.

[26] Weingartner, H (1966): Capital Budgeting of interrelated Projects: Survey and Synthesis. Management Science 12(7):485–516.

[27] Zimmermann, S; Heinrich, B; Kundisch, D (2012): IT Projektportfolios mit Projektabhängigkeiten gestalten. In: Lang, M; Kammerer, S; Amberg, M (eds.), *Projektportfoliomanagement in der IT – Priorisierung, Investition, Steuerung*. Symposion, Düsseldorf, 121–150.

[28] Zimmermann, S; Katzmarzik, A; Kundisch, D (2012): IT Sourcing Portfolio Management for IT Services Providers - An Approach for using Modern Portfolio Theory to allocate Software Development Projects to available Sites. The DATA BASE for Advances in Information Systems 43(2):24–45.

How to price a Digital Currency? Empirical Insights on the Influence of Media Coverage on the Bitcoin Bubble

Florian Glaser, Martin Haferkorn, Moritz Christian Weber, Kai Zimmermann

Goethe Universität Frankfurt, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre insb. e-Finance, 60329 Frankfurt am Main, E-Mail: {fglaser;haferkorn;kzimmermann;moweber}@wiwi.uni-frankfurt.de

Abstract

Digital currencies are gaining more and more attention against the backdrop of recent events triggered by the ongoing economic crisis. While digital currencies face increasing popularity, the currencies' prices are free floating and subject to high volatility as a result of lacking fundamental valuation methods. On the basis of an overview over the most prominent currency - Bitcoin - and an economic literature review we propose an econometric model that incorporates the basic components of the current price discovery process of a digital currency's exchange rate. On the basis of our empirical validation we further show that, in the case of Bitcoin, price volatility is significantly influenced by the media coverage and positive sentiment.

1 Introduction

Digital currencies (sometimes also referred to as virtual currencies or virtual money) initiate a shift in the design of monetary systems and are opposing classical centralized financial system infrastructures [11]. Information systems and technological solutions like peer-to-peer connectivity and cryptographic algorithms are the key drivers towards this counter approach to the central coordinated monetary system's structures. This new kind of currencies is gaining public attention in the face of recent economic events. As public trust in the current structure of the financial system crumbles, alternative organizational concepts become more important nowadays.

The most prominent currency within this context is Bitcoin, proposed by [19], with a current market capitalization of $1.3 billion. Further derivatives from Bitcoin e.g. Litecoin ($70 million USD) and PPCoin ($4 million USD) are gaining traction as well. Bitcoin is an electronic financial mechanism providing features that resemble a traditional currency. It relies on a distributed electronic peer-to-peer network based on cryptographically proofed algorithms instead of a currency centrally organized by a central bank which is based on trust in the bankers. Further, due to the peer-to-peer nature, participants can transfer directly and therefore do not need an intermediary like a bank or broker, not even for cross-border-transactions.

Information system research analyses, among others, the influence of emerging technologies in organizations and society. In the case of Bitcoin, this emerge of technology substitutes the role of a central bank and its discretionary human decision making in two ways: First, the central bank as an organization is replaced by an autonomously operating money generation mechanism. Second, the central bank as a central governing authority and trust instance is distributed into a peer-to-peer network based on a chain of trust among the network entities. To analyze the consequences from this technological and organizational shift we focus on the resulting changes of the most important characteristic of a currency: value stability. If the organizational induced differences (e.g. missing interest rate) and technical induced changes (e.g. peer-to-peer web of trust) take effect on the otherwise legally guaranteed value stability of a currency, then resulting influences should be measurable in the most obvious quantification of a currency's value: its exchange rate or price. An important implication of these differences is that incumbent theoretical models fail to evaluate a reasonable current price of a virtual currency. Thus, it is open how to find a reasonable price when buying or selling a virtual currency at an exchange. This consideration leads to our central research question: What are the prevailing influences on a digital currency's exchange rate?

In this paper, we strive to build an econometric model capturing instability effects of the Bitcoin exchange rate. Thereby it is analyzed what influences the exchange price of Bitcoin if there exists neither a single authoritative organization (i.e. a central bank) nor a valid valuation model for this new type of currency. It is expected that such currencies are influenced by the general demand for digital money, media attention and positive related sentiment. Our assumptions harmonize with the existing literature and are supported by our empirical setup.

In the following section, we give an overview of Bitcoin followed by the related literature on the Bitcoin transaction mechanism. Related work on the Bitcoin infrastructure and comparison to classical currencies will give first insights to the subject and motivate our research question. Afterwards, in section 3, incumbent theoretical models are briefly reviewed and prevailing price influences are identified by considering details regarding infrastructural differences and economic theories on exchange rates. Empirical results that is descriptive statistics and econometric indication supporting

our hypotheses, are provided in section 4. At last we conclude our results and point out possible limitations as well as an outlook for future research.

2 The Bitcoin System

2.1 Money Generation & Technical Architecture

Bitcoin is virtual money based on a peer-to-peer network with well established cryptographic functions, i.e. public-key cryptography and hashing. Money creation of the Bitcoin mechanism is different from other classical currencies like US-Dollar or Euro (so called fiat money) as there is no authority printing and supplying the same. Bitcoin money generation is solely limited by a semi-fix time interval which is determined by a variable algorithmic problem, i.e. calculation of a hash [21]. The target value of the hash is adjusted to the network size so that on average the network needs 10 minutes to find a solution. The solving entity (a so-called 'miner') is awarded with a pre-defined amount of mineable Bitcoins, which decreases overtime, and a certain amount transaction fees. These transaction fees are paid as compensation for the effort of incorporating a transaction when it is logged into the hashed chain of all Bitcoin transactions [19]. This progress prevents inflationary generation of Bitcoins and gives every participant the possibility to partake in the money generation process. However, the amount of awarded Bitcoins for solving the problem decreases overtime and ultimately stops at the 21th million Bitcoin. To maintain functionality of logging and validation of transactions, the miners still can earn money by collecting transaction fees. Therefore Bitcoin is deflationary and decentralized virtual money and opposes current fiat designs significantly.

The Bitcoin mechanism itself relies on the following two components: its peer to peer network of nodes and its Blockchain, which contains all validated transactions since the introduction of the currency. The Blockchain is hosted by the peer-to-peer network and consists of blocks of verified transactions. Each block contains the correct hash along with all transactions. To prevent fraud, new blocks are checked by the receiving node, e.g. the correct solution of the hash and the occurrence of double spending in transactions. If the block is correct it is forwarded to all connected nodes and saved into the local copy of the Blockchain of each network entity. Bitcoin transactions itself are chains of digital signatures where the receiving Bitcoin addresses are public keys. To transfer Bitcoins the entity signs the hash of the originating transaction (i.e. the transaction where the Bitcoins originated from) along with the public key of the receiver with his private key. Subsequently, the transaction is checked by every node for legitimization, incorporating the public key of the submitter [19].

2.2 Currency Exchange against Fiat Money

The currency exchange between Bitcoin and fiat money is not centrally coordinated but organized by 49 marketplaces (in April 2013) which are privately owned by either individuals or companies. These marketplaces organize the change between a wide variety of fiat money and digital currencies. The most prominent marketplace – which, as of 2013, processes ~72% of the traded volume against fiat money – is the Japanese-based Mt. Gox [6]. Trading at Mt. Gox is organized in a similar way like at financial stock exchanges, in the form of a central limit order book to which persons willing to trade can submit their order to. However, the order types are restricted to limit (order with pre-determined price) and market orders (order to be executed at the best available price) only.

2.3 Economic Literature Review

Considering the economical aspects [5] analyze the risks involved with digital currencies. They highlight that, due to absence of any regulatory body, Bitcoins are the perfect vehicle for money laundry operations. They also denote that users of Bitcoin are taking the risk of a massive devaluation due to the absence of a central authority. [17] dissect the risk of the closure of a currency exchange. This is reasoned by defaulting on customers' balance that caused half of the virtual money exchanges to close within 3 years. They find that popularity and transaction volume decrease the probability of a closure. Analyzing the foreign exchange market [8] shows that price volatility has a positive effect on price development in 2011 - a characteristic which is shared by asset bubbles. Further they find that demand for Bitcoins increase with a price increase and vice versa. They conclude that an asset bubble is formed in the Bitcoin market. [16] Karame et al. analyze the privacy aspect of Bitcoin in simulated day to day scenario at a campus finding that 40% of students could be identified concluding that Bitcoin grants no anonymity. A lack of anonymity is also described by [20] Reid & Harrigan as they note that user at centralized services such as exchanges can be mapped.

3 Monetary Theory & the Instability of Digital Currency Exchange Rates

Recent studies about virtual currencies like Bitcoin have hardly focused on price determination within the unique network coordination of those currencies. To fill this gap, we point out the implications of a digital currency's inherent differences for the application of theoretic economic modeling of exchange rates in the case of digital currencies. In this chapter we first provide a non-formal introduction to monetary systems and point out differences to virtual currencies. These differences serve as entry points for the reasoning behind our ideas which are underlying the derived hypotheses about influences on digital currency exchange rates.

3.1 Infrastructural Differences

Currencies are supposed to provide means of trade, value storage and unit of account [22]. Therefore, currencies are traditionally embedded in an institutional (authoritative) structure that is organized in a vertical hierarchy within a country. To disconnect the monetary decision making from politically motivated decision making, a politically independent institution - the central bank - is imposed with the responsibility to guarantee a certain level of purchase power stability of the currency in the domestic market [10] [1]. The central bank is further endowed with two practical means to influence the monetary supply as well as to influence the monetary demand. The first is the supply of money and the second is the return on monetary deposits at the central bank. That is, the currency's value over time, quantified by the interest rate. Interest rate level and monetary supply are fundamental for the process of discovering fair exchange rates for currency pairs in monetary economics and foreign exchange theory. The fair exchange rates reflect domestic purchase power of a currency compared to other currencies in their respective economies.

[15] provides a detailed analysis why digital currencies like Bitcoin are 'Community Currencies' from a legal perspective. However, digital currencies like Bitcoin are not limited to a closed or geographically bound community, as is underlying the definition. Contrary to the incumbent monetary system, Bitcoins are embedded in a different organizational framework. In accordance with the explanations in the previous sections, from a technical point of view, Bitcoins are based on a decentralized network infrastructure. Thus, Bitcoin as a currency is neither supplied by a certain institution nor backed by a single country and its economic system. A crucial consequence is that

Bitcoin is not linked to a single economic system that could be identified as an indirect guarantee or economic value behind the digital currency. It further implies that Bitcoin is not bound to the development of a single country, with respect to legal, political or economic stability. Hence, linking the Bitcoin price to factors that influence traditional currencies, e.g. GDP, is not reasonable.

Compared to institutional-backed currencies, Bitcoin as a digital currency does not have an equivalent central authority. Although there is a mechanism, for example pointed out by [19], considered to be similar to an authority with discretionary power: the developers of the software could change the implied money supply discovery rate on protocol level and therefore change the inherently specified inflation rate that is the supply growth rate. Although, according to [15], developers have no incentives to do so. Thus, for Bitcoins the money supply curve is deterministic by construction as no more Bitcoins are generated beyond the 21th million Bitcoin and supply's growth rate is known.

However, besides mentioning these circumstances, related studies do not further investigate or model the implications of these structural differences from a theoretical point of view. A first, but incomprehensive approach is provided by [8] who rely on the offset between supply and demand. The supply and demand model is especially appealing in the case of digital currencies as the money supply curve development is known, even for the future. The problem is that both sellers and buyers are building their opinion about a fair price without a quantifiable economic anchor or model. The exchange rate is free floating and solely driven by spreading opinions and news.

3.2 Economic Theory of Exchange Rates

Given these differences between incumbent currencies and digital currencies, the intention of our work is threefold: (1) Highlighting the theoretical inapplicability of incumbent exchange rate pricing theories. (2) Identifying consequences of a lack of theoretical models to build opinions about a fair price. (3) Providing an empirical test setup which takes these consequences into account to validate our hypotheses. Facing these considerations, we formulate our general research question as follows: What are the prevailing influences on a digital currency's exchange rate?

Before buying or selling an instrument on an exchange, an investor should have an idea about the actual price he or she is willing to pay. This price opinion should be based on either the actual reasonable and fair value of the instrument or the investor's expectation about the future value or cash flows of the instrument.

The transition from the underlying decentralized network infrastructure of a digital currency to a currency as an instrument, with a certain value for people interacting in the physical world, is a process yet to be identified. Quantifying the value for a digital currency, which is by definition not embedded into a single state or economy is an open task for future research. However, the value of a digital currency can be based on two more generic components: First, the confidence of participants in the underlying network and its stability to carry out the necessary processing and validation of transactions. The confidence in the network is the equivalent to the trust of citizens in both the central bank and the state jointly backing the intrinsic value and stability of the currency. Second, the acceptance of the currency as a means of trade and thus implicitly the subjective valuation of the same.

In economic literature, different models exist that establish relations between a currency's exchange rate and economic variables. Namely, uncovered interest rate parity, covered interest rate parity, purchase power parity and monetary supply-demand equilibriums [2][13]. Uncovered Interest rate parity means that the exchange rate should be set in such a way that holding an asset in a foreign currency earning foreign interest rates, financed by domestic credits and paying the domestic interest

rate, should not be profitable. In other words, interest rate arbitrage should be offset by the exchange rate between two currencies. Covered interest rate parity is based on the same idea but the no-arbitrage paradigm includes future-contracts in order to incorporate beliefs about future interest rate structures. That means, available derivatives (i.e., Forwards and Futures) are used to model future return or value of the instrument. Both, Futures and Forwards rely on the interest rate to discount future values by the set interest rate. Hence, the central component for these theoretical valuation approaches the interest rate earned by an investor holding an asset that pays interest in the respective currency. The interest rate defines a guaranteed increase of value over time and therefore provides rather stable information about the future value of the currency.

A given interest rate, e.g. given by the central bank or by the lending rates offered among banks, is not available for Bitcoins. Thus, the standard models are not capable of providing a fair economic price of a currency. Another theoretical relation between prices of goods and exchange rates is purchase power parity (PPP) [14]. Simplified, PPP means that the price difference of a good in a domestic market and the same good in a foreign market reflects economic differences between the domestic economy compared to the foreign economy. In order to determine a fair price, one could compare prices of a basket of goods in US-Dollar, Euro and Bitcoin. As there are very few large markets where comparable and representative products are traded and priced in Bitcoin, relying on purchase power parity is not (yet) applicable as well.

We therefore summarize that the current digital money system of Bitcoin lacks an essential anchorage component that is found and vital in traditional exchange rate theories in order to maintain exchange rate unambiguity and stability. These considerations give rise to our research question: What are the prevailing influences on a digital currency's exchange rate?

Digital currencies are still a rather new phenomenon and are embedded in an unstable environment - the internet. That means that political and informational influences result in more severe shocks to exchange rates and temporarily high price volatility, similar to currencies of development countries [15]. News and rumors about the currency might have a higher influence on prices as they are drawing the attention of uninformed investors and speculators. Hence, we argue that in the case of digital currencies, the presence of uninformed investors and speculators might have a far higher influence on the exchange rate of a virtual currency than it has on incumbent currencies or asset prices.

Additionally, markets and the economy around independent digital currencies are still at the very beginning of their development. Acceptance and confidence, e.g. triggered by positive news should therefore have a higher influence on (uninformed) investors and speculators alike. As virtual currencies exist only in virtual reality, media coverage and positive online feedback should have a measurable influence on exchange rates of a virtual currency and even lead to hypes. Besides lacking explicit economic backing and fundamental valuation problems we therefore take into account media information as another source of price instability and hypothesize that:

H1: Media coverage shifts can promote and facilitate Bitcoin price surges.

Increased impact of these should stem from the previously described unstable environment, the lack of a common model indicating the fundamental value and the yet to be proven reliability of the network structure.

The hype phase of a new phenomenon is characterized by steep user growth rates and extraordinary enthusiasm. Hence, we hypothesize that:

H2: Positive sentiment of media coverage has a strengthening influence on demand and therefore prices.

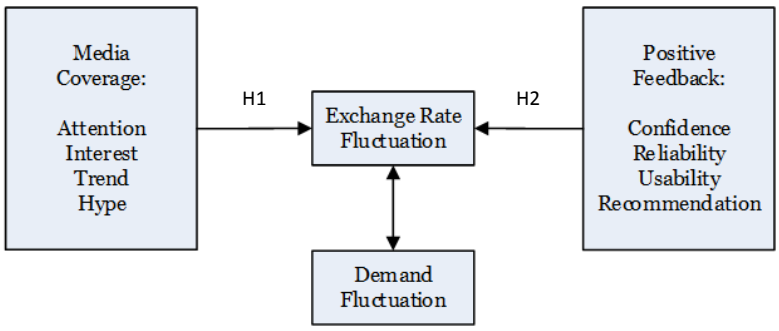


Figure 1: Additional Sources of Price Fluctuations of Digital Currencies.

Figure 1 illustrates our influence hypotheses. We distinguish between the speculation fuelling media coverage and a positive feedback component attracting uninformed investors by communicating confidence, increasing reliability and the improvement with respect to usability. In the next section, we provide empirical indications, that the latest Bitcoin price run, was promoted by increased media attention that largely lead to increased exchange rate uncertainty and subsequent positive returns.

4 Empirical Analysis

In the following subsection, we evaluate our theoretical assumptions within an empirical setup. For our empirical analysis we use Bitcoin as the currently most popular virtual currency and the USD/BTC exchange rate as the most traded currency pair (measured by volume traded) respectively. The aim is to demonstrate that next to changes in the demand for Bitcoins, increased media attention has driven exchange rate non-transparency that fuels excessive returns. We therefore need to rely on a scenario, in which both components are persistent enough to contribute to the price formation, which becomes non-trivial in the case of speculative attention. Further to exclude a bias caused by other events we choose to dismiss scenarios heavily influencing the price, e.g. hacker attacks in 2011. Foremost in the time before 2012 media attention as well as Bitcoin publicity was non-existent. In mid 2012, as shown in Figure 2, media attention rose with a contemporaneous increase in the price for Bitcoins in April 2013, which gives a good setup to test if and how this increased attention influenced the dramatic changes in the price for Bitcoins.

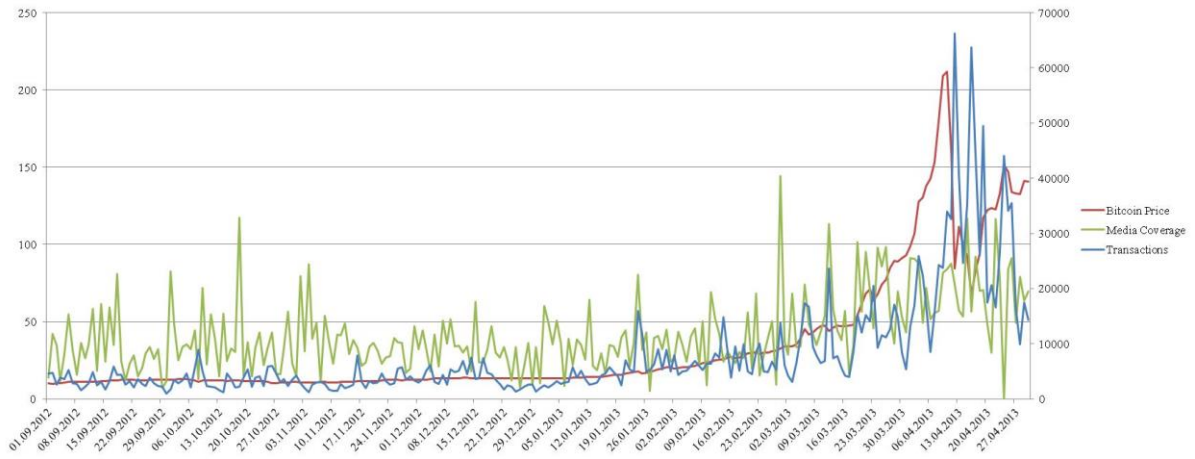


Figure 2: Bitcoin price development compared to media coverage and transactions.

In order to investigate our hypothesis, we need to identify a possible impulse-response relationship between Bitcoin price development and a variety of lagged explanatory controls that are responsible for the time-series change within this period as shown by [3]. [3] use time series GARCH regression in order to capture the effects of socio-political instability in UK GDP development. We adapt this methodology to identify speculative attention in the Bitcoin price development. To approximate and quantify speculative attention, we rely on a variety of proxies to capture Bitcoin media coverage and sentiment in the Web during September 2012 and April 2013. First, we utilize Google Blog Search to identify the 10 daily articles, news, statements or blog entries with the highest Google Page Rank related to the term "Bitcoin". In a second step, we analyze the content in order to extract the mood and sentiment of the written text based on Harvard's general inquirer dictionary. The approach obtains the occurrences of positive and negative words by comparing each document with the positive and negative word lists and relates the number of positive words to the total number of sentiment bearing words. This way, we are able to determine if a distinct level of positivity catalyzed the observed price development. Due to limitations of Google Blog Search we rely on the total word count provided by the 10 daily documents in order to obtain a proxy for media coverage. For price and transaction data, we use the data of the biggest Bitcoin exchange in terms of daily transaction volume, i.e., Mt. Gox. Our data consist of daily aggregated number of transactions with respective average transaction prices and volumes that are used as controls in order to validate if price changes are the result of massive volume order changes. To further capture changes in the demand for Bitcoins, we additionally rely on the total number of unique Bitcoin transactions per day (independent from transaction on Mt. Gox) excluding those which involve any of the top 100 most active addresses. This way, we capture demand change based on occasional and newly acquired users. Additionally, we calculate the number of daily Bitcoin transmissions which are the result of actual Web payments, which are independent from the general exchange activity. These measures will ensure that we adequately capture price changes related to any changes in the demand for Bitcoins and do not suffer from an omitted variable bias. Table 1 shows the aggregated descriptive statistics of our sample.

Table 1: Descriptive Statistics

	Mean	*Std. Dev.*	*Min*	*Max*
y	*33.882*	*40.391*	*9.964*	*211.796*
Δy	*0.543*	*7.719*	*-75.467*	*28.755*
transactions	*7,826*	*9,453*	*1,002*	*66,293*
Δtransactions	*40.340*	*6,062*	*-32,125*	*33,752*
occasional_new	*23,515*	*9,142.342*	*10,532*	*59,529*
Δoccasional_new	*28.887*	*3,915.062*	*-12,959*	*10,227*
transmissions	*2,896,164*	*4,288,487*	*416,031*	*29,756,562*
Δtransmissions	*-32,998*	*2,891,429*	*-15,309,940*	*18,281,880*
volume_mean	*8.177*	*2.819*	*2.290*	*18.078*
Δvolume_mean	*-0.011*	*2.512*	*-6.027*	*9.373*
media_coverage	*11,823.8*	*6,703.6*	*1,440*	*40,457*
Δmedia_coverage	*64.875*	*8,599.303*	*-30,024*	*37,857*
positivity	*0.653*	*0.066*	*0.447*	*0.888*
Δpositivity	*-0.001*	*0.131*	*-0.105*	*0.777*

As seen in Table 1 (y) and in Figure 1, Bitcoin price development is very volatile. Likewise, Bitcoin media coverage volatility seems to cluster short before the price peak in late April. Although, analyzing the articles content, overall, the mood tends to be more positive (mean 0.65) while minimum value in our sample is not lower than 0.45.

We rely on a time series prediction. Following [4], most macro-economic time series are trended and therefore non-stationary. The problem with trended, i.e. non-stationary time series is that standard ordinary least-squares regressions can easily be biased in cases where independent and dependent variables share the same trend but share no causal relation. In order to achieve stationarity, we rely on first order differences of daily data points for each variable [4]. Hereby, daily returns (in our case the absolute change from day t_0 to day t_1) are predicted by the lagged daily returns and lagged daily changes of each independent variable (t_{-1} to t_0). This way, we can make sure that we do not measure some kind of contemporaneous co-movement between price and changes in our proxies, but an adequate impulse-response relationship [3]. We start with a more parsimonious OLS model in which lagged demand- , price- and media attention-changes predict future Bitcoin price changes directly, based on the following equation (Model 1):

$$\Delta y_t = a_0 + a_1 \Delta y_{t-1} + \sum_{i=2}^{5} a_i \Delta X_{i,t-1} + a_6 \Delta \text{media_coverage}_{t-1} + a_7 \Delta \text{positivity}_{t-1} + e_t, \quad (1)$$

Δ illustrates first order differenced values, where y stands for the daily mean Bitcoin price, X inherits the controls for the number of transaction, the number of transactions by occasional and newly acquired users, average volumes and daily Bitcoin transmissions. e is the error term. We apply Huber and White heteroskedasticity robust standard errors to all estimations. Within the prediction and explanation of financial time series, econometric methods tend to focus not only on the explanation of expected returns but also on the underlying uncertainty. The autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH) models allow for temporal periods of structural volatility change, which are characteristically for financial time series [4] and are especially prominent in our sample period, as can be seen in the calm price development in 2012 and the volatile early 2013 period.

Table 2: Regression Results

Table 2 contains aggregated coefficient results for the 4 applied regression models with heteroskedasticity robust standard errors in parentheses. Dependent variable in each model is daily Bitcoin return (Δy_t) explained by various lagged transactional controls and the two media attention variables, media coverage (media_coverage) and positivity (positivity). A delta indicates first order differences. T-values for each coefficient are in the respective adjacent column.

	Model 1	**t-value**	**Model 2**	**t-value**	**Model 3**	**t-value**	**Model 4**	**t-value**
Constant	*0.4367*	*0.8459*	*0.0429*	*2.9243*	*0.0431*	*2.8807*	*0.0190*	*1.3320*
	(0.5160)		*(0.0147)*		*(0.0150)*		*(0.0142)*	
Δy_{t-1}	*0.2936*	*4.2404*	*-0.0167*	*-0.0963*	*-0.0180*	*-0.1023*	*0.6786*	*13.5349*
	(0.0692)		*(0.0142)*		*(0.1761)*		*(0.0501)*	
$\Delta transactions_{t-1}$	*0.0003*	*3.3178*	*$-1.15e^{-06}$*	*-0.1141*	*$-1.16e^{-06}$*	*-0.1158*	*$1.83e^{-05}$*	*1.5555*
	($7.51\ e^{-05}$)		*($1.01e^{-06}$)*		*(1.00^{-05})*		*(1.18^{-05})*	
$\Delta occasional_new_{t-1}$	*-0.0003*	*-2.0775*	*$1.03e^{-05}$*	*3.1369*	*$1.03e^{-05}$*	*3.1177*	*$1.08e^{-05}$*	*4.1125*
	($1.28e^{-04}$)		*($3.27e^{-06}$)*		*(3.29^{-06})*		*(2.62^{-06})*	
$\Delta transmissions_{t-1}$	*$5.50e^{-08}$*	*0.3436*	*$2.25e^{-09}$*	*0.9943*	*$2.29e^{-09}$*	*0.9999*	*$3.38e^{-09}$*	*1.4207*
	($1.60e^{-07}$)		*($2.26e^{-09}$)*		*($2.29e^{-09}$)*		*($2.38e^{-09}$)*	
$\Delta volume_mean_{t-1}$	*-0.0164*	*-0.0857*	*-0.0007*	*-0.1899*	*-0.0008*	*-0.1968*	*-0.0036*	*-1.0341*
	(0.1920)		*(0.0037)*		*(0.0038)*		*(0.0034)*	
$\Delta media_coverage_{t-1}$	*-0.0001*	*-1.0966*	*$2.58e^{-06}$*	*1.0843*	*$2.59e^{-06}$*	*1.1068*		
	($6.00e^{-05}$)		*($2.38e^{-06}$)*		*($2.34e^{-06}$)*			
$\Delta positivity_{t-1}$	*-1.0459*	*-0.1626*	*0.1120*	*0.7532*	*0.1134*	*0.7461*		
	(6.4324)		*(0.1495)*		*(0.1526)*			
Δh_{t-1}					*-0.0014*	*-0.3248*	*0.0042*	*3.1258*
					(0.00441)		*(0.00135)*	
Variance Equation								
ARCH(1)			*2.1299*	*2.1090*	*2.1069*	*2.1635*	*1.7747*	*5.4667*
			(1.010)		*(0.974)*		*(0.325)*	
GARCH(1)			*0.2429*	*2.4166*	*0.2423*	*2.4501*	*0.1146*	*2.1437*
			(0.101)		*(0.0989)*		*(0.0534)*	
$\Delta media_coverage_t$							*0.0003*	*6.7890*
							($4.61\ e^{-05}$)	
$\Delta positivity_t$							*15.5765*	*3.5614*
							(4.374)	
Constant			*0.0043*	*1.2295*	*0.0043*	*1.2078*	*-5.2188*	*-25.6051*
			(0.00349)		*(0.00364)*		*(0.204)*	
N	*235*		*235*		*235*		*235*	
R^2	*0.092*		*-*		*-*		*-*	

As shown in Table 2, the parsimonious regression gives first insight on how prices are influenced. Mainly, high price difference on the previous day and transaction changes further catalyze positive returns. Most astonishing, the increased transactions by occasional and newly acquired users may be responsible for calm future returns. Media coverage as well as the sentiment control remains insignificant in this setup, indicating that media attention influence did not affect the rapid price increase in a direct way. To increase result robustness, we apply a second step approach by utilizing a GARCH(1,1) process of the following model (Model 2):

$$\Delta y_t = a_0 + a_1 \Delta y_{t-1} + \sum_{i=2}^{5} a_i \Delta X_{i,t-1} + a_6 \Delta media_coverage_{t-1} + a_7 \Delta positivity_{t-1} + e_t, \quad (2)$$

$$e_t \sim N(0, h_t), \quad (3)$$

$$h_t = b_0 + b_1 e_{t-1}^2 + b_2 h_{t-1}. \quad (4)$$

In Model 2, the basic setup remains the same but the conditional uncertainty component is incorporated as defined in (3). The additional component is composed of lagged variance and squared residuals as proposed by [3]. Model 2 depicts the results of this estimation, indicating again no direct relation between past attention or positivity changes on current returns. However, more intuitively in this model, the major determinant of the Bitcoin price run is the trading demand of occasional and newly acquired users. We therefore conclude, so far, that media attention did not directly promote excessive Bitcoin returns. However, until now we did not focus on the exploration and contribution of the conditional uncertainty term. Following [3], a logical extension of the proposed approach is to allow conditional price uncertainty to affect returns directly, which can be achieved by the GARCH-M extension. Therefore, we allow lagged uncertainty to affect current changes in Bitcoin returns, based on the following extension (Model 3):

$$\Delta y_t = a_0 + a_1 \Delta y_{t-1} + \sum_{i=2}^{5} a_i \Delta X_{i,t-1} + a_6 \Delta \text{media_coverage}_{t-1} + a_7 \Delta \text{positivity}_{t-1} + a_8 h_{t-1} + e_t, \quad (5)$$

$$e_t \sim N(0, h_t), \quad (6)$$

$$h_t = b_0 + b_1 e_{t-1}^2 + b_2 h_{t-1}. \quad (7)$$

Which we then extent in order to let our proxies for media coverage and positivity directly influence uncertainty based on the following model for (7) (Model 4):

$$\Delta y_t = a_0 + a_1 \Delta y_{t-1} + \sum_{i=2}^{5} a_i \Delta X_{i,t-1} + a_6 h_{t-1} + e_t, \quad (5)$$

$$e_t \sim N(0, h_t), \quad (6)$$

$$h_t = b_0 + b_1 e_{t-1}^2 + b_2 h_{t-1} + b_3 \Delta \text{media_coverage}_t + b_4 \Delta \text{positivity}_t. \quad (8)$$

Within all models, we observe a good fit of the variance equation based on the significance of the ARCH and GARCH terms. Results in Table 2 indicate that uncertainty alone does not affect the growth rate of Bitcoin prices and the inclusion of this term seems to be redundant. That is however misleading, as this bias is driven by the omitted media attention proxies, which enter the uncertainty equation significantly, indicating that price uncertainty is itself affected by the extensive media coverage ($\Delta \text{media_coverage}_t$) and the positivity of the respective articles ($\Delta \text{positivity}_t$). Therefore, rising media coverage and positive statements about Bitcoin, in our sample period, bias the price determination process and increase price uncertainty. This leads us to the conclusion that our hypotheses H1 & H2 can be confirmed. Further in this stage of the estimation, an increase in lagged uncertainty does indeed accelerate Bitcoin returns and therefore, indirectly lets media attention push prices. However, the direct driver of Bitcoin prices, throughout all our models, remains the increased transaction demand of occasional and newly acquired users.

5 Conclusion

In times of decreasing confidence in regulatory and political administration, alternative instruments to provide means of trade, value storage and value measurement are spreading. Foremost, digital currencies recently gain increased attention in public media and the financial industry because of their alternative organization structure. Therefore, no central steering entity is in charge to influence the value determination by balancing demand and supply or provide means like an interest rate to model price opinions. As these instruments are focal points in each exchange rate theory, we find that the

absence of fundamental pricing models affects price determination and, especially interesting, the influence of soft information like media coverage and media sentiment on exchange rate fluctuations is dominant. Our Results are twofold: we are among the first to give empiric evidence on the effect of media coverage on the most prominent IS-based digital currency Bitcoin. Second, we implicitly demonstrate the resulting media induced demand driven nature of a digital currency's price, which is likely to be the result of the lack of a fundamental pricing theory.

As pointed out by our review of economic theory, models to evaluate a fair price of a digital currency are yet to be proposed and, as indicated by our empirical contribution, are necessary in order to increase the desired price stability of digital currencies. Fluctuations, that seem to be merely induced by rumors and media coverage, are likely to have a less severe impact if a pricing model uncovers excessive deviation from a fundamental value.

Our work might be limited with respect to the following points. We solely focus on a single exchange rate, although we choose the most liquid and - measured by total volume traded - the most relevant one. The same holds for our media coverage and sentiment proxies, although Google Blog Search is likely to provide a reasonable sample of relevant cross sectional blog entries per day. Still some unanswered questions of importance remain for further research: What is the current and the future fair value of a digital currency and its underlying network? Are price discovery processes at existing exchanges for digital currencies able to properly reflect this value on average in the long run?

6 References

[1] Acheson, K; Chant, JF (1993): Bureaucratic theory and the choice of central bank goals: the case of the Bank of Canada. Journal of Money, Credit and Banking 5(2):637–655.

[2] Aliber, RZ (1973): The Interest Rate Parity Theorem: A Reinterpretation. Journal of Political Economy 81(6):1451–1459.

[3] Asteriou, D; Price, S (2001): Political Instability and Economic Growth: UK Time Series Evidence. Scottish Journal of Political Economy 48(4):383–399.

[4] Asteriou., D; Hall, SG (2011): Applied Econometrics. Pallgrave Macmillan, New York.

[5] Bensinger, G (2013): Will Bitcoin Be Accepted by PayPal? http://blogs.wsj.com/digits/2013/04/30/could-paypal-be-on-horizon-for-bitcoin. Retrieved on 11.09.2013.

[6] Bitcoin Charts (2013): Exchange volume distribution. http://bitcoincharts.com/charts/volumepie/. Retrieved on 11.09.2013.

[7] Brezo, F; Bringas, PG (2012): Issues and Risks Associated with Cryptocurrencies such as Bitcoin. In: Berntzen, J (Editor), *Proceedings of the Second International Conference on Social Eco-Informatics*. Venice.

[8] Buchholz, M; Delaney, J; Warren, J (2012): Bits and Bets: Information, price volatility and Demand for Bitcoins. http://academic.reed.edu/economics/parker/s12/312/finalproj/Bitcoin.pdf. Retrieved on 11.09.2013.

[9] Connolly, K; Grandjean, G (2013): Bitcoin: world's fastest growing currency migrates off the internet. http://www.guardian.co.uk/technology/video/2013/apr/26/bitcoin-currency-moves-offline-berlin-video. Retrieved on 11.09.2013.

[10] Eijffinger, SC; De Haan, J (1996): The political economy of central-bank independence. Princeton Special Papers in International Economist, Princeton University.

[11] European Central Bank (2012): Virtual Currency Schemes. http://www.ecb.int/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf. Retrieved on 11.09.2013.

[12] FinCEN (2013): FIN-2013-G001, Department of the Treasury Financial Crimes Enforcement. http://fincen.gov/statutes_regs/guidance/html/FIN-2013-G001.html. Retrieved on 11.09.2013.

[13] Hull, JC (2011): Options, Futures, and Other Derivatives and DerivaGem CD Package. 8th Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River.

[14] Juselius, K (1995): Do purchasing power parity and uncovered interest rate parity hold in the long run? An example of likelihood inference in a multivariate time-series model. Journal of Econometrics 69(1):211–240.

[15] Kaplanov, N (2012): Nerdy Money: Bitcoin, the Private Digital Currency, and the Case Against Its Regulation. Temple University Legal Studies Research Paper, Temple University.

[16] Karame, GO; Androulaki, E; Capkun, S (2012): Double-spending fast payments in bitcoin. In: Yu, T (Editor), *Proceedings of the 2012 ACM conference on Computer and communications security*. Raleigh.

[17] Moore, T; Christin, N (2013): Beware the Middleman: Empirical Analysis of Bitcoin-Exchange Risk. In: Sadeghi, AR (Editor), *Proceedings of the 17th International Conference on Financial Cryptography and Data Security*. Okinawa.

[18] Mt. Gox (2013): Mt. Gox – Bitcoin Exchange. https://mtgox.com. Retrieved on 11.09.2013.

[19] Nakamoto (2008): Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. http://bitcoin.org/bitcoin.pdf. Retrieved on 11.09.2013.

[20] Reid, F; Harrigan, M (2013): An Analysis of Anonymity in the Bitcoin System. In: Altshuler, Y; Elovici, Y; Cremers, A; Aharony, N; Pentland, A (Editor), *Security and Privacy in Social Networks*. Springer, New York.

[21] Sorge, C; Krohn-Grimberghe A (2012): Bitcoin: Eine erste Einordnung. Datenschutz und Datensicherheit 36(7):479–484.

[22] Tobin, J (1969): A General Equilibrium Approach To Monetary Theory. Journal of Money, Credit and Banking 1(1):15-29.

Toward Supporting Analytical Tasks in Financial Footnotes Analysis- a State of the Art

Maryam Heidari

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 09599 Freiberg,
E-Mail: maryam.heidari@bwl.tu-freiberg.de

Carsten Felden

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 09599 Freiberg,
E-Mail: carsten.felden@bwl.tu-freiberg.de

Abstract

Accurate and real-time financial analysis processes affect dramatically on business decisions in today's dynamic world. Nevertheless, unstructured format of financial footnotes still is a barrier for an automatic financial analysis. In this article, in order to evaluate the importance of footnotes' analysis, a state of the art in domain of financial analysis is performed to demonstrate which relevant information for financial analysis resides in footnotes and to clarify existing financial analysis methods to extract information from unstructured part of financial statements as well. The results demonstrate that there is a strong need to develop an automatic analytical solution which can be integrated with existing methods to support financial unstructured data along financial analysis process. Moreover, it becomes apparent that no identified paper addresses this aspect of financial analysis domain. Based on this exploration, future research field is discussed.

1. Introduction

Marty Whitman, the co-chief investor in Third Avenue Management Company says: “We are much more interested in what the numbers mean, rather than what the numbers are.” [38]

In today’s unstable world, financial analysis plays a critical role to support business decisions. The main purpose of financial analysis is to provide rational answers to financial analysts’ questions [8] in order to improve and secure business decisions such as investment decision, forecasting decision, finding value-added businesses, etc. [51]

To make any of these decisions, a financial analyst should calculate some elements so called *financial ratios* like profitability, liquidity, solidity, efficiency, etc. For instance, to find out profitability of a business, which is the ability to earn income and sustain growth in short and long term, an analyst should calculate three profitability ratios: operating margins, return on total asset (ROTA) and return on equity (ROE), whereby each one is based on defined formula. (Investopedia)

In fact, most of this information can be found in the main body of financial reports, which is completely structured. Some of them should be extracted from footnotes, which belong to unstructured part of financial statements. Footnotes are inseparable parts of financial reports, which contain important information to the analysts. To be able to analyze financial statements comprehensively, they need to be taken into consideration. They are complementary disclosures in context of understanding and interpreting financial values. If an analyst just looks at the numbers, relevant information with possible great influence to the results may be missed. [8]

According to Investopedia, which is one of the large financial information providers, although footnotes are an important part of financial reports; but there are no standards for clarity or conciseness among them.

It can be recognized that footnotes can be divided into two main categories. The first groups of footnotes are break downs of the main body of financial statements. In other words, they give more details about structured values and numbers. For example, according to [53], it is not enough just to know the value of debt of a company, but the kind of debt and how much of it comes due in future should be known as well. The second groups of footnotes demonstrate descriptive information such as inventory valuation policy, depreciation method and rates, details of stock options and so on. This makes obvious that the amount of relevant information in footnotes is relatively large. [46]

In the recent decade, XBRL, as a technical standard to facilitate financial reports platforms, has a great impact on developing financial analysis area. [32] However, the automated relation between values and footnotes is an obstacle except to physically read them. [54]

Therefore, it is the research goal to identify relevant existing business-oriented methods through a literature review in context of financial analysis to clarify, which information demand exists in analyzing footnotes and to what extent this information is critical to an analyst to present accurate financial analysis which is the base of business decisions.

The concourse of the paper is as follows: in the following section, the motivation and relevance of the research is illustrated. Then the research method will be explained and continued by a literature search and analysis. Afterwards, the identified literature will be evaluated and the obtained results will be discussed. Finally, further work and summary are explained in conclusion.

2. Motivation

Information in financial footnotes is critical to improve financial analysis results. [46] Analysts should be aware of warning signals, which can be hidden in footnotes by some companies to bury some unpleasant information, which is necessary to be disclosed in financial reports as so called red flags. [38]

Furthermore, according to a comparative volume analysis of 10-k and footnote pages volume in three fiscal years 2003, 2004 and 2010 by KPMG for 25 selected companies, it can be recognized that the number of footnote pages in most of these companies has increased dramatically annually and there is a totally increase of 28 % in the number of footnote pages from 2004 to 2010. Figure 1 demonstrates the results of this comparative analysis.

	Form 10-K Pages			Footnote Pages			Form 10-K Pages Percentage Change		Footnote Pages Percentage Change	
	2010	2009	2004	2010	2009	2004	2010 to 2004	2010 to 2009	2010 to 2004	2010 to 2009
Johnson & Johnson	56	69	67	27	25	19	-17%	-19%	+42%	+8%
Bristol Myers	134	132	122	52	54	44	+10%	+2%	+18%	-4%
Time Warner	141	164	225	51	64	73	-37%	-14%	-30%	-20%
Viacom	111	118	116	37	38	45	-4%	-6%	-18%	-3%
Dow Chemical	203	165	118	64	64	55	+72%	+23%	+16%	0
Dupont	107	108	99	46	47	43	+8%	-2%	+7%	-2%
Reynolds American	156	151	167	91	84	73	-7%	+3%	+25%	+8%
Altria	153	143	93	58	56	30	+65%	+7%	+93%	+4%
Procter & Gamble	64	67	57	20	22	17	+12%	-4%	+18%	-10%
Avon	91	92	90	38	36	32	+1%	-1%	+19%	+6%
Verizon	86	103	97	35	36	36	-11%	-17%	-3%	-3%
AT&T	93	89	78	40	36	25	+19%	+4%	+60%	+11%
Bank of America	245	205	160	98	85	68	+53%	+20%	+44%	+15%
Wells Fargo	212	176	101	109	87	45	+110%	+20%	+142%	+25%
Archer Daniels Midland	91	84	72	42	22	20	+26%	+8%	+110%	+91%
ConAgra	87	91	80	44	42	29	+9%	-4%	+52%	+5%
Lockheed Martin	85	92	85	28	30	27	0%	-8%	+4%	-7%
General Dynamics	70	70	60	26	24	21	+17%	0%	+24%	+8%
Cardinal Health	85	85	118	36	36	44	-28%	0%	-18%	0%
Ameri-source Bergen	80	81	84	34	35	33	-5%	-1%	+3%	-3%
IBM	134	128	98	63	57	43	+37%	+7%	+47%	+11%
Microsoft	87	84	73	36	34	35	+19%	+3%	+3%	+6%
Wal-Mart	82	80	73	23	25	12	+9%	+2%	+92%	-8%
Target	67	56	28	28	24	10	+139%	+20%	+180%	+17%
Berkshire Hathaway	98	98	64	33	33	23	+53%	0%	+43%	0%
Total	2,818	2,731	2,427	1,159	1,096	902	+16%	+3%	28.5%	+6%

Fig 1. Comparative analysis of 10-k and footnote page volume by KPMG[1]

There exist different kinds of financial data for which, if not impossible, it is difficult to put all of them with details in the main body of financial reports. (Investopedia) Therefore, this information should be disclosed in the unstructured part of financial reports as footnotes. Some of these terms are: lease payments, depreciation ratios, debt-to-equity (or coverage ratio), income taxes, long-term debt, pension liabilities, details of stock options, inflation accounting adjustments, etc.

[1] http://www.kpmg.com/us/en/issuesandinsights/articlespublications/pages/disclosure-overload-complexity.aspx

As an example, [2] clarify that there is a gap between estimated and reported cash flows. It is shown that by reclassifying operating and non-operating items in footnote disclosures, errors regarding cash flows can be reduced.

As a result, it is obvious that doing financial analysis without considering footnotes is an inaccurate and risky job and might be misleading. [46] All these evidences demonstrate the motivation and strong need to identify relevant existing financial analysis in context of footnotes to clarify the information demand in footnotes and the necessity to develop an appropriate solution to facilitate the automatic information extraction among financial footnotes.

3. Research Method

In order to have a comprehensive overview of existing analytical tasks based on footnotes' information, and due to this fact that information located in footnotes is critical for analysts, a state of the art is needed to recognize previous attempts in field of financial analysis to evaluate relevant footnote information in different financial analysis purposes and to what extend these existing methods and approaches can support analysts' tasks automatically as well.

According to [17] the state of the art has to be done in five phases:

First to define academic goal and research gap, problem formulation phase has been done. Second, the relevant researches, which are related to the financial analysis domain, have been explored, collected and reviewed (3.) and in the next step, they are evaluated and categorized based on identified criteria to determine which literature makes a significant contribution to the topic (4.). In the fifth phase, the results and findings are analyzed and interpreted in a suitable fashion and the possible further research will be discussed.

4. Literature Search

To reach the paper's goal, this state of the art is performed in three different areas: business area, scientific area and use cases to clarify footnote information demand and methods of footnotes information usage in terms of business-oriented financial analysis. It should be mentioned, the main reasons for area categorization are to show the extension of footnote application in financial analysis and also to highlight gaps in existing literature as well.

In each area, answers to three following questions in context of footnotes come into consideration:

- what is the data type in financial report?
- which financial analysis method has been used?
- what is the purpose of financial analysis or what is the information demand?

The aim of proposing these questions is to gain better perception of footnotes' usage, their information content, and their financial analysis methods through exploring in existing literature.

The search terms and keywords are: financial analysis, footnotes, and financial ratios. It should be also pointed that, to ensure comparability, following restrictions in literature search are taken into account: keywords are entered in quotation mark and limited to abstract and title and the date of publication is between 1990 and not later than September 30, 2012. It is obvious that the number of articles, which deal with XBRL or financial analytics domain, has considerably increased after 2000. The search in each categories leads to a total number of articles as depicted on the following charts.

In Business area, financial and accounting association such as International Federation of Accountant (IFAC), International Financial Reporting Standards (IFRS), Generally Accepted Accounting Principles (GAAP), etc are reviewed to evaluate the existing methods regarding financial footnote analysis and to realize the relevance of footnotes' information in business-oriented fields.

In scientific area, the scientific databases of AIS electronic library (AISel), ACM Digital Library and IEEE Xplore are the basis of the literature search. Table 1 demonstrates the total number of articles.

Search term/ Database	AISel	ACM	IEEE
Financial analysis	68	206	8
Footnotes	5	12	1
Financial ratio	11	18	1

Table 1. Total number of Articles in all Databases in scientific area

After removing doublets and eliminating the unrelated papers, 29 articles are remaining which each one addresses an issue in context of financial analysis.

In use cases area, Ebsco host is used as a scientific database to extract related use cases in context of financial analysis and other search terms. Table 2 illustrates the total number of hits regarding the search terms.

Database/ Search term	Financial analysis	Footnotes	Financial ratio
Ebsco host	392	200	43

Table 2. Total number of Articles in use cases area

Based on obtained results and in order to better classification of use cases, the search terms are combined two by two as well, while at least one of them has to be included in abstract or title. Table 3 indicates the result of search term combination.

Search term/ Search field	One term includes in title	One term include in abstract
financial analysis+ financial ratio	35/43	14/15
financial analysis+ footnote	1/24	1/2
financial ratio+ footnote	0/1	0/0

Table 3. Combination of search terms in use cases

Duplications and unserious papers were removed and this leads to 17 remaining use cases. The summary of reviewed literature in scientific area and use cases is listed in the appendix.

5. Literature analysis and results

Business area

In business area, financial and accounting associations and foundations are observed, which all of them deal with financial analysis topics or they are responsible for accounting standards and principles.

Based on different interviews and articles in these associations, the main subjects in terms of using financial footnotes in these foundations can be categorized into two following areas:

1. Necessity to reading footnotes in financial analysis process.
2. Red flags in footnotes.

Based on definition in Investopedia, financial red flags are indicators of potential financial problems of a company which can be undesirable signals to an analyst. There is no unified standard to recognize red flags. However, most of the time it depends on financial analysis method which is deployed by analysts. It is implied that some companies try to hide some unpleasant information through footnotes' lines. [38] To this, analysts should be aware of red flags in footnotes as warning signals and these should not be ignored by financial analysts.

National Association of On line Investors (NAOI) introduces six important areas in footnotes, which can be raised as a red flag such as taxes, derivatives, the "other items", legal issues, segment break down, and stock options. For instance, in tax area, if the tax rates are out of normal range, which is between 30 to 40 percent, it usually will be an evidence of tax tinkering in an organization. Furthermore, a negative tax rate should come into consideration, especially when a company is reporting a profit to its shareholders. [38]

Scientific area and use cases

According to three identified questions, following classifications can be recognized. This categorization can help us to understand the necessity of unstructured parts of financial reports and existing methods and solutions to analyze footnotes for different financial analysis purposes as well. In following, each classification is explained in detail.

- **Classification by type of data**

Regarding to data types in financial reports and toward first question, the reviewed articles can be classified into two main categories:

- XBRL financial reports.
- Traditional financial reports.

It should be noted that in terms of XBRL reports, concentration on technical structure of XBRL has been avoided; instead looking for XBRL usage for financial analysis purposes was of interest.

It can be argued that, in case of XBRL data types, most of articles and use cases deal with subjects such as XBRL adoption [40], XBRL usability [33], XBRL capabilities as a search facilitate technology [31] and other advantages of XBRL performance. In other word, their results show that compared with traditional financial reports, implementing XBRL in organizations, can fulfill financial reporting gaps.

As a result, it should be pointed that due to this fact that the concentration of XBRL usage in reviewed literature in context of footnotes is on reporting steps of financial documents more than analyzing phase, they still use traditional financial analysis methods to perform analytical tasks. In the appendix is concluded the list of reviewed articles with the short description of each one.

In the category of traditional financial reports, which are 60 percent of reviewed articles (Figure 2), footnotes information is used manually by analysts to complete various identified financial analytical processes.

As an example, [50] reviewed the fiscal 2003 financial statement footnotes of the 50 states and 100 big cities in U.S. to verify the derivative activities among state and municipal governments. Another evidence of using footnotes information has been done by [53], which reveals that it is not just enough to know about the quantity of company's debts, but understanding about what kind of debts and how much of them come due in next year should be extracted from footnotes. [4] analyzed income tax footnotes of 500 firms to identify the earning effect of valuation allowance changes. More examples and use cases which all of them use footnotes information can be found in appendix.

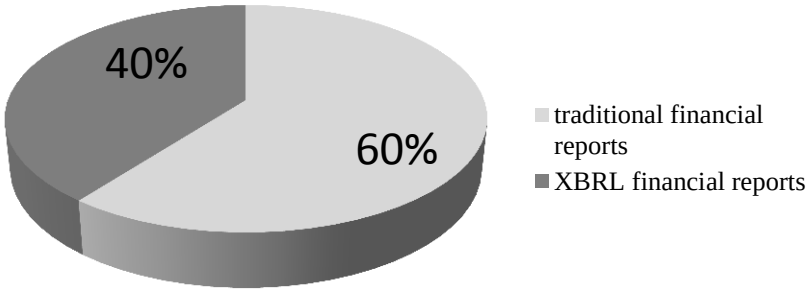


Fig2. Classification by data type of financial reports

- **Classification by financial analysis methods**

According to reviewed articles, another classification has been done by using financial analysis methods. Due to different data types in financial reports (structured and unstructured data); this categorization should be divided into two different graphics. The first one (Figure 3) depicts the different financial analysis methods for analyzing values and numbers (structured data) through financial reports, whereas Figure 4 presents existing financial analysis in context of unstructured footnotes.

It can be deduced that in terms of structured data, there exist different kinds of methods for different financial purposes. Nevertheless, ratio analysis is still the most common method to perform analytical tasks. Today, it can be argued that with the help of financial analysis packages and software tools, financial goals can be supported faster and more reliable. [22]

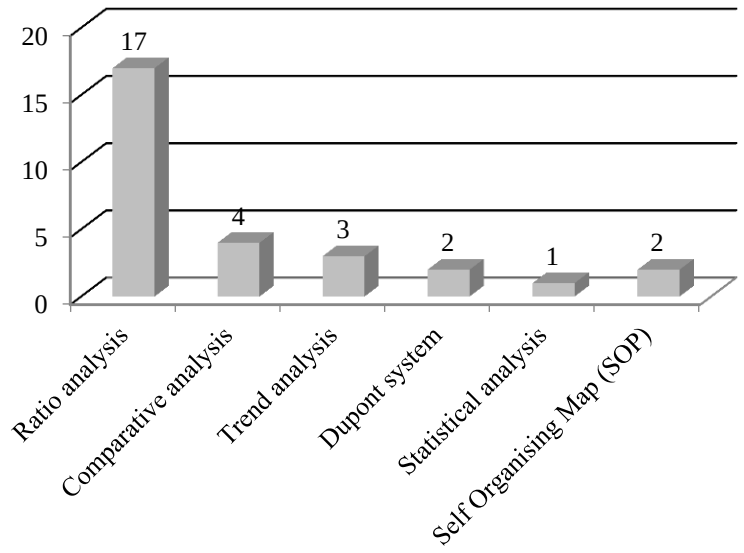


Fig3. Classification by financial analysis methods (structured data type)

In context of financial footnote analysis, it can be observed clearly, reading footnotes manually is the most prevalent method to complete financial analysis process. There exist just a few studies in reviewed literature, which used other analysis methods such as text clustering prototype [35, 36]. Another study by [52] in context of XBRL documents indicated the uses of Unified Model Language (UML) technology to assign a semantic model of reporting financial documents to facilitate and improve the interaction between element tags and disclosure tags.

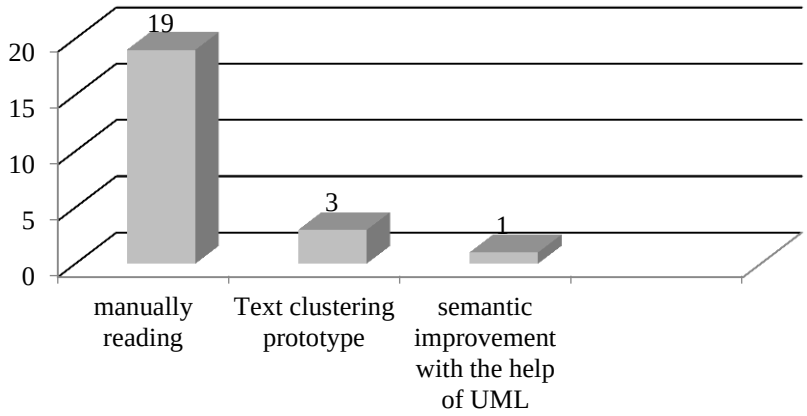


Fig4. Classification by financial analysis methods (Unstructured data type)

- **Classification by financial analysis purposes**

The last classification is based on information demand in financial footnotes to find out what is the purpose of financial analysis. In this regard, it is of interest to clarify, in which financial purposes

using footnotes is a necessary and inevitable part of financial analysis process. Figure 5 demonstrates different financial analysis, which all of them undoubtedly depend on footnotes information to fulfill analysis purposes. The figure displays the portion of using values and footnotes in reviewed financial analysis. It can be observed, that the contribution of unstructured data in financial documents (light gray parts) in order to complete financial analysis processes cannot be ignored by analysts. This reveals the critical role and the importance of footnotes in analytical tasks.

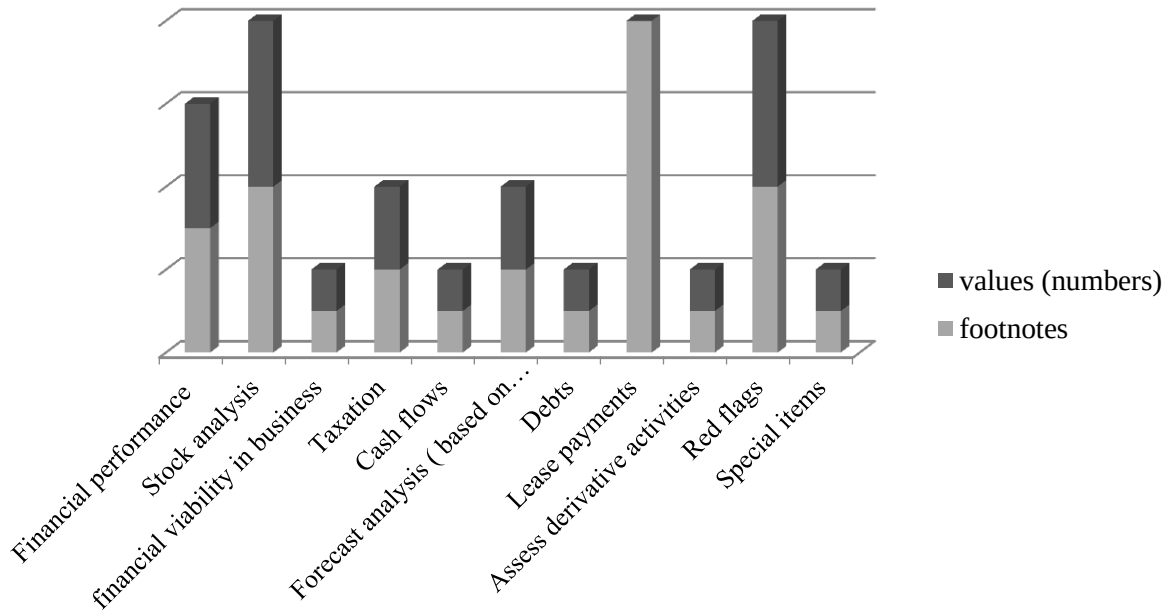


Fig5. Classification by financial analysis purposes

Regarding to all these classifications, the result of this literature review can be summarized in the following table. It is concluded that financial footnotes, as inseparable parts of financial documents, are analyzed manually and there is a strong need to develop an appropriate solution to support footnotes analysis automatically to complete financial analysis process.

Analytical process / Type of data	Automatically	Manually
Structured data	done completely	
Unstructured data	Gap	According to this literature review and reviewed use cases all unstructured financial footnotes analyze manually

Fig6. Summary of results

In summary, this literature review was a preliminary attempt to recognize existing financial analysis and financial purposes in terms of unstructured part of financial reports and prepared a foundation for developing an appropriate solution for analyzing footnotes as well. Regarding different methods and aims, a unified solution, generally applicable for all purposes does not exist, yet. Further and more

profound discussions and research from different aspects are still needed to develop a new or to adopt and probably to combine existing methods in context of footnotes' analysis to promote reliability in financial analysis which results in better business decisions.

6. Conclusion and further work

Footnotes as unstructured part of financial documents, which carry explanations about financial values, play critical roles to analysts and other stakeholders to have a comprehensive overview of financial status of companies. However, the unstructured nature of footnotes still is obstacle in front of automatic analysis processes.

The purpose of this research is the preliminary step of developing an appropriate solution in order to support financial analytical tasks and to allow automatic extraction of footnotes' information to integrate with structured values through financial analysis process.

To reach this goal, this paper performed a literature review to identify existing financial analysis methods in three different areas: business area, scientific area and use cases. Regarding the fact that both structured and unstructured data types play critical role in every financial document, three criteria are considered as a base of classifications. The type of financial report as a first classification demonstrates that, although XBRL as a technical standard platform facilitates the process of financial reporting in a great extent, in analyzing phase, traditional financial analysis methods are still applied. This study shows that, in case of financial analysis methods, the main financial analyses for footnotes have been done manually and there is no identified method to integrate financial analysis methods of structured values with unstructured footnotes automatically. Furthermore, it is recognized that for number of financial analysis purposes, analyzing both data types is necessary and without analyzing footnotes, the process of financial analysis is incomplete and somehow misleading.

Compared to reviewed literature and according to existing research, there still exists a gap in context of financial footnote analysis to support usage of data and integrate them automatically with structured values in financial analytical processes. The results of this literature review can be seen as basis of further research in order to develop an appropriate conceptual framework to improve financial analysis process in organizations and enhance accurate business decisions.

7. References

[1] Argyrou, Argyris; Andreev, Andriy (2011) "A semi-supervised tool for clustering accounting databases with applications to internal controls", Expert Systems with Applications, Sep2011, Vol. 38 Issue 9, p11176-11181.

[2] Austin, Lloyd M.; Bradbury, Michael E. (1995) "The accuracy of cash flow estimation procedures", Accounting & Finance. May95, Vol. 35 Issue 1, p73-86.

[3] Bartley, Jon; Chen, Al Y. S.; Taylor, Eileen Z. Accounting Horizons.(2011) "A Comparison of XBRL Filings to Corporate 10-Ks--Evidence from the Voluntary Filing Program" , Vol. 25 Issue 2, p227-245.

[4] Bauman, Christine C.; Bauman, Mark P.; Halsey, Robert F. (2001) "Do firms use the deferred Tax asset valuation allowance to manage earning?" , Journal of the American Taxation Association, 2001 Supplement, Vol. 23 Issue 2, p27-48.

[5] Beattie, Vivien; Goodacre, Alan; Thomson, Sarah (2000) "Recognition versus disclosure: an investigation of the impact on equity risk using UK operating lease disclosures", Journal of Business Finance & Accounting. Nov/Dec2000, Vol. 27 Issue 9/10, p1185-1224.

[6] Beke, Naomi; Fox, Glenn; and McKenney, Dan (1996) "A Financial Analysis of Using Sawmill Residues for Cogeneration in Northern Ontario", *Energy Studies Review*: Vol. 8: Issue.1

[7] Bennett, B; and Bradbury, M. (2003) "Capitalizing Non-cancelable Operating Leases", Journal of International Financial Management & Accounting, 14, 2, pp. 101-114.

[8] Beretz, P : Financial statement analysis, http://de.slideshare.net/anscers/financial-statement-analysis-i-session-2

[9] Bodie, Zvi; Kaplan, Robert S.; Merton, Robert C. (2003) "For the last time: Stock options are an expense", Harvard Business Review, Mar2003, Vol. 81 Issue 3, p62-71.

[10] Bonsón, E.; Cortijo, V.; Escobar, T. (2009) "Towards the global adoption of XBRL using international financial reporting standards (IFRS)", International Journal of Accounting Information Systems, Mar2009, Vol. 10 Issue 1, p46-60.

[11] Bovee, Matthew; Ettredge, Michael L.; Srivastava, Rajendra P.; Vasarhelyi, Miklos A. (2002) "Does the Year 2000 XBRL taxonomy accommodate current business financial reporting practice?", Journal of Information Systems, Fall2002, Vol. 16 Issue 2, p165-182.

[12] Bovee, Matthew; Kogan, Alexander; Nelson, Kay; Srivastava, Rajendra P.; Vasarhelyi, Miklos A. (2005) "Financial reporting and auditing agent with Net Knowledge (FRAANK) and extensible business reporting language (XBRL)", Journal of Information Systems, Spring2005, Vol. 19 Issue 1, p19-41.

[13] Brandt, Douglas (2012) "Financial Analysis Using a Distributed System" California Polytechnic state University, senior project in Computer Engineering Department

[14] Brocke, Jan vom; Sonnenberg, Christian; Lattemann, Christoph; and Stieglitz, Stefan, "Economics of Virtual Communities - The Case of the Berlin Stock Exchange" (2008). *AMCIS 2008 Proceedings.* Paper 325.

[15] Calegari, Michael (2010) “Financial analysis of Krispy Kreme’s earnings forecasts, joint venture investments, and franchise repurchases”, Issues in Accounting Education. Feb2010, Vol. 25 Issue 1, p85-118.

[16] Collier, H.W.; McGowan, C.B.; and Muhammad, J. (2006) “Financial analysis of financial institutions in an evolving environment”, Proceedings of the Meeting of the Decision Sciences Institute, Southwest Region, Oklahoma City, 105-114.

[17] Cooper, H. M. (1998) Synthesizing Research: A Guide for Literature Review, Sage Pubn, Thousand Oaks.

[18] Cordery, Carolyn J.; Fowler, Carolyn J.; Mustafa, Khairil (2011) “A solution looking for a problem factors associated with the non-adoption of XBRL”, Pacific Accounting Review Emerald Group Publishing Limited, Vol. 23 Issue 1, p69-88.

[19] De Franco, Gus; Wong, M. H. Franco; Yibin Zhou (2011) “Accounting adjustments and the valuation of financial statement note information in 10-K filings”, Accounting Review, Sep2011, Vol. 86 Issue 5, p1577-1604.

[20] De Waegenaere, Anja; Sansing, Richard C. (2008) “Taxation of international investment and accounting valuation”, Contemporary Accounting Research. Winter2008, Vol. 25 Issue 4, p1045-1066.

[21] Duke, J; Franz, D; and Hsieh, S. (2012) “Evaluating Constructive Lease Capitalization and Off-Balance-Sheet Financing: An Instructional Case with FedEx and UPS”, Accounting Perspectives, 11, 1, pp. 57-69.

[22] Estes, James; Savich, Richard S.; Ivanova, Maya (2007) “Tools for financial analysis: Boost your consulting practice to a higher level”, Journal of Accountancy, Issue November 2007.

[23] Fairfield, Patricia M.; Whisenant, J. Scott (2001) “Using fundamental analysis to assess earning quality: evidence from the center for financial research and analysis (CFRA)”, Journal of Accounting, Auditing & Finance, Fall2001, Vol. 16 Issue 4, p273-295.

[24] Franceschetti, B. M.; Koschtial, C.; Felden, C. (2012) “Break-up Analysis: a method to regain trust in business transaction”, IX Conference of the Italian Chapter of AIS, Rome, Italy, 28-29, September 2012.

[25] Gomaa, Mohamed I.; Markelevich, Ariel; Shaw, Lewis (2011) “Introducing XBRL through a financial statement analysis project”, Journal of Accounting Education, Jun2011, Vol. 29 Issue 2/3, p153-173.

[26] Gray, Glen L; Miller, David W. (2009) “XBRL: solving real-world problems”, International Journal of Disclosure & Governance, Vol. 6 Issue 3, p207-223.

[27] Groot, Jason De (2011) “Financial analysis of a value-added dairy operation in California” California Polytechnic state University, Bachelor of Science Project in the Faculty of Agribusiness department

[28] Gujarathi, Mahendra R. (2008) “Sachiko Corporation: A case study in international financial statement analysis”, Issues in Accounting Education, Feb2008, Vol. 23 Issue 1, p77-101.

[29] Henry, Elaine; Ya-Wen Yang (2007) “Making the right comparisons: Novartis AG”, Issues in Accounting Education, Nov2007, Vol. 22 Issue 4, p721-733.

[30] Herz, Robert (2012) “Technology vital to improving financial reports”, Compliance Week, Mar2012, Vol. 9 Issue 98, p1-35.

[31] Hodge, Frank D.; Kennedy, Jane Jollineau; Maines, Laureen A. (2004) “Does search-facilitating technology improve the transparency of financial reporting?”, Accounting Review, Jul2004, Vol. 79 Issue 3, p687-703.

[32] Janvrin, D ; Mascha, M. (2010) “The process of creating XBRL Instance document: A research framework”, Review of Business Information Systems, Vol 14, No.2, 11-34

[33] Jianing Fang (2011) “Critical database concepts for xbrl”, Journal of Theoretical Accounting Research, Spring2011, Vol. 6 Issue 2, p10-37.

[34] Kampen, Kassidy (2011) “Financial analysis of three value-added dairy enterprises in Vermont, Wisconsin and New York”, California Polytechnic state University, Bachelor of Science Project in the Faculty of Dairy Science Department

[35] Kloptchenko, Antonina; Eklund, Tomas; Back, Barbro; Karlsson, Jonas; Vanharanta, Hannu; and Visa, Ari (2002) "COMBINING DATA AND TEXT MINING TECHNIQUES FOR ANALYZING FINANCIAL REPORTS", *AMCIS 2002 Proceedings.* Paper 4.

[36] Kloptchenko, Antonina; (2004) “Toward Automatic Analysis of Financial Reports- Readability of Quarterly reports & company’s financial performance”, AMCIS 2004 Proceedings, paper 412.

[37] Lattemann, Christoph; Stieglitz, Stefan; Jan vom Brocke; Sonnenberg, Christian; Kallischnigg, Miriam (2010) “Development of a Framework to Measure the Financial Performance of the Virtual Community of the Berlin Stock Exchange”, 43rd Hawaii International Conference on System Sciences, pp.1-12

[38] Leder, Michele (2003), “Financial Fine Print: Uncovering a Company's True Value”, John Wiely & Sons Inc., New Jersey, 17p.

[39] Lester**,** Wanda F**.** (2007) “XBRL: THE NEW LANGUAGE OFCORPORATE FINANCIAL REPORTING” Business Communication Quarterly, Jun2007, Vol. 70 Issue 2, p226-231.

[40] Ly, Kosal. (2012) “Extensible Business reporting language for financial reporting (XBRL FR) and financial analysts’ activity: early evidence”, Academy of Accounting & Financial Studies Journal. Mar2012, Vol. 16 Issue 2, p25-44.

[41] Nelson, Mark W.; Tayler, William B. (2007) “Information pursuit in financial statement analysis: effect of choice, effort, and reconciliation”, Accounting Review. May2007, Vol. 82 Issue 3, p731-758.

[42] Parry Jr., Robert W.; Webster, Stuart K. (1980) “City leases: Up front, Out back, in the closet”, Financial Analysts Journal, Sep/Oct80, Vol. 36 Issue 5, p41-47.

[43] Peter Lee; Pearl Tan (1999) “Instructional case: worldwide shipping corporation LTd: early or late adoption of new international accounting standard?”, Issues in Accounting Education. May99, Vol. 14 Issue 2, p211-231.

[44] Pinsker, Robert; Wheeler, Patrick (2009) “Nonprofessional investors’ perceptions of the efficiency and effectiveness of XBRL enabled financial statement analysis and of firms providing

XBRL-formatted information", International Journal of Disclosure & Governance, Vol. 6 Issue 3, p241-261.

[45] Power,Timothy A. ; Massey, Raymond E. ; and Friesen, James E. (1992) " EC92-890 Farm Financial Records: Financial analysis" , Historical Materials from University of Nebraska-Linkoln Extension , Paper 1563

[46] Putra, Lie Dharma (2008) "Understanding footnotes to financial statements", http://accounting-financial-tax.com/2008/08/understanding-footnotes-to-financial-statement

[47] Riedel, Edward J.; Srinivasan, Suraj (2010) "Signaling firm performance through financial statement presentation: an analysis using special items", Contemporary Accounting Research, Spring2010, Vol. 27 Issue 1, p289-332.

[48] Schumaker, Robert; and Chen, Hsinchun (2006) "Textual Analysis of Stock Market Prediction Using Financial News Articles", *AMCIS 2006 Proceedings.* Paper 185.

[49] Sheridan, Bill; Drew, Jeff (2012) "The Future Is Now: XBRL emerges as career Niche ", Journal of Accountancy, Jun2012, Vol. 213 Issue 6, p122-127. 6p

[50] Stewart, Louis J.; Cox, Carol A. (2008) "Debt-related derivative usage by U.S. state and municipal governments and evolving financial reporting standards", Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management, Winter2008, Vol. 20, Issue 4, p439-456.

[51] Stieglitz, Stefan; Lattemann, Christoph; vom Brocke, Jan; and Sonnenberg, Christian (2008) "Economics of Virtual Communities – A Financial Analysis of a Case Study at the Berlin Stock Exchange". *BLED 2008 Proceedings.* Paper 26.

[52] Sugumaran, Vijayan; Joseph H. Callaghan, and Arline Savage (2002) "Modeling XBRL Using UML: Improving Semantics for Financial Analysis", AMCIS 2002 Proceedings, Paper 2.

[53] Tergesen, Anne (2002) "Getting to the bottom of a company's Debt", Business Week, Oct 2002, Issue 3803, p156-158.

[54] Weglarz, Geoffrey (2004), "Two worlds of data: unstructured and structured", DM Review, September2004

Appendix *

No	Title	Author	Summary of description
1	EC92-890 Farm Financial Records- Financial Analysis	Powell et al.	Ratio analysis: Horizontal and vertical analysis, percentage and comparative analysis of financial reports to find out financial condition of business financial performance
2	Modeling XBRL Using UML: Improving Semantics For Financial Analysis	Sugumaran et al.	Using UML technology to improve XBRL documents and facilitate the interaction between elements tags and disclosure tags
3	Financial Analysis Using a Distributed System	Brandt	Using distributed system to better analyze market behavior and stock analysis
4	Financial analysis of a value-added dairy operation in California	Groot	It deploys comparative analysis to recognize the feasibility of value-added product in a business (a case study)
5	financial analysis of financial institution in evolving environment	Collier et al.	Using a model based on Dupont system (return on equity model) to analyze the impact of crises on financial performance (a case study : a Malaysian Bank) and monitor the financial performance
6	A financial analysis of using Sawmill Residues for cogeneration in Northern Ontario	Beke et al.	It is a statistical and percentage analysis to determine financial viability in a business (it is a case study to analyze financial viability to produce steam and electricity from forest biomass
7	Financial analysis of three value-added dairy enterprises in Vermont, Wisconsin and New York	Kampen	It is a comparative analysis to evaluate profitability and value-added products
8	Development of a framework to measure the financial performance of the virtual community of the Berlin stock exchange	Stieglitz et al.	It is a case study at Berlin Stock exchange to measure financial performance in virtual communities through a web-based method
9	Textual Analysis of Stock Market Prediction Using Financial News articles	Schumaker and Chen	It is a textual analysis of financial news through 3 text mining solution to predict future stock prices.
10	Combining Data and Text mining techniques for analyzing financial reports	Kloptchenko et al.	It uses Self-Organizing Map (SOM) for numeric data and text clustering for textual data to find out hidden indication about company`s financial performance
11	Toward Automatic Analysis of Financial Reports- Readability of Quarterly reports & company's financial performance	Kloptchenko	To recognize the relationship between readability of financial reports and financial performance , it deploys the prototype matching method and self organizing map (SOM)
12	The Future Is Now: XBRL emerges as career Niche	Bill Sheridan Jeff Drew	It explain about XBRL knowledge as a key advantage for a company to make accounting purposes more faster and more accurate
13	A Comparison of XBRL Filings to Corporate 10-Ks--Evidence from the Voluntary Filing Program	Bartley et al.	This study examines errors in the VFP filings, and investigates whether stakeholders used their experience to improve the XBRL technology and processes. Findings indicate a reduction in errors over time, suggesting that the VFP for XBRL was successful
14	XBRL: THE NEW LANGUAGE OFCORPORATE	Lester, Wanda	XBRL holds the greatest promise for building a global standard that can bridge the current financial reporting gaps. The significant involvement at the governmental, corporate,

	FINANCIAL REPORTING		and professional levels suggests a major change in how information is communicated, shared, and analyzed. This opportunity for improving financial transparency can indeed revolutionize corporate reporting
15	Extensible Business reporting language for financial reporting (XBRL FR) and financial analysts' activity: early evidence	Kosal,Ly	To examine whether after XBRL adoption the analysts' coverage and quality of their forecast is increased significantly. (empirical study using regression model)
16	Taxation of international investment and accounting valuation	Anja Waegenaere Richard Sansing	This paper derives the relations among U.S taxation on foreign investment, the value of these investments and the accounting disclosures associated with them.
17	Instructional case: worldwide shipping corporation LTd: early or late adoption of new international accounting standard?	Peter Lee Pearl Tan	It examines the impact of off-balance sheet transactions like sale-lease back or debt-contracts costs or changing accounting method on a firm's financial analysis.
18	Information pursuit in financial statement analysis: effect of choice, effort, and reconciliation	Mark W.Nelson Willliam B.Taylor	It argues that when financial information is disclosed in footnotes, they can influence on financial user's judgments to great extent.
19	The accuracy of cash flow estimation procedures	Austin, L Bradbury, M	The study shows that there is a gap between estimated and reported cash flows. It shows that by reclassifying operating and non-operating items in footnote disclosures can reduce these errors regarding cash flows.
20	Recognition versus disclosure: an investigation of the impact on equity risk using UK operating lease disclosures	Beattie et al.	It investigates the positive relationship between operating lease disclosures and equity risk assessments which is important for analysts for financial risk recognition.
21	Financial analysis of Krispy Kreme's earnings forecasts, joint venture investments, and franchise repurchases	Michael Calegari	It is a case study which provides an opportunity to assess earning forecast analysis in a company. Through analysis of footnote, it is identified potential problem that were not discussed in analysts' reports.
22	Debt-related derivative usage by U.S. state and municipal governments and evolving financial reporting standards	Louis J.Stewart Carol A.Cox	It reviewed the fiscal 2003 financial statement footnotes of the 50 states and 100 big cities in U.S. to ascertain (verify) the nature and extent of derivative activities among US state and municipal governments. (to ascertain the presence of debt-related DFIs. (Derivative Financial Instrument)
23	Getting to the bottom of a company's Debt	Anne Tergesen	It is not enough to know how much debt a company has, but what kind of debt and how much of it comes due in futures year. For that info, you will need to go to the footnotes.
24	A solution looking for a problem factors associated with the non-adoption of XBRL	Carolyn J. et al.	The purpose of this paper is to explore the factors influencing the non-adoption of Extensible Business Reporting Language (XBRL) technology. The research finds three reasons for XBRL non-adoption. First, the lack of a government "push" for XBRL technology results in organizational ignorance. Second, it appears that organizations do not believe that XBRL will beneficially reduce compliance costs. Third, complexity in developing the structured language (taxonomy) for XBRL use has significant budgetary implications.
25	Technology vital to improving financial reports	Robert Herz	It discusses about the necessity of bringing xbrl technology in financial reporting and its advantage. Companies should

			adopt themselves with new technologies like xbrl.
26	Critical database concepts for xbrl	Jianing Fang	Benefits of XBRL implementation: by merging xbrl with a company's database at the data element level through the deeply embedded approach, a company can increase the speed, accuracy and usability of financial disclosure and eventually reduce costs for financial reporting as well as business transaction processing.
27	Making the right comparisons: Novartis AG	Elaine Henry Ya-Wen Yang	Case study: using Dupont analysis to recognize the differences between 2 set of standards (IFRS and GAAP).
28	Introducing XBRL through a financial statement analysis project	Mohamed I.Gomaa et al.	It introduces the benefits and features of xbrl tagged financial reporting and interactive data and it shows how xbrl can facilitate the analysis of financial statement instead of using traditional financial analysis (ratio analysis)
29	Using fundamental analysis to assess earning quality: evidence from the center for financial research and analysis (CFRA)	Patricia m.Fairfield J.Scott Whisenant	It studies about forecasting deteriorating of a company through fundamental analysis, which is base on changes in earning per share, returns on assets and profit margins and reading related footnotes.
30	Financial reporting and auditing agent with Net Knowledge (FRAANK) and extensible business reporting language (XBRL)	Bovee et al.	FRAANK is a prototype which implements intelligent parsing to extract accounting numbers from natural-text financial statements and converts the consolidated balance sheet, income statement… into xbrl tagged format. (FRAANK develops an understanding of the accounting numbers by means of matching the line-item labels to synonyms of tags in xbrl taxonomy.
31	Do firms use the deferred Tax asset valuation allowance to manage earning?	Bauman et al.	It analyses income tax footnotes of 500 firms to argue that it is necessary to analyze income tax footnotes to identify the earning effect of valuation allowance changes. Based on an analysis of sample firms' income tax footnotes, it suggests improving disclosure policy.
32	Does the Year 2000 XBRL taxonomy accommodate current business financial reporting practice?	Bovee et al.	It argues that however XBRL can bring a lot of benefit to firms, if a poor fit occurs, may lead to information loss. It suggests modifications to the taxonomy and discusses the need for industry-specific taxonomies.
33	Towards the global adoption of XBRL using international financial reporting standards (IFRS)	Bonson et al.	It examines whether the IFRS.GP taxonomy adequately covers the disclosure practices of European companies. And also some suggestions to improve in this taxonomy.
34	Nonprofessional investors' perceptions of the efficiency and effectiveness of XBRL enabled financial statement analysis and of firms providing XBRL-formatted information	Robert Pinsker	The authors investigate the relationship between XBRL use and perception by surveying 61 MBA students as proxies for non professional investor. Results indicate that although perceptions of XBRL are generally positive, increased use of xbrl should leads to more positive perceptions. Thus, organizations promoting the spread of xbrl should consider making access to xbrl analysis tools as easy and widely available as possible.
35	Signaling firm performance through financial statement presentation: an analysis using special items	Edward J.Riedel Suraj Srinivasan	This papers examines whether managers' presentation of special items within the financial statements reflects informational motivations(revealing the underlying economics of firms) or opportunistic motivations(attempts to bias perceptions)
36	Sachiko Corporation: A case study in international	Mahendra R.Gujarthi	It clarifies, whether the financial ratios are consistent with different company's policies and business environments and therefore in analyzing the risks and profitability. It is a case

	financial statement analysis		study in international financial statement, which compares two companies' financial statement. One of the extracted items from footnotes is Financial Leases, based on this comparison; it is to recognize that most of the leases in the Japanese company are treated as operating leases (despite the U.S. Company, which leases are mostly shown as capital leases). To find out the possible effects of this difference on financial statement analysis, the case study calculated some ratios like interest expenses. For calculating this ratio, we should know about the interest rate (e.g. the interest rate on the long term secured debt of companies). This information should be manually obtained from footnotes.
37	Does search-facilitating technology improve the transparency of financial reporting?	Hodge et al.	It introduces xbrl as a search-facilitating technology and investigates whether using xbrl helps non professional financial analysis users to integrate related financial information better when making financial decisions. (through field experiment between 96 MBA non-professional analysts)
38	City leases: Up front, Out back, in the closet	Robert W.Parry Stuart K.Webster	The authors analyzed financial statements of different cities to find how many of them undisclosed their lease financing. They found that when leases undisclosed has dramatically effect on the cities ranking in term of long-term debt criteria of taxable property.
39	A semi-supervised tool for clustering accounting databases with applications to internal controls	Argyris Argyrou Andriy Andreev	Based on XBRL Taxonomy and SOM (Self-Organized Map), This paper proposed a tool for clustering accounting databases in order to contribute internal control procedures.
40	Accounting adjustments and the valuation of financial statement note information in 10-K filings	Gus De Franco et al.	It analyzed 10-k forms of companies to find out how financial statement note information in 10-K filings becomes available to the public. It clarifies that financial statement users explore the information notes to compute accounting adjustments to correct the imperfections in financial statements.
41	For the last time: Stock options are an expense	Zvi Bodie et al.	It argues that stock options which disclosed in footnotes should be come into primary financial statement body to better understand and to avoid the difficult and costly efforts to put different sorts of data in various non standard formats in footnotes.
42	XBRL: solving real-world problems	Glen L. Gray David W.Miller	It argues that the diffusion of an innovation or tool (like XBRL) depends on verifying its advantages by experts in its implementation and usage phase. This study tries to identify the most significant accounting and financial issues and demonstrates to what extent XBRL could address those issues through some cases.
43	Break-up Analysis: a method to regain trust in business transaction	Franceschetti et al.	Proposed a method (BUA) to regain trust and to recognize insolvency in business transactions. Based on this method, some assets should be removed in the balance sheet. They are called cut-off elements. Some of these cut-off elements are identified in footnotes, for example, financial fixed assets and current assets receivable.
44	Evaluating Constructive Lease Capitalization and Off-Balance-Sheet Financing: An Instructional	Duke et al.	Illustrates the effects of the new lease standard by the FASB on existing operating lease by applying this new standard on two firms. To recognize the impact of this standard, analysts should calculate some key financial ratios in footnotes such

	Case with FedEx and UPS		as retained earnings, debt-to-equity, return-on-assets, and interest coverage ratios.
45	Capitalizing Non-cancelable Operating Leases	Bennett, B; Bradbury, M.	Present the financial statement impact of constructive capitalization for 38 firms listed on the New Zealand Stock Exchange. They demonstrate that for discovering the impact of this capitalization, data like estimating the lease liabilities and estimating the income effect from footnote statements are needed.

***Dark gray fields are research which use XBRL financial data.**

Application Services Outsourcing in the Banking Industry – Current Strategies and Challenges

Saskia Zelt

Universität St.Gallen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 9000 St. Gallen,
E-Mail: saskia.zelt@unisg.ch

Jochen Wulf

Universität St.Gallen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 9000 St. Gallen,
E-Mail: jochen.wulf@unisg.ch

Falk Uebernickel

Universität St.Gallen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 9000 St. Gallen,
E-Mail: falk.uebernickel@unisg.ch

Walter Brenner

Universität St.Gallen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 9000 St. Gallen,
E-Mail: walter.brenner@unisg.ch

Abstract

Globalization, raising competition, shrinking client loyalty, and recently the impact of the financial crisis have led to an increasing number of regulations and caused a tremendous loss of bank clients and liquidity. The events from the recent past have forced banks' IT organizations to rethink their strategic direction and thus to alter their outsourcing strategy. Only a few scholars have addressed outsourcing specifically in the banking industry, especially application services outsourcing. To better understand applied and intended application services outsourcing strategies in the banking industry, we conducted holistic multiple case study research with five German and Swiss banks. The results reveal that the interviewed banks intend to heavily increase their outsourcing volume. Furthermore, we discovered six categories of different challenges banks currently face.

1 Introduction

Information Technology (IT) has a differentiating role in the banking industry, since financial products are intangible and information-intensive. Furthermore, IT in the banking industry enables competitive advantage [3]. For the last decade, the financial industry has been dealing with the consequences of globalization, intensifying competition, and declining client loyalty [16]. Banks are continuously forced to lower vertical integration, which is comparable to the transformation the automotive sector experienced in the 1980s [30] [31]. Outsourcing not only reduces costs but also enables financial entities to focus on their core capabilities to realize competitive advantages [4]. Consequently, organizations outsource non-critical activities and gain access to capabilities not available within the organization [43]. Even though the financial industry is responsible for a huge share of the global IT outsourcing expenses [11], the sector is also known for its risk-averse outsourcing behavior [4]. This is reflected by the fact that banks are more likely to outsource application development and to keep application maintenance in house [4]. Furthermore, up to a certain point, IT outsourcing is restricted by regulations [34]. More recently, the financial crisis not only increased the number of regulations but also caused a tremendous loss of clients, trust in the banking system, and bank liquidity [39]. Prior research revealed that institutional influences such as successful outsourcing by other organizations, financial reporting standards, and regulations lead to changes in IT outsourcing arrangements [23]. Thus, a shift in the outsourcing strategy is even more influenced by external factors than internal considerations [23]. We believe that the described adjustment of institutional processes in the banking industry has led to a shift in banks' outsourcing strategies today. Thus, our research aims to determine the direction of the impact of outsourcing strategies in the banking industry by investigating current and intended outsourcing strategies. By identifying current challenges, we will also distinguish potential starting points for future research. We focus on application services outsourcing, including the outsourcing of all services to develop and maintain an application. Due to its closeness to business processes, application services outsourcing is more likely influenced by industry specifics than infrastructure outsourcing [15]. Based on these assumptions, the following research questions (RQs) guided our research:

RQ1: *What are applied and intended outsourcing strategies within the banking industry?*

RQ2: *What are current challenges in application services outsourcing in the banking industry?*

2 Related Work

2.1 IT Outsourcing Strategies and Application Services Outsourcing

Following Kern's definition [24], outsourcing implies the decision "to contract-out or sell the organization's IT assets, people, and/or activities to a third party vendor […] over an agreed period of time." Each outsourcing decision is complex and unique [9], and wrong decisions can result in the loss of essential capabilities and/or business failures [33]. Every outsourcing decision starts with the question of "why" and "what" to outsource [12] and thus the determination of an outsourcing strategy. Lee et al. [32] defined an outsourcing strategy as "the logic visible in a firm's portfolio of IT outsourcing decisions." Following Lee et al. [32], an outsourcing strategy consists of three strategic dimensions deduced from residual rights theory: the *decision scope* (degree of integration), the *contract type* (allocation of control), and the *contract duration* (performance period). The *decision scope* can be differentiated by the percentage of the IT budget spent externally. The *contract type* designates the location of responsibility over the processes [32]. Other dimensions have been

considered by researchers, such as the *number of service providers* [46], the *sourcing location* [27], and the *outsourced IT function* [21]. Table 1 shows the sub-dimensions of each strategy dimension.

Our research focuses on outsourcing application functions since applications are closer to the business processes than infrastructure services [15]. Thus, application services outsourcing has more potential of being affected by industry-specific differences. Application services outsourcing includes all services "associated with the acquisition, development, and deployment of an IT application" [44].

Outsourcing strategy dimension	Sub-dimensions	References
Decision scope	*Minimal* (< 20%), *selective* (20-80%), and *comprehensive* outsourcing (> 80%), measured by the share of the IS budget outsourced	[26], [32]
Contract type	*Buy-in* (no responsibility transfer, hiring on a daily basis), *fee-for-service* (responsibility transfer for the outsourced service/function, high specification), and *partnership* contracts (full control to the vendor, unspecified)	[2], [28], [32]
Contract duration	*Short-*, *medium-*, *long-term*	[32]
Number of service providers	*Single* and *multiple* provider strategy	[10], [46]
Sourcing location	*Onshore* (outsourcing performed inside the client's home country) and *offshore* (outsourcing performed outside the client's home country)	[25], [27]
Outsourcing IT function	*Infrastructure*, *applications* (development and maintenance), and *business processes*	[21], [35]

Table 1: Description of outsourcing strategy dimensions

However, the dimensions of the outsourcing strategy were not the only interest of prior research studies. Scholars also investigated the impact of strategy configurations on outsourcing success on particular outsourcing targets. Lacity et al. [29], for example, stated that a selective outsourcing approach is more appropriate for achieving efficiency targets. Lee et al. [32] also studied the suitability of particular constellations of strategic dimensions to be more likely to succeed in a specific outsourcing target. Even though outsourcing is "a commonly accepted […] practice" [22] and outsourcing has been extensively studied over the last few decades, there is still a need to better understand outsourcing decisions [12].

2.2 IT Outsourcing in the Banking Industry

Prior research on IT outsourcing in the banking industry mainly addressed outsourcing motives (e.g., [4]) and risks (e.g., [17]). The studies focused on investigating the influence factors on a particular strategy dimension such as the decision scope [3] or the decision scope combined with the contract type [36]. Martensson [36] and Gregory [20] investigated decisions regarding application development. Gewald and Dibbern [17] surveyed the influence of perceived risks and benefits of adopting business process outsourcing (BPO). Suhaimi et al. [45] investigated the motives, approaches, implementation strategies, and challenges of IT outsourcing in a Malaysian bank. Table 2 gives an overview of the motives, outsourcing strategies, and risk or challenges of IT outsourcing discussed by scholars in the banking industry.

Gonzales et al. [18] recently published the results of a comprehensive literature analysis that revealed the peculiarities of IT outsourcing in the banking industry and developed a decision framework for choosing the IT outsourcing configuration and for mitigating outsourcing risks. Gonzalez et al. [18] highlighted three peculiarities of IS outsourcing in the financial sector: *IT importance for financial*

services (1), *IT outsourcing suitability for financial services* (2), and *special IT outsourcing issues and risks for financial services* (3). The first peculiarity (1) refers to the information-intensive nature of financial products and the relevance of IT in creating a competitive advantage [3]. The second peculiarity (2) is grounded in the fact that financial services are based on information, which makes IT outsourcing easier [8]. The banking industry is one of the most regulated industries in the world, and protecting the privacy of clients' financial information is essential [34]. This is reflected in the third peculiarity (3). Baldwin et al. [4] also emphasized the risk-averse organizational culture of banks. This leads to the decision "not to outsource (or outsource a very small portion) of their IT/IS services including security, architecture/design, maintenance and strategic planning." However, other IT functions such as development and operations are more likely to be outsourced [4].

Reference	**Research focus**	**Country**	**Research methodology**
Adeleye et al. 2004 [1]	Risk management practices in IT outsourcing	Nigeria	Case study (multiple cases)
Ang and Straub 1998 [3]	Comparison of relative effects of production and transaction costs on the degree of outsourcing	USA	Field study (n=243)
Baldwin et al. 2001 [4]	Outsourcing motives IT outsourcing of and implications for outsourcing decision making	UK	Case study (single case)
Gewald and Dibbern 2009 [17]	Risk-benefit model for BPO and identification of path dependencies of BPO decisions	Germany	Field study (n=126)
Gonzalez et al. 2013 [18]	Peculiarities of IT outsourcing in the banking industry and development of a decision-making framework for IT outsourcing	–	Literature review
Gregory et al. 2009 [20]	Challenges in offshore outsourcing in application development	Germany	Case study (single case)
Martensson 2004 [36]	Outsourcing choice patterns in application development outsourcing	n.a.	Case study (multiple cases)
Qin et al. 2012 [42]	Framework for risk identification and mitigation based on risk factors and resulting losses	China	Case study (multiple cases)
Suhaimi et al. 2007 [45]	Outsourcing motives as well as approaches and challenges of outsourcing implementation	Malaysia	Case study (single case)

Table 2: Overview of prior research on IS outsourcing motives, strategies, and challenges in the banking industry

As the decision framework presented by Gonzalez et al. [18] was mainly based on general IT outsourcing literature without a banking focus, they call for more in-depth research in the banking sector and to reveal insights by investigating outsourcing strategies and occurring risks.

3 Research Methodology

We designed our research based on the principles of a holistic multiple case study [47] for the following reasons. The current outsourcing strategies and the related challenges against the background of recent changes in the banking sector are a contemporary phenomenon, which cannot be studied outside its context [47]. Following Gonzalez et al.'s [18] call for in-depth research on outsourcing in the banking industry, we seek explanatory insights into outsourcing strategies and their challenges in the banking industry [7] [40]. The data collection and analysis were directed by the

general proposition that shifts in outsourcing strategies are even more influenced by external changes than changes within the organization [23].

To design the case study, we followed Yin's five design principles [47]. The research question was deduced by the research problem to identify the outsourcing strategy shift in financial institutions and the challenges that arise. Yin [47] argued that exploratory studies should state a clear purpose and success criteria, even though no a priori propositions are formulated. This study aims to deduce propositions concerning the status quo of and the shift in outsourcing strategies as well as current challenges in application services outsourcing in the banking sector. The unit of analysis is therefore the application services outsourcing strategy. We linked the data to the general proposition of changing circumstances in application services outsourcing in the banking industry and used extant literature to develop criteria for the reflection and interpretation.

3.1 Data Collection

Since multiple case studies enable better generalization of the research results, we investigated a case base of five German and Swiss banks described in Table 3. To collect data, we reviewed the literature to identify relevant outsourcing strategies and to cover the current general challenges of outsourcing. Based on the results, we created a questionnaire with closed questions [14] and an interview guideline with standardized open-ended questions [41]. The questionnaire covered the strategy dimensions (see Table 1), the outsourcing target, organizational context factors, and questions for generic outsourcing risks [6] to guide the discussion of challenges the industry faces. We chose to combine the questionnaire with a face-to-face interview, because data from the closed questions facilitate the analysis of qualitative data and can support the findings [14].

Case	**Type of bank**	**IT budget [EUR mn.]**	**Interview partner**
Alpha	Universal bank	> 100	Direct to the CIO (2), manager central function (1)
Beta	Private bank	> 250	Direct to the CIO (1)
Gamma	Universal bank	> 1000	Direct to the CIO (1), manager central function (1)
Delta	Universal bank	> 250	IT Manager (1)
Epsilon	Universal bank	> 1000	IT Manager (1)

Table 3: Description of case companies

Before the face-to-face interview, we provided the interviewees the questionnaire. We also prepared a fact sheet, which gathered available external data. To verify the questionnaire and to explain the scope of the interview, we conducted a preparation call. The call lasted at least 30 minutes, and notes were taken. As a result of the preparation call, additional interview partners were identified following the principles of snowball sampling [13] [19]. Each interview lasted between 90 and 120 minutes. At each interview, at least two researchers were present: One moderated the interview, and one took notes [14] [13]. The face-to-face interview allowed us to deepen the results of the previously answered closed questions about the pursued outsourcing strategies. The interview also helped us identify possible challenges arising from certain outsourcing strategy decisions and from industry specifics. In addition, the interview partners provided internal data such as organizational charts and application portfolio landscapes. In the last step, the interviewee(s) reviewed the protocol to ensure data validity.

3.2 Data Analysis

We carried out closed coding for the dimensions of outsourcing strategies (see the section, Table 1) as well as open coding to further explain the outsourcing strategy shift and to identify current challenges in application services outsourcing for the case companies. The coding was carried out in an iterative process [38] by two senior researchers. The applied coding scheme involved the two major areas of interest: the applied and intended outsourcing strategy and the challenges of application services outsourcing in the banking industry. In the closed coding, we determined the design of the outsourcing strategy dimensions (see the section "Related Work"). After the initial coding, we searched for cross-case patterns in order to generalize and to synthesize the major challenges affecting all five cases [14]. We then coded the data again with an adjusted coding scheme that included the classes of challenges identified in the first coding iteration. Thus, we identified 60 challenges, out of which we generated six categories. During the coding, we triangulated the interview data with the survey data, fact sheets, notes, and internal documents provided by the interviewees during and after the interview.

4 Research Results

In the following sections, we present the results in two ways: First, we describe the status quo as well as the future intention toward the application services outsourcing strategy of each case company. Second, we present the identified challenges arising from the current and intended outsourcing strategy. We then reflect the results with the organizational context to better understand the particular challenge.

4.1 Status Quo of the Application Services Outsourcing Strategy in the Case Companies

To better understand the application outsourcing behavior of the observed banks, we analyzed the applied outsourcing strategy. We also investigated the intended outsourcing strategy in order to identify strategy shifts. Table 4 shows an overview of the applied and intended outsourcing strategy attributes.

Case	Application services outsourcing strategy							
	Current/ Intended	Decision scope (% of budget)	Contract type (predominant)	Contract duration (predominant)	Application function outsourced	Multiple/ single vendor	Use of offshore	Outsourcing goal (predominant)
Alpha	current	1-20%	Buy-in	Short-term	Dev.*	Multiple	No	Costs
	intended	20-40%	Fee-for-service	Medium-term	Dev. & Main.	Multiple	No	
Beta	current	21-40%	Buy-in	Medium-term	Dev.*	Multiple	Yes	Skills and Transformation
	intended	41-60%	Fee-for-service	Medium-term	Dev. & Main.	Multiple	Yes	
Gamma	current	21-40%	Fee-for-service	Medium-term	Dev. & Main.	Multiple	No	Costs, flexibility
	intended	41-60%	Fee-for-service	Medium-term	Dev. & Main.	Multiple	No	
Delta	current	1-20%	Buy-in	Short-term	Dev.*	Multiple	No	Skills
	intended	1-20%	Buy-in	Short-term	Dev.*	Multiple	No	
Epsilon	current	21-40%	Buy-in	Medium-term	Dev.*	Multiple	Yes	Costs
	intended	41-60%	Fee-for-service	Medium-term	Dev. & Main.	Multiple	Yes	

* Maintenance only outsourced for a very small amount of highly standardized commodity applications (e.g., applications for travel expenses)
Dev.: Development, Main.: Maintenance

Table 4: Current and intended outsourcing strategies of case companies

Looking at the *degree of integration* measured by the percentage of the IT budget dedicated to application services, more than half is performed in house. Two of the interviewed banks even apply a minimal outsourcing strategy (less than 20%). This shows that the internal added value for the observed banks is relatively high. Interestingly, the future intention reveals that all companies except one (Delta) plan to increase their degree of integration. "We intend to increase our outsourcing degree to enable a breathing operations model" (Alpha). Two companies even plan to outsource more than half their application services in the future, which implies a major shift in their outsourcing strategy as well as the structure of the IT organization. "We aim to fundamentally reduce pure technology know-how in our organization. This implies that, for example, we will employ the architect in house but outsource all development tasks" (Epsilon). The *allocation of control* mainly appears to be realized by buy-in contract types. Only Gamma predominantly applies fee-for-service contracts. In the future, four of the five banks intend to shift their allocation of control to using fee-for-service contracts. "We target a shift of most of our buy-in arrangements to service-based contracts" (Alpha). The *contract duration* is short- and medium-term, which reflects the ongoing trend of shorter periods of outsourcing arrangements in order to improve flexibility. The interviews reveal that most outsourcing occurs in development projects. Four of the five observed companies predominantly focus on outsourcing application development. "We predominantly outsource development projects. The proportion of the outsourcing of application maintenance is negligible" (Epsilon). In the future, nevertheless, three banks will also try to outsource parts of their application maintenance. All companies apply a *multiple supplier strategy*. Only two of the interviewed banks *use offshore* capacities in their outsourcing arrangement. The use of offshoring is limited due to regulations, which will be discussed in more detail in the section 4.2. However, Delta does not use offshore models due to the bank's corporate strategy. "Our bank has a local sourcing strategy as part of our trade mark. Our customers trust us that all services are produced in the country" (Delta).

Three banks mainly reduce costs by using outsourcing. This also explains the shift in the banks' outsourcing strategy. Prior research proved that the selective outsourcing approach is more likely to succeed in achieving efficiency targets [29]. Furthermore, as already shown by Lee et al. [32], the selective outsourcing approach performs better with the predominant use of fee-for-service contracts. Thus, the three companies will increase their degree of integration and convert most of their outsourcing arrangements into fee-for-service contracts. Bank Delta nevertheless is satisfied with the current outsourcing strategy as the outsourcing mainly targets access to qualified skills. This is also consistent with Lee et al.'s [32] findings of matching strategy configuration with the outsourcing outcome. Bank Beta targets access to skills as well as the support by vendors to transform particular parts of the application portfolio. A shift in the outsourcing strategy always involves significant costs for altering the strategy [23]. In the following, we present the challenges that currently occur at the banks due to the change in their outsourcing strategy and specifics caused by the banking industry.

4.2 Challenges of Application Services Outsourcing in the Banking Industry

Overall, we identified 60 single challenges mentioned by one or several interview partners, which we consolidated into six categories. The six categories of challenges were covered by all five cases. In the following section, each category is discussed, and a detailed extract of the challenges is provided. Even though not all challenges seem to be specific to the banking industry at first glance, we detected industry-specific causes or forms of the outsourcing challenges. In some cases, the challenges also might be more present or have more importance than in other industries.

4.2.1 Lack of experience and/or required skills and processes for the intended outsourcing strategy

Four out of the five observed banks intend to alter their outsourcing strategy. Even though Delta does not plan to change their outsourcing strategy in the near future, the interview partner described challenges that could arise with a shift in strategy. In particular, the increase in the decision scope, the contract type, and the outsourcing of application functions not previously outsourced will evoke challenges due to the lack of experience and/or required skills and processes for the intended outsourcing strategy. "The shift toward fee-for-service contract requires new skills and a change in our corporate culture" (Gamma). Since only development projects are outsourced, the organizations need to gather experience before outsourcing critical parts of application maintenance. "Outsourcing application maintenance is new territory for our bank. For a start, we plan to outsource the maintenance for a cluster of small non-critical applications" (Alpha). Implementing fee-for-service contracts requires different skills and processes for facilitating the outsourcing arrangement. "In order to enable the use of fee-for-service contracts, the relationship with vendors needs to become closer and more specified during the processes" (Alpha). This includes organizational adjustments. "In order to outsource development and maintenance separately, we divided these functions into separate teams" (Alpha). Furthermore, fee-for-service contracts imply a decrease in suppliers in order to reduce the complexity of the vendor management. "Today, we have ten strategic partners we prefer contract with. In the future, we want to reduce the number to three strategic partners" (Gamma). Delta stated that they have currently avoided shifting their outsourcing strategy because such a change would imply significant costs due to the necessary initiatives in skills and process maturity. Furthermore, some strategic decisions are restricted due to considerations regarding economies of scale. "IT offshoring pays off only for large projects" (Gamma).

4.2.2 Performance measurement of the outsourcing arrangement

The interviews revealed that in application maintenance no satisfying key performance indicators (KPIs) for estimating effort and monitoring contracts are currently available. “The performance measurement for application maintenance is not mature enough. Together with other banks, we are currently working on concepts to develop better KPIs to measure the productivity of application maintenance” (Alpha). In light of outsourcing to multiple vendors, standardized KPIs are needed to make objective comparisons and to improve contract monitoring. “There is a need for an industry standard to measure the performance of application management. This improves the comparability and validity of the contract scope” (Gamma). Gamma also stated that calculating the efficiency loss and hidden costs in offshoring is still challenging.

4.2.3 Availability of specific know-how and software on the market

Even though the interview partners claim to increase the degree of standard software, they also emphasize that for some parts no standard software is available or does not fulfill the organization’s specific needs. “If we are not able to leverage economies of scale with the standard system, an implementation is not efficient” (Beta). As a result, in many cases, implementing standard software and customizing it would increase costs than an individual solution. Furthermore, a major part of the core applications requires particular knowledge of the business processes. “In some cases, external staff with the required know-how is more expensive than the internal employment of staff with the knowledge” (Epsilon). To outsource legacy systems and additional applications to be replaced, outsourcing is a reasonable instrument for freeing up resources. “We favor the outsourcing of applications we like to retire, but sometimes the skills for this application are not available or too expensive” (Alpha). The interviews show that the use of software as a service offers will be increased, but this is currently challenged by the low usefulness in supporting current business processes. The IT manager at Epsilon furthermore stated: “Today’s required skills are changing faster and faster. It is important that the vendor continuously develops the skills.”

4.2.4 Dependence on the provider and loss of knowledge

The fear of becoming dependent on the vendor and losing essential knowledge is a common challenge of IT outsourcing [6]. A multi-vendor strategy is known as an appropriate instrument for avoiding dependencies [10]. “We reduce the risk of dependency by applying a multiple vendor strategy” (Gamma). The loss of knowledge can be prevented by at least minimal internal coverage of the required skills. “Even though we plan to outsource pure technology knowledge, a minimal base of technical knowledge will be covered” (Epsilon).

4.2.5 Complex and individual application portfolio structure and lack in application portfolio management capabilities

A high degree of individual developed applications and a highly integrated application portfolio structure intensify interactions with vendors [5]. All observed banks possess a high degree of individualization as well as extensive interaction between the applications. “Our front-office system has more than 150 interfaces” (Alpha). Recent and ongoing mergers and acquisitions have increased the complexity of the portfolio structure. “Due to merger and acquisitions, we are in the middle of a consolidation process. Today we are confronted with a not fully transparent ‘zoo’ of applications” (Beta). These portfolio consolidations and even modernization not only address the decrease in applications but also aim at modularizing and disintegrating the application landscape. “We initiated

the simplification of existing applications by separating functionalities from a huge complex system to simple and small applications. Furthermore, we target the reduction of interfaces between applications" (Epsilon). To select applications for outsourcing, mature application management capabilities are required [37]. "A clear transparency over application characteristics and interdependences between applications as well as our long-term portfolio strategy enables our future selective outsourcing approach based on the application life-cycle stages" (Gamma).

4.2.6 Increasing regulation and industry-specific risk aversion

"The financial crises changed the business model of the bank. We confronted a situation where regulations dictate daily business. This also causes frequent changes in our IT systems" (Epsilon). The extensive regulations in the banking industry restrict application services outsourcing. Due to the regulations, maintaining certain applications is not feasible. "The feasibility of outsourcing the maintenance of an application depends on the personal data involved. This makes the outsourcing of an application in the investment field more feasible than several applications for private banking" (Epsilon). The question of the sourcing location has a specific importance in outsourcing in the banking industry as some regulations restrict the location of data to the bank's home country. "Access to operational data of the core banking system has to be performed within the home country. Thus, several functions are not applicable for offshoring" (Epsilon). Outsourcing in the banking industry is also constrained by a risk-averse organizational culture [4]. "Compared to other industries, the need for security is very high. This limits the options and creativity in outsourcing arrangements" (Epsilon). However, this over-concern might be justified by the sensibility of a client's personal financial information [17].

5 Conclusion, Limitations, and Future Research

The banking industry is experiencing events that have fundamentally changed the industry [39]. As organizations' outsourcing strategies change as external factors change [23], we suggest that outsourcing in the banking industry is on the move. The results of our research reveal that the observed banks currently apply outsourcing strategies that outsource a maximum of 40% of the IT budget for application services with the use of buy-in contracts. Furthermore, the banks focus on outsourcing application development. In the future, the banks intend to increase their outsourcing up to 60% of the dedicated IT budget, to shift toward fee-for-service contracts, and to include application maintenance in the outsourcing scope. These shifts create several challenges. The fear of becoming dependent on the vendor and losing essential knowledge is a common, industry-nonspecific challenge. The unavailability of required skills and software nevertheless is caused by banking process and business model specifics. Although the banking industry is a pioneer in outsourcing application development, the observed banks are mainly inexperienced in outsourcing application maintenance. The interview partners stated that the complex and individual portfolio structures common in banks and the lack of application management portfolio capabilities complicate application outsourcing endeavors. Increasing regulations hinder the outsourcing of particular applications and the use of certain outsourcing models such as offshoring. The risk-averse culture of banks also challenges changing outsourcing strategies.

Due to the nature of exploratory cases studies, our research results are limited by the case size of five banks and are applicable only to the geographic area of Germany and Switzerland. A large field survey based on our findings could further deepen our understanding of outsourcing behavior in the banking industry. Nevertheless, our results reveal a shift in the outsourcing strategy of the observed

banks. The challenges could provide a starting point for in-depth research, for example, on the mechanism for dealing with the increasing regulations or industry-specific risk aversion to decrease the vertical integration of banks [30]. Furthermore, longitudinal studies could provide more understanding of outsourcing strategy shifts [23].

6 References

[1] Adeleye, BC; Annansingh, F; Nunes, MB (2004): Risk management practices in IS outsourcing: an investigation into commercial banks in Nigeria. International Journal of Information Management 24(2):167–180.

[2] Ang, S; Beath, CM (1993): Hierarchical elements in software contracts. Journal of Organizational Computing 3(3):329–361.

[3] Ang, S; Straub, DW (1998): Production and transaction economies and IS outsourcing: a study of the U.S. banking industry. MIS Quarterly 22(4):535–553.

[4] Baldwin, LP; Irani, Z; Love, PED (2001): Outsourcing information systems: drawing lessons from a banking case study. European Journal of Information Systems 10(1):15–24.

[5] Barthélemy, J; Geyer, D (2004): The determinants of total IT outsourcing: an empirical investigation of French and German firms. Journal of Computer Information Systems 44(3):91–97.

[6] Benamati, J; Rajkumar, TM (2008): An outsourcing acceptance model: an application of TAM to application development outsourcing decisions. Information Resources Management Journal 21(2):80–102.

[7] Benbasat, I; Goldstein, DK; Mead, M (1987): The case research strategy in studies of information systems. MIS Quarterly 11(3):369–386.

[8] Bradley, S; Kim, C; Kim, J; Lee, I (2012): Toward an evolution strategy for the digital goods business. Management Decision 50(2):234-252.

[9] Cheon, MJ; Grover, V; Teng, JTC (1995): Theoretical perspectives on the outsourcing of information systems. Journal of Information Technology 10(4):209–219.

[10] Currie, WL (1998): Using multiple suppliers to mitigate the risk of IT outsourcing at ICI and Wessex water. Journal of Information Technology 13(3):169–180.

[11] Deloitte Research (2005):Global Financial Services Offshoring. Scaling the Heights. Deloite Research, London.

[12] Dibbern, J; Jayatilaka, B; Goles, T; Hirschheim, R (2004): Information systems outsourcing: a survey and analysis of the literature. Data Base for Advances in Information Systems 35(4):6–102.

[13] Dubé, L; Paré, G (2003): Rigro in information systems positivist case research: current practices. MIS Quarterly 27(4):597–635.

[14] Eisenhardt, KM (1989): Building theories from case study research. The Academy of Management Review 14(4):532–550.

[15] Fisher, J; Hirschheim, R; Jacobs, R (2008): Understanding the outsourcing learning curve: a longitudinal analysis of a large Australian company. Information Systems Frontiers 10(2):165–178.

[16] Geiger, H; Hürzeler, H (2003): The transformation of the Swiss private banking market. Journal of Financial Transformation 9(0):93–103.

[17] Gewald, H; Dibbern, J (2009): Risks and benefits of business process outsourcing: a study of transaction services in the German banking industry. Information & Management 46(4):249–257.

[18] Gonzalez, R; Llopis, J; Gasco, J (2013): Information technology outsourcing in financial services. The Service Industries Journal 33(9-10):909–924.

[19] Goodman, LA (1961): Snowball sampling. The Annals of Mathematical Statistics 32(1):148–170.

[20] Gregory, R; Beck, R; Prifling, M (2009): Breaching the knowledge transfer blockade in IT offshore outsourcing projects – a case from the financial services industry. IEEE Computer Society, Maui.

[21] Grover, V; Cheon, MJ; Teng, JTC (1996): The effect of service quality and partnership on the outsourcing of information systems functions. Journal of Management Information Systems 12(4):89–116.

[22] Han, H-S; Lee, J-N; Seo, Y-W (2008): Analyzing the impact of a firm's capability on outsourcing success: a process perspective. Information & Management 45(1):31–42.

[23] Jayatilaka, B; Hirschheim, R (2009): Changes in IT sourcing arrangements: an interpretive field study of technical and institutional influences. Strategic Outsourcing: An International Journal 2(2):84–122.

[24] Kern, T (1997): The Gestalt of an Information Technology Outsourcing Relationship: An Exploratory Analysis, Proceedings of the 18th International Conference on Information System (ICIS), Atlanta, US.

[25] King, WR; Torkzadeh, G (2008): Information systems offshoring: research status and issues. MIS Quarterly 32(2):205–225.

[26] Lacity, MC; Hirschheim, R (1995): Beyond The Information Systems Outsourcing Bandwagon: The Insourcing Response. Wiley, Chichester.

[27] Lacity, MC; Khan, S; Yan, A; Willcocks, LP (2010): A review of the IT outsourcing empirical literature and future research directions. Journal of Information Technology 25(4):395–433.

[28] Lacity, MC; Willcocks, LP (1998): An empirical investigation of information technology sourcing practices: lessons from experience. MIS Quarterly 22(3):363–408.

[29] Lacity, MC; Willcocks, LP; Feeny, DF (1996): The value of selective IT sourcing. Sloan Management Review 37(3):13–25.

[30] Lamberti, HJ; Poehler, P (2004): Die Industrialisierung des Backoffice am Beispiel der etb. Springer, Berlin.

[31] Lammers, M; Loehndorf, N; Weitzel, T (2004):Strategic Sourcing in Banking – A Framework. Proceedings 12th European Conference on Information Systems (ECIS), Turku, Finnland.

[32] Lee, J-N; Miranda, SM; Kim, Y-M (2004): IT outsourcing strategies: universalistic, contingency, and configurational explanations of success. Information Systems Research 15(2):110–131.

[33] Loh, L; Venkatraman, N (1992): Determinants of information technology outsourcing: a cross-sectional analysis. Journal of Management Information Systems 9(1):7–24.

[34] Lopez, JA (2004): Outsourcing by financial services firms: the supervisory response. http://www.frbsfa.org/economic-research/publications/economic-letter/2004/november/outsourcing-by-financial-services-firms-the-supervisory-response/. Abgerufen am 19.09.2013.

[35] Mahnke, V; Overby, ML; Vang, J (2005): Strategic outsourcing of IT services: theoretical stocktaking and empirical challenges. Industry & Innovation 12(2):205–253.

[36] Martensson, A (2004): Patterns in application development sourcing in the financial industry. Proceedings of the 13rd European Conference of Information Systems (ECIS), Turku, Finnland.

[37] Mckeen, JD; Smith, HA (2010): Developments in practice XXXIV: application portfolio management. Communications of the Association for Information Systems 26(9):157–170.

[38] Miles, MB; Huberman, AM (1994): Qualitative data analysis: an expanded sourcebook. Sage, Thousand Oaks.

[39] Özbay, RD; Dinçer, H; Hacioğlu, Ü (2011): Internet-based innovation strategy for the banks in the era of 2008 global financial crisis. International Journal of Business and Social Science 2(22):85–91.

[40] Paré, G (2004): Investigating information systems with positivist case research. Communications of the Association for Information Systems 13(18):233–264.

[41] Patton, MQ (2002): Qualitative Interviewing. Qualitative Research and Evaluation Methods. Sage, Thousand Oaks.

[42] Qin, L; Wu, H; Zhang, N; Li, X (2012): Risk identification and conduction model for financial institution IT outsourcing in china. Information Technology and Management 13(4):429–443.

[43] Quinn, JB; Hilmer, FG (1994): Strategic outsourcing. Sloan Management Review 35(4):43–56.

[44] Schwarz, A; Jayatilaka, B; Hirschheim, R; Goles, T (2009): A conjoint approach to understanding IT application services outsourcing. Journal of the Association for Information Systems 10(10):748–781.

[45] Suhaimi, MA; Hussin, H; Mustaffa, M (2007): Information systems outsourcing: motivations and the implementation strategy in a Malaysian bank. Business Process Management Journal 13(5):644–661.

[46] Willcocks, L; Lacity, M; Fitzgerald, G (1995): Information technology outsourcing in Europe and the USA: assessment issues. International Journal of Information Management 15(5):333–351.

[47] Yin, RK (2003): Case Study Research - Design and Methods. Sage, Thousand Oaks.

Teilkonferenz: Informationssysteme in Transport und Verkehr

Dieser gemeinsam mit der GOR AG Wirtschaftsinformatik organisierte Track beschäftigt sich mit Informations- und Kommunikationssystemen zur Entscheidungsunterstützung in Transport und Verkehr. Insgesamt lagen 15 Einreichungen vor, von denen 9 angenommen werden konnten. Die eingereichten Beiträge decken ein weites Methoden- und Anwendungsspektrum ab. Gemein ist ihnen jedoch die quantitative Modellierung von Entscheidungsunterstützungssystemen in Transport und Verkehr.

Die Beiträge von *Olivetti et al.* sowie *Ricker und Mattfeld* beschäftigen sich mit der optimalen Planung und Steuerung von innovativen Bike-Sharing-Systemen. *Tierney et al.* diskutieren die Repositionierung von Frachtschiffen. *Kämper et al.* demonstrieren den Einsatz eines Decision Support Systems zur Planungsunterstützung bei der Wartung von Offshore-Windparks. Optimierungsansätze zur Schicht- und Personalplanung im ÖPNV betrachten *Hoffmann* sowie *Xie und Suhl*. Die Beiträge von *Schulte et al.* und *Schönberger* beschäftigen sich mit komplexen Synchronisationsproblemen im Straßengüterverkehr. *Landau et al.* nehmen eine fahrerindividuelle Perspektive ein und stellen die Parametrisierung von Navigationssystemen vor.

Die Organisatoren des Tracks bedanken sich bei den AutorInnen für die zahlreiche Einreichung ihrer Arbeiten. Ein herzlicher Dank geht auch an die GutachterInnen dieses Tracks, die trotz enger Terminpläne verlässlich und engagiert bei der Qualitätssicherung mitgewirkt haben.

Dezember 2013

Jan Fabian Ehmke, Natalia Kliewer

(Teilkonferenzleitung)

Ein Dekompositionsansatz für die Repositionierung in Bike-Sharing-Systemen

Viola Ricker

Technische Universität Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 38106 Braunschweig, E-Mail: v.ricker@tu-braunschweig.de

Dirk Christian Mattfeld

Technische Universität Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 38106 Braunschweig, E-Mail: d.mattfeld@tu-braunschweig.de

Research in Progress Paper

Abstract

Betreiber von Bike-Sharing-Systemen stehen vor der Herausforderung dem im Betrieb entstehenden Ungleichgewicht in der Verteilung der Fahrräder entgegenzuwirken. Um zu gewährleisten, dass den Kunden zu jeder Zeit Fahrräder und Fahrradstellplätze zur Verfügung stehen, müssen Maßnahmen zur Repositionierung der Fahrräder getroffen werden. Diese Maßnahmen bestehen aus dem Transport der Räder von Stationen mit Stellplatzbedarf zu Stationen mit Fahrradbedarf. In diesem Beitrag wird ein Konzept eines dekomponierten Optimierungsverfahrens vorgestellt, welches mittels antizipierender stochastischer und dynamischer Optimierung die Menge der für die Repositionierung relevanten Stationen ermittelt. Auf Basis dieses Ergebnisses schließt sich die heuristische Lösung des zugehörigen Pickup and Delivery Problems an.

1 Einleitung

Die immer populärer werdenden Bike-Sharing-Systeme (BSS) [16] stellen eine nachhaltige Alternative im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) dar. Sie steigern die Akzeptanz des Fahrrades im Straßenverkehr, erhöhen den Anteil an nachhaltiger Mobilität im Stadtbild und bieten flexiblen Zugang zu anderen Mitteln des ÖPNV.

Schwerpunkt unserer Forschung sind *stationsbasierte* BSS. Im Gegensatz zu *stationslosen* BSS werden hier den Kunden Fahrräder an über die Stadt verteilten Stationen zur Verfügung gestellt. Nach einmaliger Registrierung kann ein Nutzer sich ohne Reservierung mit einer Kreditkarte an einer Station autorisieren und ein Rad entleihen, welches er an einer beliebigen Station wieder zurückbringen kann. Abgerechnet wird nach der Zeit zwischen Entleih- und Rückgabezeitpunkt, sobald der Kunde das Rad wieder in einer Station abstellt. Häufig wird in solchen Systemen eine kostenfreie Kurznutzung angeboten. Im System Citybike Wien [16] sind beispielsweise Fahrten, deren Dauer 60 Minuten nicht überschreitet, kostenfrei.

Erst bei hoher Akzeptanz eines BSS durch die Bevölkerung kommen dessen Vorteile im Sinne der Nachhaltigkeit zur Geltung. Wie auch im Bereich des Car-Sharings sind deshalb wachsende Nutzerzahlen zwingend notwendig [10]. Die Erhöhung der Nutzerzahlen hängt dabei von der Zufriedenheit der BSS-Nutzer ab. Die Zufriedenheit potentieller Kunden erreicht ein BSS-Betreiber hauptsächlich durch die hinreichende Bereitstellung von Rädern und Radstellplätzen an allen Stationen. Die bedarfsgerechte Bereitstellung von Rädern und Stellplätzen gestaltet sich durch die nutzungsbedingte Umverteilung von Fahrrädern schwierig. In der Nähe beliebter Zielorte fehlt es oft an einer ausreichenden Anzahl von Stellplätzen, während umgekehrt an beliebten Ausgangspunkten häufig zu wenige Fahrräder verfügbar sind. Unzufriedenheit entsteht in diesen Fällen, falls ein Nutzer sein entliehenes Rad nicht zurückbringen bzw. ein potentieller Nutzer kein Rad entleihen kann und es so zu kundenseitigen Umwegen kommt.

Eine Erhöhung der Nutzerzufriedenheit kann auf strategischer Ebene durch Eingriffe in das Systemdesign, auf taktischer Ebene durch Planung der Initialbestände an Fahrrädern an den Stationen und auf operationaler Ebene durch Umverteilung der Räder von Stationen mit Stellplatzbedarf an Stationen mit Bedarf an Fahrrädern erreicht werden. Das manuelle Umverteilen, die sogenannte Repositionierung, mithilfe einer Flotte von Fahrradtransportern bringt hohe Kosten mit sich [5]. Dabei hängen die laufenden Repositionierungskosten von der vorhergehenden Planung der Stationsgrößen und der Initialverteilung der Fahrräder ab. Die Zielsetzung ist es, zum einen die Kosten des Betriebs von Transportfahrzeugen und zum anderen die Kosten im Sinne von Kundenunzufriedenheit zu minimieren.

In diesem Paper wird ein Konzept zur Optimierung der laufenden Repositionierung bei gegebenem Systemdesign vorgestellt. Dieses Optimierungsproblem ist durch Ganzzahligkeit, Stochastik und Dynamik charakterisiert und folglich sehr komplex. Es existieren verschiedene Ansätze, welche die Komplexität vermindern. So kann der deterministische oder der statische Fall betrachtet werden. Zusätzlich kann das Problem relaxiert werden, indem von der Ganzzahligkeit abgesehen wird. Einige dieser Ansätze sind im Literaturüberblick im nachfolgenden Kapitel aufgelistet. Der im vorliegenden Paper vorgestellte Ansatz berücksichtigt sämtliche der für das Problem sehr wichtigen Charakteristika. Es kommt eine Dekomposition zum Einsatz in der zunächst eine optimale Auswahl der Stationen getroffen wird, an denen repositioniert werden soll. Erst danach wird eine auf dieser Auswahl basierende Tourenplanung durchgeführt, um die Gesamtkosten zu minimieren. Die dynamisch

stochastische Optimierung zur Auswahl der Stationen erfolgt auf Basis aggregierter Daten. Im Laufe der Tourenplanung erfolgt die Disaggregation.

Im Folgenden wird in Kapitel 2 eine Übersicht über die bestehende Literatur gegeben. Die Einordnung und Erläuterung des eigenen Vorgehens schließen sich direkt in Kapitel 3 an. In Kapitel 4 folgen schließlich Zusammenfassung und Ausblick.

2 Literaturübersicht

Mit dem wachsenden Interesse an nachhaltigen Alternativen im Straßenverkehr vermehren sich auch die Veröffentlichungen über verschiedene Aspekte des BSS.

Viele Veröffentlichungen finden sich im Bereich der Analyse. Borgnat et al. [3] untersuchen quantitativ die Fahrradfahrten aus dem Lyoner BSS Vélo'v. Dazu wird mit Methoden der Datenanalyse nach Mustern in historischen Daten zu Fahrradentleihungen und -rückgaben gesucht, um die Fahrradflüsse im Stadtgebiet offen zu legen. Darüber hinaus wird ein Regressionsmodell zur Vorhersage der Fahrradnutzung vorgestellt. Froehlich, Neumann und Oliver [6] arbeiten mit dem System Bicing in Barcelona und nutzen Bayessche Netze zur Vorhersage des stationsspezifischen Nutzerverhaltens. Kaltenbrunner et al. [8] befassen sich ebenfalls mit dem System Bicing und leiten aus den Bewegungsmustern im System die Anzahl der verfügbaren Fahrräder an den Stationen für einen kurzen Zeitraum im Voraus ab. Mit einer Modellierung basierend auf einem fiktiven BSS im Großraum Helsinki erforschen Jäppinen et al. [7] die Auswirkungen eines BSS auf die Fahrtzeiten in ÖPNV.

Im Bereich der Ableitung strategischer Handlungsempfehlungen kategorisieren Vogel und Mattfeld [12] Entleihstationen des BSS Citybike Wien mittels einer Clusteranalyse gemäß ihrer Nachfrage. Die Kategorisierung soll anschließend zur bedarfsgerechten Erweiterung des bestehenden Stationsnetzes in der Stadt Wien genutzt werden. Lin und Yang [9] stellen ein Entscheidungsmodell zur Wahl von Stationsstandorten und Radwegen zwischen diesen vor. Das Modell zielt auf die Erfüllung gegebener Servicelevelrestriktionen unter Berücksichtigung der Kosten für den BSS-Betreiber. Die operative und taktische Ebene verknüpfend, planen Vogel et al. [15] mit einem integrierten Ansatz optimale Initialverteilung der Fahrräder, unter Einbeziehung einer groben Abschätzung der resultierenden Repositionierungskosten.

Auch im operativen Bereich werden in den letzten Jahren viele neue Ansätze vorgestellt. Contardo et al. [4] schlagen eine Ummodellierung des Repositionierungsproblems mit deterministischer Nachfrage vor und lösen dieses mit einer Kombination aus verschiedenen Dekompositionsverfahren effizient. Pfrommer et al. [17] kombinieren eine preisliche Anreizstrategie mit der Tourenplanung in einem BSS mit ebenfalls deterministischer Nachfrage und zeigen am Beispiel, dass allein durch Preisstaffelung der Servicelevel zumindest an Wochenenden zufriedenstellend hoch gehalten werden kann. Forma et al. [13] schlagen einen Ansatz zur statischen Repositionierungsplanung in Bike-Sharing-Systemen vor, wobei die Transportkosten nicht in der Zielfunktion berücksichtigt werden. Ein Ansatz, der sowohl die dynamischen Entscheidungen als auch die stochastische Kundennachfrage mit einbezieht, ist nach Stand unseres Wissens nicht vorhanden, weswegen dieser mit dem Konzept im vorliegenden Paper verfolgt werden soll.

3 Eigenes Vorgehen

Die Problemstellung wird als dynamisches Entscheidungsproblem mit unsicheren Nutzernachfragen modelliert und die Kosten für Transporte sowie Kosten im Sinne der Nutzerunzufriedenheit in Zeit bzw. Umwegzeit angegeben. Somit können sie gewichtet und gemeinsam bewertet werden. Die zukünftigen Nachfragen in die Entscheidung mit einzubeziehen ist dabei von großer Wichtigkeit. Kurzsichtige Entscheidungen, wie zum Beispiel eine fast leere Station zu füllen, können bei nachfolgender großer Nachfrage nach Stellplätzen nachteilig sein. Es ist also sinnvoll, das Repositionierungsproblem mithilfe antizipierender dynamischer Optimierung anzugehen.

3.1 Grundlegender Aufbau

Das Gerüst unseres Aufbaus bilden die drei Ebenen Betriebsdaten, Steuerung und Optimierung (siehe Bild 1). Auf der Datenseite werden aus den Betriebsdaten Beobachtungen über Bestände in Stationen und Bewegungen zwischen den Stationen gewonnen. Diese werden von der Steuerung zum gewünschten Informationsmodell umgewandelt, welches als Input für die Optimierung dient. Ihr Output ist eine Handlungsempfehlung. Auf der Lösungsseite transformiert die Steuerungsebene die Handlungsempfehlung. Die Umsetzung wird dann in die Betriebsdaten eingebunden und kann entsprechend Einfluss nehmen. Die Wahl des Optimierungsmodells stellt in diesem Kreislauf die wichtigste Entscheidung dar. Es sind aber noch andere Entscheidungen erforderlich. Zunächst erfolgt die Entscheidung über die Selektion relevanter Daten aus den Betriebsdaten. Danach wird eine geeignete Transformation in das Informationsmodell gewählt, welche aus Filterung, Aggregation oder anderen Schritten bestehen kann. Nachdem die Optimierung eine Lösung zurückgegeben hat, findet die Rücktransformation auf die Ebene der Betriebsdaten statt. Je nachdem auf welche Art und Weise die Daten vorher in die Form des Informationsmodells gebracht wurden kann dies nun eine Disaggregation oder eine andere geeignete Interpretation der Lösung sein. Auch ein weiterer Optimierungsschritt ist hier möglich.

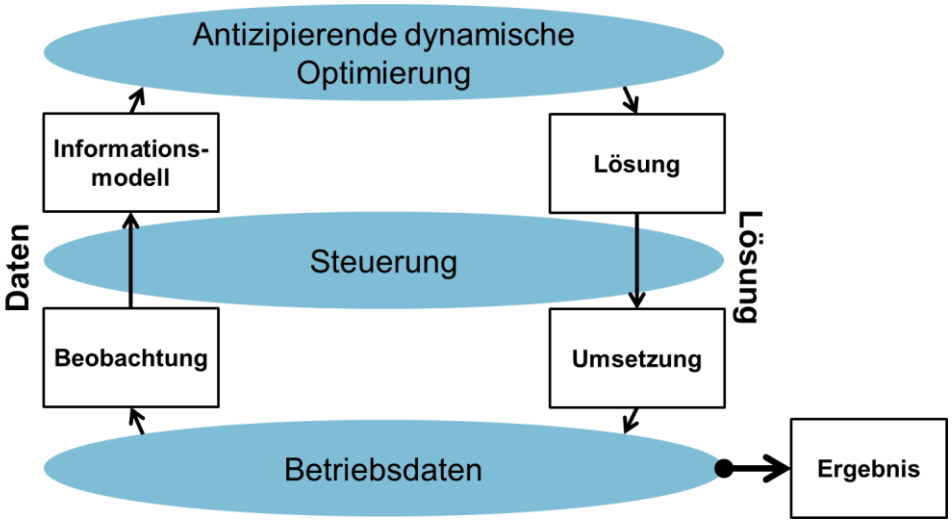


Bild 1: Modellsicht

Das folgende Unterkapitel überführt diese grundlegende Sicht in eine problemspezifische Methodensicht.

3.2 Problemspezifische Ausprägung

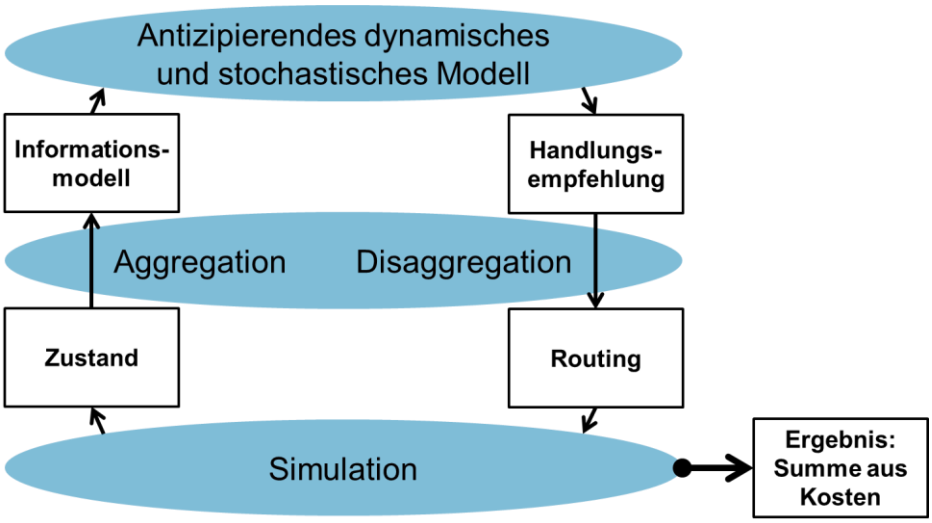


Bild 2: Methodensicht

In Bild 2 ist dargestellt, durch welche methodischen Bestandteile die einzelnen Ebenen der Modellsicht repräsentiert werden. Die Ebene der Betriebsdaten wird für die Untersuchung durch eine Ereignis-diskrete Simulation ersetzt, wie sie von Ricker et al. [14] vorgestellt wurde. Durch diese Simulation ist eine Abbildung des Systems auf Basis von Realdaten möglich. Die Optimierungsebene wird durch ein antizipierendes dynamisches und stochastisches Modell (siehe z.B.: [1][2]) gestellt. Mit diesem kann aus den simulierten Zuständen des Systems gelernt werden, welche Zustände günstig und welche Aktionen lohnenswert sind, um diese zu erreichen. Die Steuerungsebene übernimmt auf der Datenseite die Aggregation des beobachteten Zustands in das für die Optimierung nötige Informationsmodell. Diese Aggregation ist erforderlich, um die Größe des Zustandsraums zu verringern. Auf der Lösungsseite erfolgt die Disaggregation, in der die Handlungsempfehlung in einem Routing auf der Ebene der Simulation umgesetzt wird.

Die grundlegenden Entscheidungen des Kreislaufs werden im folgenden Unterkapitel näher erläutert.

3.3 Entscheidungen im konkreten Ansatz

- Datenaggregation
  Die Simulation liefert fahrradgenaue Stationsbestände zu allen simulierten Zeitpunkten und zeichnet jede Bewegung im System auf. Für die Optimierungsebene ist eine Datenaggregation unumgänglich, um die Zustands- und Entscheidungsräume zu kontrollieren. Die Information aus der Simulation wird folglich von exakten Fahrradanzahlen an jeder Station zu aggregierten Zuständen zusammengefasst (z.B. voll, halbleer, etc.). Zudem können die Daten in diesem Schritt auch in Stationsgruppen geteilt werden, die dann einzeln bearbeitet werden können. Gruppen können zum Beispiel auf geographischer Basis gebildet werden. Eine andere Möglichkeit ist die Unterteilung nach Unterschieden im Stationsverhalten, welches durch die Häufigkeit und Verteilung von Entleihungen und Rückgabe bestimmt wird.

- Bestandsmanagement
  Das Bestandsmanagement erfolgt auf der Ebene der antizipierenden Optimierung mittels eines dynamischen Modells. Das Ergebnis soll eine Handlungsempfehlung bezüglich der anzufahrenden Stationen sein. Dabei soll noch nicht über exakte Mengen und Reihenfolgen entschieden werden.

So wird nicht für jede Station entschieden, wie viele Räder hin- oder wegtransportiert werden sollten, sondern nur über einen Transport. Die Zustände, die die Datenaggregation liefert, werden sukzessive unter Einbeziehung zukünftiger Systembewegungen bewertet und aus den resultierenden Werten erfolgt zu jedem Zustand eine Handlungsempfehlung. Diese Menge von anzufahrenden Stationen dient als Bedarfsinformation für die weitere Optimierung.

- Lösungsdisaggregation
  Die Disaggregation hat die Aufgabe aus den Bedarfsinformationen, die sich aus den Handlungsempfehlungen der antizipierenden Optimierung ergeben, Touren zu erzeugen, welche sich in die Simulation einbetten lassen. Diese Fragestellung kann als Pickup and Delivery Problem (PDP) modelliert werden. Das PDP entscheidet über die einzelnen Transportmengen und die Reihenfolge der Tour. Dabei wird heuristisch vorgegangen, wobei auch auf Restriktionen wie die Fahrzeugkapazität geachtet werden soll. Die Touren werden dann in die Simulation integriert, indem die einzelnen Pickups und Deliveries im Programm umgesetzt werden.

Sowohl die Wahl der Aggregationsstufe als auch die Wahl des Routings in der Disaggregation haben Einfluss auf das Ergebnis der antizipierenden Optimierung. Je feiner die Aggregationsstufe, desto mehr Informationen bekommt sie, jedoch vergrößern sich dadurch entsprechend die Zustands- und Entscheidungsräume. Wie sich diese Entscheidungen auf die Qualität der Lösung auswirken, gilt es noch zu untersuchen.

Erste Untersuchungen auf Basis von künstlich erzeugten Daten zeigen, dass mit einer antizipierenden Optimierung auf aggregierter Ebene Lösungen erzielt werden können, welche die von myopischen Heuristiken übertreffen.

Vergleich	Gesamtaufwand	Umwege	Transporte	Vollzustände	Leerzustände
ADP	-1083,82	-367,5	-716,32	9,903	7,717
Nichtstun	-3450,12	-3450,12	0	36,411	28,751
Myopische Heuristik	-1583,58	-1098,3	-485,28	14,851	14,033

Tabelle 1: Vergleich der mittleren Kosten von je 1000 Durchläufen einer vereinfachten Beispielinstanz

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde ein Konzept zur antizipierenden Repositionierungsplanung in BSS vorgestellt. Sowohl die Dynamik als auch die Stochastik im Betrieb von BSS werden bei der Optimierung der Kosten berücksichtigt. Dabei setzen sich die Kosten aus den Transportkosten der Repositionierungen und den Kosten durch unzufriedene Kunden zusammen. Es werden Experimente folgen, in denen verschiedene Aggregationsgrade der Daten und verschiedene Disaggregationsmethoden der Lösung mit antizipierenden und mit myopischen Optimierungsverfahren kombiniert werden, um die Ergebnisse in Bezug auf die Gesamtkosten zu vergleichen.

5 Literatur

Bücher

[1] Meisel, S (2011), Anticipatory optimization for dynamic decision making, Springer, New York.

[2] Powell, WB (2007): Approximate dynamic programming: Solving the Curses of Dimensionality. John Wiley & Sons Inc, Hoboken, New Jersey.

Zeitschriftenbeiträge

[3] Borgnat, P; Robardet, C; Rouquier, JB; Abry, P; Fleury, E; Flandrin,P (2010): Shared Bicycles in a City: A Signal Processing and Data Analysis, Advances in Complex Systems (ACS), 2011, vol. 14, issue 03, pages 415-438

[4] Contardo, C; Morency, C; Rousseau, LM (2012): Balancing a Dynamic Public Bike-Sharing System. Technical Report CIRRELT-2012-09, CIRRELT, Montreal, Canada, submitted to Transportation Science.

[5] DeMaio P (2009): Bike-sharing: History, impacts, models of provision, and future. Journal of Public Transportation 12:41–56.

[6] Froelich, J; Neumann, J; Oliver, N (2009): Sensing and Predicting the Pulse of the City through Shared Bicycling. Proceeding IJCAI'09 Proceedings of the 21st international joint conference on Artifical intelligence, Pages 1420-1426, Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco.

[7] Jäppinen, S; Toivonen, T; Salonen, M (2013): Modelling the potential effect of shared bicycles on public transport travel times in Greater Helsinki: An open data approach. Applied Geography, 43 (2013), pp. 13–24.

[8] Kaltenbrunner, A; Meza, R; Grivolla, J; Codina, J; Banchs, R (2010): Urban cycles and mobility patterns: Exploring and predicting trends in a bicycle-based public transport system, Pervasive and Mobile Computing, Vol. 6, Issue 4, 455-466.

[9] Lin, J-R; Yang, T-H (2011): Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints, Transportation Research Part E, 47, 284-294.

[10] Nobis, C (2006): Car Sharing as a Key Contribution to Multimodal and Sustainable Mobility Behavior – the Situation of Car Sharing in Germany, Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board 1986, 89-97

[11] Rahul, N; Miller-Hooks, E (2011): Fleet Management for Vehicle Sharing Operations. Transportation Science, November 2011 vol. 45 no. 4 524-540.

[12] Vogel, P; Mattfeld, DC (2011): Strategic and Operational Planning of Bike-Sharing Systems by Data Mining – A case study, Computational Logistics, Böse, J.W.; Hu, H.; Jahn, C.; Shi, X.; Stahlbock, R.; Voß, S. (Eds.), Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, 127-141

Konferenzbeiträge (ohne Verlag)

[13] Forma, I; Raviv, T; Tzur, M (2010): The Static Problem in a Bike-Sharing System, TRISTAN VII Book of Extended Abstracts, 280 - 283.Tromsø.

[14] Ricker, V; Meisel, S; Mattfeld, DC (2012): Optimierung von stationsbasierten Bike-Sharing Systemen, Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012, Tagungsband, 215-226, Braunschweig.

Nicht-publizierter Beitrag

[15] Vogel, P; Ehmke, JF; Mattfeld, DC (2013): Decision support for resource allocation in bike sharing systems. Submitted to Business & Information Systems Engineering.

Online-Beitrag

[16] Citybike Wien: http://www.citybikewien.at/. Abgerufen am 20.08.2013.

[17] Midgley, P (2009): The Role of Smart Bike-sharing Systems in Urban Mobility, Journeys, May 2009: 23-31. http://www.ltaacademy.gov.sg/doc/IS02-p23%20Bike-sharing.pdf. Abgerufen am 20.08.2013.

[18] Pfrommer, J; Warrington, J; Schildbach, G; Morari, M (2013): Dynamic vehicle redistribution and online price incentives in shared mobility systems. http://arxiv.org/pdf/1304.3949v2.pdf. Abgerufen im August 2013.

Schichtplanung von Zugbegleitpersonal unter Berücksichtigung von Prüfquoten

Kirsten Hoffmann

Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Lehrstuhl für BWL, insb. Industrielles Management, 01062 Dresden, E-Mail: kirsten.hoffmann@tu-dresden.de

Abstract

Steigender Kostendruck zwingt Verkehrsunternehmen zum effizienten Einsatz ihres Personals mit dem Ziel der Kostensenkung und Produktivitätserhöhung. Speziell im Schienenpersonennahverkehr sind Zugbegleiter und Triebfahrzeugführer von zentraler Bedeutung. Aufgrund der fortschreitenden Automatisierung der Fahrzeuge verschwinden zunehmend betriebliche Aufgaben von den Schichtplänen der Zugbegleiter. Infolgedessen geht in Deutschland der Trend weg von einer ständigen Begleitung aller Zugleistungen hin zu einer partiellen Abdeckung, deren Größe anhand der Prüfquote gemessen wird. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den Auswirkungen dieser neuen Entwicklungen und stellt ein neues Modell für die Schichtplanung von Zugbegleitern unter Berücksichtigung von Prüfquoten, rechtlichen und tariflichen Bestimmungen vor.

1 Einleitung

Eisenbahnverkehrsunternehmen stehen vor einem komplexen System von Aufgaben. Einerseits wächst das Verkehrsaufkommen und damit die Anzahl der beförderten Personen in Deutschland stetig (siehe Bild 1), d. h. mit gleichbleibenden Ressourcen muss eine größere Leistung erbracht werden. Andererseits unterliegen Eisenbahnverkehrsunternehmen im Zuge der fortschreitenden Globalisierung der Märkte einem steigenden Konkurrenz- und Kostendruck. Durch den effizienten Einsatz von Ressourcen und eine verbesserte Produktqualität sollen Kunden und Besteller der Verkehrsleistungen überzeugt und Wettbewerber verdrängt werden. Zudem gewinnt heutzutage auch die soziale und ökologische Komponente immer mehr an Bedeutung. Es gilt Mitarbeiter zufriedenzustellen, einen attraktives Arbeitsumfeld zu bieten und Nachhaltigkeit zu verankern.

Bei intensiver Betrachtung der Kostenstruktur ist ersichtlich, dass neben den Materialkosten für Fahrzeuge, Energie und die Nutzung von Infrastruktur die Personalkosten einen bedeutenden Teil der gesamten Aufwendungen ausmachen. Während Erstere kaum beeinflussbar sind, können Personalkosten durch einen effizienten Einsatz des Personals erheblich gesenkt werden. Dabei spielt vor allem das Fahrpersonal, wie Triebfahrzeugführer und Zugbegleiter, eine zentrale Rolle. Zudem erfahren Zugbegleiter, die vor allem für die Fahrkartenkontrolle zuständig sind, gerade eine weitere Entwicklung. Durch den steigenden Kostendruck und die zunehmende Automatisierung der Fahrzeuge verschwinden betriebliche Aufgaben von ihren Schichtplänen und von einer dauerhaften Besetzung der Züge mit Zugbegleitern wird abgesehen. Eine Prüfquote legt nun fest, welcher Anteil an Zügen oder Streckenkilometern mit Zugbegleitern besetzt werden muss.

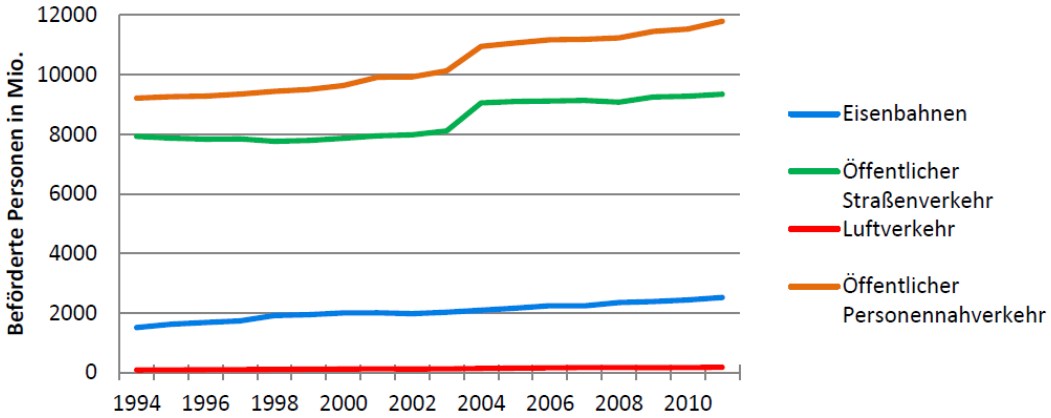


Bild 1: Verkehrsaufkommen in Deutschland (Quelle: Verkehr in Zahlen 2012/2013, [4])

Das Problem der Schichtplanung von Zugbegleitern unter Einhaltung verschiedener betrieblicher und rechtlicher Rahmenbedingungen und Berücksichtigung von Prüfquoten ist in der Literatur weitgehend unbekannt. Aus diesem Grund beschäftigt sich diese Arbeit mit der neuen Problemstellung und definiert und analysiert ein Modell für das modifizierte Schichtplanungsproblem. Konkrete Lösungsverfahren werden nicht betrachtet. Zunächst erläutert Abschnitt 2 die Planungsprozesse im Schienenpersonennahverkehr, woraufhin in Abschnitt 3 das Schichtplanungsproblem definiert und betriebliche und rechtliche Restriktionen diskutiert werden. Nach der Vorstellung des in der Literatur verwendeten Set-Covering-Modells in Abschnitt 4 folgt in Abschnitt 5 zunächst die Erläuterung der aktuellen Vorgehensweise bei der Schichtplanung der Zugbegleiter mit Prüfquoten. Das Aufzeigen der Nachteile dieser Vorgehensweise mündet in der Definition des neuen Modells und dessen Anwendung an einem kleinen Beispiel in Abschnitt 6. Den Abschluss bilden eine Zusammenfassung der Ergebnisse und ein Ausblick auf weitere Forschungsfragen.

2 Planungsprozesse im Schienenpersonennahverkehr

Anfang des Jahres 1996 wurde mithilfe des Gesetzes zur Regionalisierung des öffentlichen Personennahverkehrs (RegG) die Verantwortung für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) vom Bund auf die Länder übertragen. Die weitere Aufteilung und Organisation ist in den Nahverkehrsgesetzen der einzelnen Bundesländer geregelt. Speziell im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) agieren Bundesländer teilweise selbst über Tochterunternehmen als Besteller der Verkehrsleistungen (z. B. Bayern und Thüringen); in anderen Bundesländern übernehmen eigens gegründete Zweckverbände diese Aufgaben. Derzeit organisieren und finanzieren den SPNV in Deutschland 27 Aufgabenträger, die in der Bundesarbeitsgemeinschaft Schienenpersonennahverkehr zusammengefasst sind.

Der Planungsprozess im Schienenpersonennahverkehr (vgl. Bild 2) gliedert sich dabei in zwei Phasen – die Planung des Aufgabenträgers (Besteller) und des Leistungserbringers (Betreiber). Der Aufgabenträger beginnt mit der Analyse der erwarteten Reisendenströme und der Bedarfsermittlung des Nahverkehrsangebots bezüglich Bedienhäufigkeit und Kapazität. Die anschließende Linienplanung legt fest, welche Strecken des Schienennetzes zu Linien oder Linienbündeln zusammengefasst werden. Dabei finden unter anderem die Umsteigehäufigkeit der Reisenden, der Fahrzeugbedarf und Reisezeiten Beachtung. Ergebnis dieser beiden Prozesse ist ein grober Fahrplan, der in der nachfolgenden Fahrplanung spezifiziert wird. Die bisher beschriebene Planungsphase hat einen Vorlauf von mehreren Jahren vor der eigentlichen Leistungserbringung und bildet die Grundlage für die Ausschreibung oder Direktvergabe der SPNV-Leistungen. Dabei enthält der Auftrag unter anderem Informationen in Bezug auf:

- den festen Fahrplan, die Bedienhäufigkeit der Linien/Linienbündel
- das Rollmaterial, das Sitzplatzangebot,
- die Aufgaben der Zugbegleiter,
- die Häufigkeit der Fahrkartenkontrolle.

Die potentiellen Leistungserbringer, wie beispielsweise das Eisenbahnverkehrsunternehmen DB Regio AG, bewerben sich mit einem Angebot für die ausgeschriebenen SPNV-Leistungen. Dabei erfolgt zunächst eine Grobplanung der Leistungen (benötigtes Rollmaterial und Personal), um die Kosten abzuschätzen. Nach einer gewonnenen Ausschreibung beginnt eine differenzierte Planung.

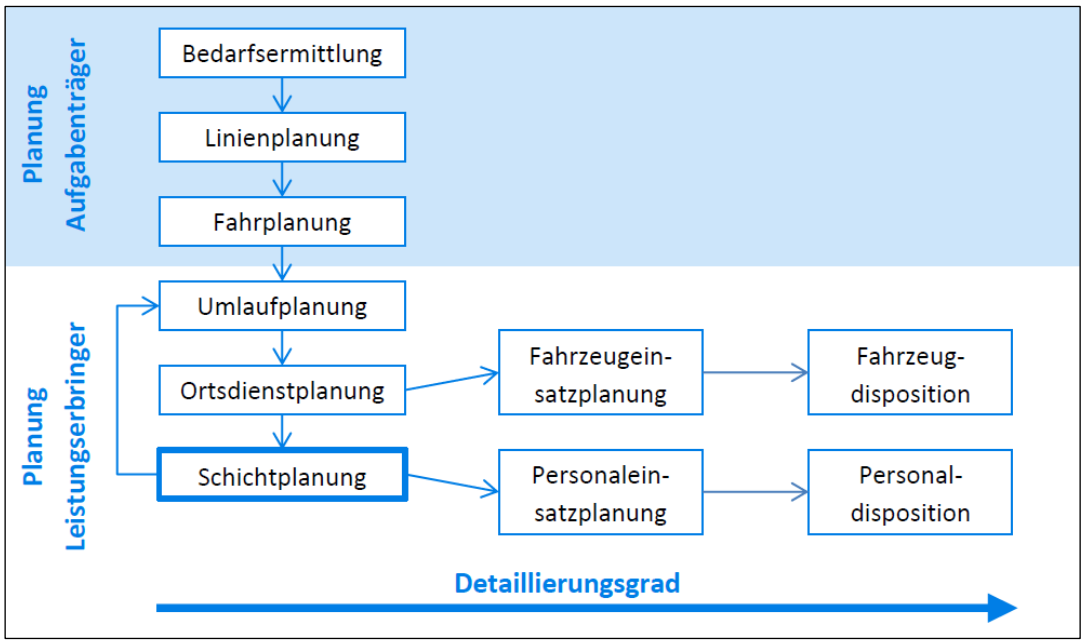


Bild 2: Planungsprozess im Schienenpersonennahverkehr

Die Phasen der Planung des Leistungserbringers können nach dem Detaillierungsgrad unterschieden werden. Zunächst erfolgen die Umlauf-, Ortsdienst- und Schichtplanung mit anonymisierten Fahrzeugen bzw. Personen. Dabei werden im Rahmen der Umlaufplanung Fahrgastfahrten, Leerfahrten, Rangier- und Bereitstellungsfahrten so verknüpft, dass zur Erbringung dieser Leistung so wenige Fahrzeuge wie möglich eingesetzt werden müssen. Unmittelbar im Anschluss oder sogar parallel zur Umlaufplanung findet die Planung der Ortsdienste, wie z. B. Innen- und Außenreinigung oder Fahrzeuginstandhaltung, statt. In einem weiteren Schritt werden die Umläufe konkreten physischen Fahrzeugen zugeordnet, wobei das Fahrzeug den gestellten Anforderungen der Fahrlagen beispielsweise in Bezug auf die Baureihe oder die Restlaufzeit bis zur nächsten Instandhaltung genügen muss. Die folgende Fahrzeugdisposition integriert alle kurzfristigen Änderungen, die durch Umleitung eines Fahrzeuges oder Fahrzeugtausch aufgrund eines Defektes auftreten können.

Auf der Grundlage der Umlauf- und Ortsdienstpläne wird die Planung der am Produktionsprozess beteiligten Mitarbeiter angestoßen. Die Schichtplanung erstellt aus der vorgegebenen Leistungsmasse Schichten, die den gesetzlichen, tariflichen und betrieblichen Rahmenbedingungen genügen und dabei das vorhandene Personal effizient einsetzen. Analog zur Fahrzeugeinsatzplanung werden in der Personaleinsatzplanung die bereits erstellten Schichten konkreten Mitarbeitern zugeordnet. Hierbei findet z. B. die Strecken- und Baureihenkenntnis oder der aktuelle Stand des Jahresarbeitszeitkontos Beachtung. In diesem Stadium erfolgt die Vorlage der Schichtpläne beim Betriebsrat, dessen Zustimmung notwendig ist. Kurzfristige Änderungen, verursacht durch Krankmeldungen oder Betriebsstörungen, werden in der Personaldisposition in die Schichtpläne eingearbeitet.

3 Problembeschreibung

Diese Arbeit legt den Fokus auf die Schichtplanung von Zugbegleitern (siehe Markierung in Bild 2), die für die Fahrkartenkontrolle, Information der Reisenden am und im Zug (z. B. Fahrplan- und Tarifauskünfte, Information über Störungen), Überwachung von Ordnung und Sicherheit im Zug und betriebliche Aufgaben (z. B. Zugkontrollgang) zuständig sind. Eine Schicht besteht dabei aus einer

Aneinanderreihung von Blöcken, die einen Arbeitstag einer anonymen Person gestalten. Zu diesen Schichtblöcken gehören unter anderem

- Einsicht der Arbeitsunterlagen,
- Fußwege,
- Begleitung eines Zuges,
- Vorbereitungs- und Abschlussdienste,
- Pausen (laut Arbeitszeitgesetz) und Tätigkeitsunterbrechungen,
- Gastfahrten (u. a. in anderen Zügen, Bussen, Straßenbahnen, Taxis).

Bisher war es im SPNV üblich, dass jeder Zug mit mindestens einem Zugbegleiter besetzt wird. In den letzten Jahren entwickelte sich aufgrund des hohen Kostendrucks und dem zunehmenden Wegfall betrieblicher Aufgaben die Tendenz zu einer partiellen Abdeckung aller Züge. Lediglich ein Teil der Züge oder Streckenkilometer, angegeben durch eine Prüfquote, muss laut Verkehrsvertrag begleitet werden. Diese Prüfquoten können sich unter Umständen nach der Produktart, Linien(bündeln), Zugnummern, Streckenabschnitten oder Zeitfenstern unterscheiden. So ist beispielsweise eine Quote von 25 % für Regionalbahnzüge und eine Quote von 75 % für Regionalexpresszüge denkbar. Die Abrechnung der geleisteten Züge bzw. Streckenkilometer erfolgt am Ende einer festgelegten Periode. Eine nachgewiesene Untererfüllung (und evtl. sogar Übererfüllung) der Prüfquote wird dabei häufig durch den Aufgabenträger pönalisiert.

Neben den Quotenrestriktionen können noch weitere Forderungen auftreten. So legen einige Aufgabenträgern Wert darauf, dass keine Regelmäßigkeiten in der Besetzung der Zugbegleiter zu erkennen sind. Das heißt für Züge oder Streckenabschnitte, die geprüft werden, ist eine gleichmäßige Verteilung auf einen gewissen Zeitraum wünschenswert. Da wir uns in dieser Arbeit auf ein Modell für die Schichtplanung von Zugbegleitern eines Standardtages beschränken, haben solche Anforderungen keine Auswirkung.

3.1 Klassifikation

Aufgrund der neuen Anforderung, nur einen gewissen Teil der Züge zu begleiten, ist eine Abweichung von der bisherigen Vorgehensweise erforderlich. Es beweist sich als zweckmäßig, eine Zugfahrt nicht mehr als Ganzes zu betrachten, sondern an geeigneten Stellen zu brechen. Diese Vorgehensweise nutzt das Optimierungspotential aus und ermöglicht dem Zugbegleiter, nur einen Teil der Zugfahrt zu begleiten. Dabei repräsentiert ein Trip einen Teil einer Zugfahrt von einem Brechpunkt zum nächsten, wobei Brechpunkte alle Stationen entlang der entsprechenden Linie oder aus betrieblichen bzw. arbeitsrechtlichen Gründen nur eine Auswahl davon sein können.

Die so definierten Trips des Verkehrsnetzes werden anhand der im Verkehrsvertrag vorgeschriebenen Quoten klassifiziert. Die Stufen der Abfrage zur Klassifikation, wie im linken Teil des Bildes 3 dargestellt, werden von oben nach unten durchlaufen. Zuerst erfolgt eine Überprüfung, ob die Quote anhand der Produktart unterschieden wird. Ist dies der Fall, wird eine entsprechende Anzahl an Klassen festgelegt. Mit den weiteren Abfragen nach Linien oder Linienbündeln, Zugnummern, Streckenabschnitten und Zeitfenstern wird analog verfahren. Sollte bei einer Stufe keine korrespondierende Forderung im Verkehrsvertrag sein, so erfolgt keine Klassenneubildung.

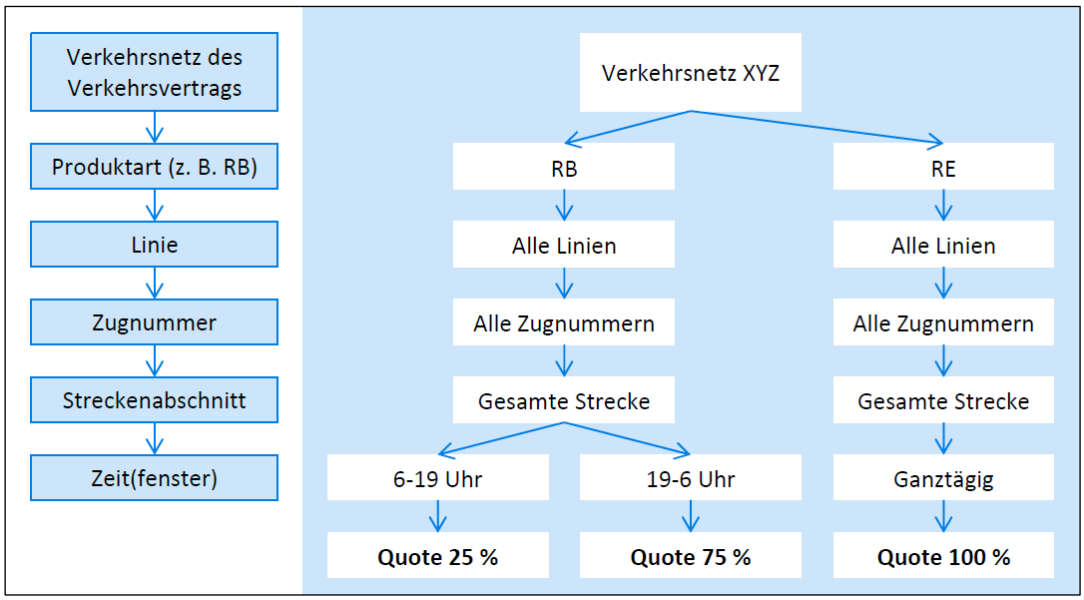


Bild 3: Klassifikation der Trips in Quotenklassen

In einem fiktiven Beispiel (siehe Bild 3) wird für alle Regionalexpress-Linien (RE) eine Begleitung aller Züge gefordert, wohingegen für Regionalbahn-Züge (RB) eine Quote von 25 % in der Zeit von 6 bis 19 Uhr und eine Quote von 75 % sonst gefordert ist.

3.2 Betriebliche und rechtliche Rahmenbedingungen

Grundsätzlich basiert die Schichtplanung auf der abgeschlossenen Umlaufplanung, da in dieser Informationen über den zu einer Zugfahrt gehörenden Fahrzeugtyp, Bahnsteige und die damit verbundenen Vorbereitungs- und Abschlussdienste enthalten sind. Weitere grundlegende Forderungen lauten:

- Eine Schicht endet an der gleichen Einsatzstelle, an der sie beginnt.
- Zwei aufeinanderfolgende Trips einer Schicht (unter Umständen mit weiteren Aufgaben zwischen diesen Trips) müssen kompatibel sein, d. h. der vorangehende Trip endet an der Station, an der der folgende Trip beginnt.
- Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Trips, die nicht im gleichen Umlauf enthalten sind (Wechsel des Fahrzeuges), legt der Zugbegleiter einen Fußweg zurück.

Unter Umständen sind zu Beginn und Ende einer Zugfahrt oder bei Personalwechsel an einem Unterwegsbahnhof Vorbereitungs- und Abschlussdienste notwendig. Die Art und Dauer der Dienste hängt dabei möglicherweise von den aufeinanderfolgenden Trips ab und richtet sich damit nach der jeweiligen Kombination. Ferner kann die Berücksichtigung unterschiedlich langer Fußwege notwendig sein, abhängig von den Abständen der korrespondierenden Bahnsteige.

Neben den betrieblichen Rahmenbedingungen treten weitere Restriktionen auf, die sowohl auf dem Arbeitszeitgesetz (ArbZG) als auch auf Tarifverträgen basieren. Dafür müssen zunächst die Begriffe Schichtlänge und Arbeitszeit voneinander abgegrenzt werden. Die Schichtlänge reflektiert die gesamte Zeit von Beginn bis Ende der Schicht, währenddessen die Arbeitszeit der Schichtlänge abzüglich der Tätigkeitsunterbrechungen, wie beispielsweise Gastfahrten und Pausen, entspricht. Mögliche rechtliche und tarifliche Forderungen sind in Tabelle 1 aufgelistet. Dabei gilt es zu beachten, dass sich genannte konkrete Zeitwerte auf das Arbeitszeitgesetz stützen, wohingegen fehlende Zeitwerte meist durch Tarifverträge oder Betriebsräte festgelegt sind.

Bezug	Restriktion
Schichtlänge	Maximale Schichtlänge (evtl. variierend nach Wochentag)
	Minimal bezahlte Schichtlänge
	Durchschnittliche Schichtlänge
Arbeitszeit	Maximale Arbeitszeit (evtl. variierend nach Wochentag)
Pausen	Arbeitszeit bis 6 h erfordert keine Pause
	Arbeitszeit über 6 h bis 9 h erfordert Pause von 30 min
	Arbeitszeit über 9 h erfordert Pause von 45 min
	Schichtlänge über 12 h erfordert zusammenhängende Pause von 2 h
	Minimale Pausenlänge: 15 min
	Nach 6 h pausenloser Arbeit muss Pause erfolgen
	Zu Beginn und am Ende jeder Schicht sind Pausen zu vermeiden/verboten
	Pausen dürfen nur an Stationen mit Pausenraum und WC stattfinden
	Tätigkeitsunterbrechungen mit kleiner Dauer gelten als Arbeitszeit

Tabelle 1: Mögliche rechtliche und tarifliche Restriktionen der Schichtplanung

Von Seiten des Eisenbahnverkehrsunternehmens, das die Verkehrsleistung erbringt, sind außerdem aufgrund unterschiedlicher Lohnkosten mehr Tag- als Nachtschichten und mehr Werktag- als Wochenendschichten wünschenswert. Diese Tatsache erfährt im hier vorgestellten Modell allerdings keine Berücksichtigung, da sich dieses auf die Schichtplanung eines Standardtages bezieht.

4 Modellierung als Set-Covering-Problem

Die in der Literatur vorherrschende Modellierungsmethode für Schichtplanungsprobleme ist das Set-Covering- bzw. Set-Partitioning-Problem. Caprara et al. nutzen in [5] ein solches Modell für die Formulierung des Schichtplanungsproblem der italienischen Eisenbahngesellschaft Ferrovie dello Stato, das anschließend mit einem Lagrange-Ansatz gelöst wird. Für das niederländische Eisenbahnverkehrsunternehmen NS Reizigers schildern Kroon et al. [11] und Abbink et al. [1] weitere Modelle und Lösungsalgorithmen für die Schichtplanung. Eine detaillierte Beschreibung der Lösung großer Schichtplanungsprobleme im deutschen Personen- und Güterverkehr erfolgt in Jütte et al. [9] und Jütte [10]. Für alternative Modellierungs- und Lösungsmöglichkeiten sei auf Steinzen et al. [12] und Vaidyanathan et al. [13] verwiesen. Erstere modellieren sowohl die Umlauf- als auch Schichtplanung als Flussproblem in einem Time-Space-Netzwerk, Letztere nutzen ein Mehrgüterflussproblem als Modellierungs- und Lösungsansatz.

Ausgangspunkt für das Modell sind alle zulässigen Schichten, die den betrieblichen und rechtlichen Rahmenbedingungen genügen (siehe Abschnitt 3.2). Die Menge dieser zulässigen Schichten sei mit N bezeichnet. Weiterhin benötigen wir für das Ziel der Kostenminimierung diverse Kostenfaktoren. Diese lassen sich in fixe und variable Kosten aufteilen. Während die fixen Kosten die Kosten für eine weitere Schicht beinhalten, bilden die variablen Kosten einer Schicht die Kosten einer Arbeitsminute, Kosten für Nachtarbeit und Gastfahrten oder eventuell benötigte Strafkosten (z. B. für zu kurze oder zu lange Schichten) ab. Zur Bewahrung der Übersichtlichkeit werden hier lediglich die ersten beiden Kostenfaktoren berücksichtigt. Seien nun c_{fix} die Fixkosten einer Schicht, c_{var} die Kosten je Arbeitsminute und t_j die Arbeitsminuten der Schicht $j \in N$.

Jede Schicht $j \in N$ repräsentieren wir durch einen binären Vektor, der angibt, welche Trips $i \in M$ in der jeweiligen Schicht enthalten sind. Diese Vektoren werden zu einer Adjazenzmatrix $A \in$

$\{0,1\}^{|M|\times|N|}$ zusammengefasst und es gilt $a_{ij} = 1$, falls Trip i in der Schicht j enthalten ist, $a_{ij} = 0$ anderenfalls. Zur Formulierung eines Modells für die Auswahl der kostenminimalen Schichten definieren wir eine binäre Entscheidungsvariable x_j, die angibt, ob Schicht j der Lösung angehört ($x_j = 1$) oder nicht.

Das Problem der Minimierung der Gesamtkosten bei Abdeckung aller Trips kann wie folgt als Set-Covering-Modell formuliert werden:

$$\sum_{j\in N}\left(c_{fix} + c_{var}t_j\right)x_j \rightarrow \text{Min} \quad (1)$$

$$\text{bei} \quad \sum_{j\in N} a_{ij}x_j \geq 1 \quad \forall i \in M \quad (2)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in N. \quad (3)$$

Dieses Modell enthält |N| Variablen und |M| Restriktionen, wobei die Anzahl der Trips |M| wesentlich kleiner ist als die Anzahl der möglichen Schichten |N|. Der zentralen Forderung des bisherigen Ansatzes, dass jeder Trip in mindestens einer Schicht enthalten sein muss, wird durch die Restriktionen (2) nachgekommen. Wenngleich dieses Modell nicht mehr für die Schichtplanung der Zugbegleiter mit Berücksichtigung von Prüfquoten genutzt werden kann, ist eine Anwendung für Triebfahrzeugführer oder komplette Netze mit einer Quote von 100 % weiterhin sinnvoll.

5 Modellierung der Schichtplanung der Zugbegleiter mit Prüfquoten

Aufgrund des Mangels geeigneter Modelle wird bislang auf das herkömmliche Set-Covering-Modell zurückgegriffen und die Lösung im Nachgang angepasst. Zunächst erfolgt eine Partition des Verkehrsnetzes anhand der Prüfquoten, d. h. alle Trips mit der gleichen Quote werden gruppiert. Für jede einzelne Quotenklassen erzeugt das Modell (1)-(3) eine Menge kostenoptimaler Schichten, die allerdings alle Züge bzw. Streckenkilometer der gruppierten Trips abdecken. Anschließend findet eine manuelle Auswahl der Schichten statt, die eine Abdeckung der durch die Prüfquote geforderten Züge bzw. Streckenkilometer sichern und gleichzeitig die geringsten Kosten aufweisen.

Diese Vorgehensweise ermöglicht keine Kostenoptimierung über das gesamte zu verplanende Netz, da sinnvolle Schichten, bestehend aus Trips mehrerer Quotenklassen, nicht betrachtet werden. Außerdem können für eine Quote unter 100 % andere Schichten kostengünstiger sein als die durch das Lösen des Set-Covering-Modells generierten Schichten.

Um den neuen Forderungen nach einer anteiligen Begleitung der Züge durch Zugbegleiter gerecht zu werden und gleichzeitig eine kostenoptimale Lösung für das gesamte Verkehrsnetz zu erzeugen, ist eine Anpassung des Modells (1)-(3) erforderlich. Im Weiteren erfolgt die Berechnung des zu begleitenden Anteils auf Grundlage der Streckenkilometer. Quotenrestriktionen, die auf der Anzahl der Züge basieren, sind analog modellierbar.

Wie in Abschnitt 3.1 beschrieben kann es mehrere Klassen mit verschiedenen Quoten geben. Sei nun G die Menge der Quotenklassen und s^g die kumulierten Streckenkilometer aller Trips der Klasse $g \in G$. Aufgrund der neuen Forderung, dass lediglich ein gewisser Anteil an Streckenkilometern mit Zugbegleitern besetzt werden muss, spielen auch die Streckenkilometer jedes einzelnen Trips eine wesentliche Rolle. Dazu bezeichnet d_i^g die Streckenkilometer des Trips i in der Klasse g.

Zur Formulierung eines ganzzahligen Modells führen wir zwei binäre Entscheidungsvariablen x_j und y_i ein. Dabei gibt x_j analog zum herkömmlichen Modell an, ob die Schicht j in der Lösung enthalten ist ($x_j = 1$) oder nicht.

Das ganzzahlige lineare Modell für das Schichtplanungsproblem von Zugbegleitpersonal unter Berücksichtigung von Prüfquoten lautet:

$$\sum_{j\in N}\left(c_{fix}+c_{var}t_j\right)x_j \rightarrow \text{Min} \tag{4}$$

$$\text{bei} \quad \sum_{i\in M} d_i^g y_i \geq q^g s^g \quad \forall g \in G \tag{5}$$

$$\sum_{j\in N} a_{ij}x_j \geq y_i \quad \forall i \in M \tag{6}$$

$$y_i \geq x_j a_{ij} \quad \forall i \in M, j \in N \tag{7}$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in N. \tag{8}$$

$$y_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in M \tag{9}$$

Dabei erzwingen die Bedingungen (5) die Einhaltung der Quoten in der jeweiligen Klasse, denn die aufsummierten Streckenkilometer der Trips, die in der Lösung enthalten sind, muss den benötigten Quotenanteil erreichen oder übersteigen.

Die Restriktionen (6) fordern für jeden Trip, der in der Lösung enthalten ist ($y_i = 1$), dass mindestens eine Schicht j in der Lösung existiert ($x_j = 1$), die diesen Trip enthält. Wenn alle Schichten j, die Trip i enthalten ($a_{ij} = 1$), nicht in der Lösung sind ($x_j = 0$), wird andererseits in (6) erzwungen, dass Trip i nicht in der Lösung sein darf ($y_i = 0$).

Ist hingegen Trip i nicht in der Lösung enthalten ($y_i = 0$), dann sichern die Bedingungen (7), dass alle Schichten j, die Trip i enthalten ($a_{ij} = 1$), nicht zur Lösung gehören ($x_j = 0$). Außerdem wird für alle Trips i, die durch Schichten der Lösung ($x_j = 1$) abgedeckt sind ($a_{ij} = 1$), das Enthaltensein in der Lösung gefordert ($y_i = 1$). Für das Modell (4)-(9) lässt sich die Entscheidungsvariable y_i wie folgt interpretieren. Gilt $y_i = 1$, dann ist der Trip i in der Lösung enthalten, anderenfalls nicht. Da diese Restriktionen (7) keine Auswirkungen auf die Entscheidungsvariablen x_j und damit die Zielfunktion haben, können sie ohne Genauigkeitsverlust vernachlässigt werden. Bei dieser Variante darf die Entscheidungsvariable y_i allerdings nicht mehr wie oben beschrieben interpretiert werden.

Dieses neue Modell (4)-(9) für die Schichtplanung von Zugbegleitern mit verschiedenen Prüfquoten enthält $|N| + |M|$ Variablen und $|G| + |M|$ $(+|M||N|)$ Restriktionen – je nach Verwendung der Nebenbedingungen (7). Es kann leicht auf den Fall mit einer ständigen Begleitung (100 % Quote) übertragen werden. Setze dazu $|G| = 1$, $\sum_{i\in M} d_i = s$, $q = 1$ und $y_i = 1$ $\forall i \in M$. Die Restriktionen (5) und (7) sind für jedes $x_j \in \{0,1\}$ erfüllt und können demnach gestrichen werden. Das Resultat ist ein Modell analog zu (1)-(3).

6 Beispiel

Gegeben sei ein Netz mit drei Stationen A, B und C. Zwischen den Stationen A und C verkehrt auf direkter Strecke ein Regionalexpress (RE), der die Distanz von 140 km in 70 Minuten zurücklegt. Des Weiteren gibt es eine Regionalbahnlinie (RB) zwischen den beiden Stationen, die über die Station B führt und dort 10 Minuten Aufenthalt hat. Zudem verkehren auf den Teilstrecken A-B und B-C zwei Regionalbahnlinien als Ergänzungsangebot. Dabei beträgt die Distanz zwischen A und B 60 km, die in 30 Minuten zurückgelegt werden kann, zwischen B und C 90 km, für die 60 Minuten im Fahrplan veranschlagt werden (siehe Bild 4).

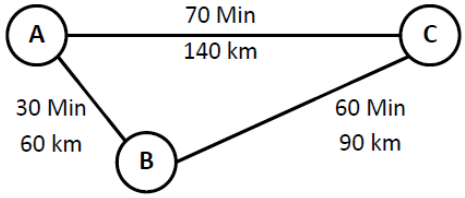


Bild 4: Beispielnetz mit Strecken- und Zeitdistanzen

Die genauen Fahrplandaten sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Es gilt zu beachten, dass diese Tabelle bereits die einzelnen Trips enthält, d. h. die Zugfahrten der Regionalbahnlinie zwischen den Stationen A und C ist in Trips zwischen A-B und B-C aufgebrochen.

	Nummer	Abfahrtsort	Ankunftsort	Abfahrtszeit	Ankunftszeit	Distanz (km)	Klasse
RE A-C	1	A	C	6:00	7:10	140	RE
	2	C	A	7:20	8:30	140	RE
	3	A	C	10:00	11:10	140	RE
	4	C	A	11:20	12:30	140	RE
	5	A	C	14:00	15:10	140	RE
	6	C	A	15:20	16:30	140	RE
RB A-B	7	A	B	8:40	9:10	60	RB
	8	B	A	9:20	9:50	60	RB
	9	A	B	12:40	13:10	60	RB
	10	B	A	13:20	13:50	60	RB
	11	A	B	16:40	17:10	60	RB
	12	B	A	17:20	17:50	60	RB
RB A-C	13	A	B	9:20	9:50	60	RB
	14	B	C	10:00	11:00	90	RB
	15	C	B	11:20	12:20	90	RB
	16	B	A	12:30	13:00	60	RB
	17	A	B	13:20	13:50	60	RB
	18	B	C	14:00	15:00	90	RB
	19	C	B	15:20	16:20	90	RB
	20	B	A	16:30	17:00	60	RB
RB B-C	21	C	B	11:20	12:20	90	RB
	22	B	C	14:10	15:10	90	RB
	23	C	B	15:20	16:20	90	RB
	24	B	C	18:10	19:10	90	RB

Tabelle 2: Beispielfahrplan mit Regionalexpress- und Regionalbahnlinien

Laut Verkehrsvertrag ist die Regionalexpresslinie mit 100 % zu prüfen, d. h. jeder Zug wird mit einem Zugbegleiter besetzt. Für alle Regionalbahnlinien ist eine Prüfquote von 50 % festgelegt. Ferner ist eine Wendezeit von 5 Minuten zwischen allen in einer Schicht enthaltenen Trips vorgeschrieben, die maximale Schichtlänge beträgt 11 Stunden und Schichten unter 5 Stunden werden wie eine 5-Stunden-Schicht bezahlt. Zur Wahrung der Übersichtlichkeit erweist es sich nicht als sinnvoll weitere Vorbereitungs- und Abschlussdienste, Fußwege oder Arbeitszeit- und Pausenregelungen zu beachten.

Beide Modelle für die Schichtplanung von Zugbegleitern, mit Besetzung aller Trips (1)-(3) bzw. mit Prüfquoten (4)-(9), wurden mit CPLEX 12.5 implementiert. Dabei wurden die Kostenparameter wie folgt fixiert: $c_{var} = 50$ für eine Schichtminute und $c_{fix} = 2000$.

Wie bereits erwähnt, erfolgt in der bisherigen Vorgehensweise eine Aufspaltung des Netzes nach den verschiedenen Prüfquoten (hier nach Produktart). Nachfolgend werden für alle Teilnetze mithilfe des Modells (1)-(3) optimale Schichtpläne erstellt. Liegt bei einem Teilnetz eine geringere Prüfquote vor, so werden die Schichten ausgewählt, die kostenminimal die geforderten Streckenkilometer abdecken.

Die erste Gruppe der Regionalexpress-Züge enthält 6 Trips, die sich zu 16 möglichen Schichten kombinieren lassen. Die Lösung des Modells (1)-(3) mit der Adjazenzmatrix der Schichten

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

und dem Vektor der Arbeitszeiten

$$t = (300 \;\; 390 \;\; 630 \;\; 300 \;\; 470 \;\; 300 \;\; 390 \;\; 300 \;\; 300 \;\; 390 \;\; 630 \;\; 630 \;\; 630 \;\; 470 \;\; 390 \;\; 630)$$

liefert Schicht 16 (siehe Bild 5) mit Kosten von 33500. Dabei repräsentiert der horizontale Verlauf die Zeitschiene, die Zahlen in den grauen Blöcke die Zugnummer und die Buchstaben unter den Blöcken die jeweiligen Stationen. Die dargestellte Schicht gehört ebenfalls zur Lösung des Gesamtnetzes, da im Verkehrsvertrag für diese Regionalexpresslinie eine Prüfquote von 100 % vorgegeben ist.

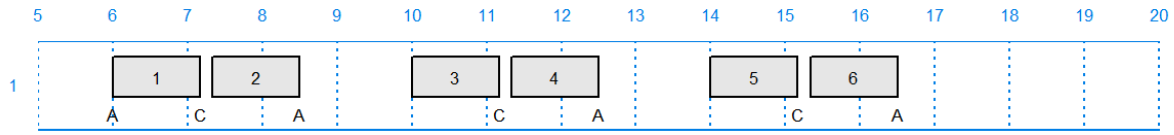


Bild 5: Schichtplan für Regionalexpresszüge des Beispielfalls

Die 18 Trips der zweiten Gruppe der Regionalbahn-Züge ermöglichen 282 Schichten. Unter der Maßgabe, dass jeder Trip mit einem Zugbegleiter besetzt sein muss, ergeben sich die in Bild 6 dargestellten Schichten.

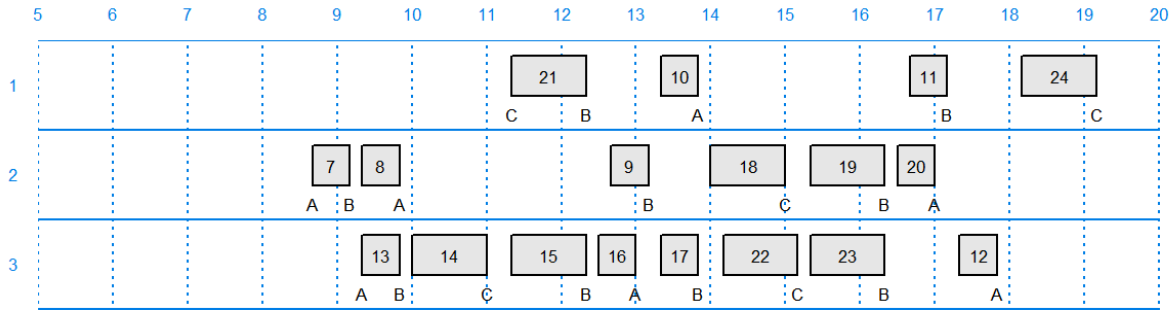


Bild 6: Schichtplan für Regionalbahnzüge des Beispielfalls

Die erste Schicht verursacht Kosten von 25500 und deckt dabei eine Strecke von 300 km ab, die zweite Schicht enthält Trips mit einer Strecke von 420 km bei Kosten von 27000 und die dritte Schicht deckt 600 km ab bei Kosten von 27500. Da für eine Lösung des Gesamtnetzes lediglich eine Prüfquote von 50 % gefordert ist, fällt die Wahl auf die erste und zweite Schicht, da diese zusammen 720 km bei geforderten 660 km abdecken. Die Gesamtlösung enthält damit die Schicht 1 der Regionalexpresszüge und die Schichten 1 und 2 der Regionalbahnzüge. Diese Schichten verursachen insgesamt Kosten von 86000.

Im Gegensatz dazu nutzt das neue Modell (4)-(9) alle möglichen Kombinationen aller zu verplanenden Trips des Gesamtnetzes. Eine vollständige Enumeration liefert 1528 Schichten, die zwei bis elf Trips enthalten. Die Eingangsparameter lauten:

- $q^{RE} = 1$, $s^{RE} = 840$,
- $d^{RE} = (140, 140, 140, 140, 140, 140, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$,
- $q^{RB} = 0.5$, $s^{RB} = 1320$ und
- $d^{RB} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 60, 60, 60, 60, 60, 60, 60, 90, 90, 60, 60, 90, 90, 60, 90, 90, 90, 90)$.

In Bild 7 sind die erzeugten Lösungsschichten mit Gesamtkosten von 50500 veranschaulicht. Durch die Anwendung der neuen Modellformulierung gelingt eine Reduktion der Anzahl der Schichten von drei auf zwei und der Gesamtkosten von 86000 auf 50500 im Gegensatz zur aktuellen Vorgehensweise. Dieses Beispiel zeigt das Potential des neuen Ansatzes.

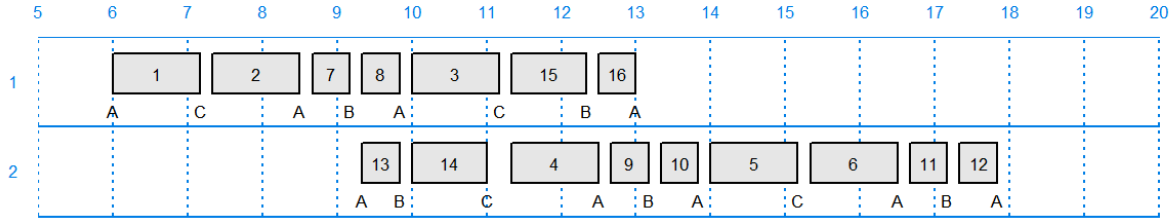


Bild 7: Schichtplan für Beispielfall unter Zuhilfenahme des neuen Modells

7 Zusammenfassung und Ausblick

Das Problem der Schichtplanung für Zugbegleiter ist sehr komplex, dennoch gibt es in der Literatur verschiedene Modellierungs- und Lösungsansätze. Unter der Annahme, dass nicht alle Züge eines Verkehrsnetzes mit einem Zugbegleiter besetzt werden, ist die Nutzung dieser Modelle und Lösungsverfahren nicht möglich oder stark eingeschränkt. Aus diesem Grund stellt das in diesem Beitrag vorgestellte Modell, das kostenoptimale Schichten bei Einhaltung der Prüfquoten erzeugt, eine zeitgemäße Weiterentwicklung dar. Die Anwendung des Modells beschränkt sich dabei nicht nur auf Zugbegleiter im Schienenverkehr. Ähnliche Problemstellungen treten bei Prüftrupps für Straßenbahnen oder Bussen auf.

Dieses Modell bildet bisher lediglich das Schichtplanungsproblem eines Standardtages ab. Die Forderung nach einer gleichmäßigen Verteilung der geprüften Fahrten erhebt den Anspruch auf eine Erweiterung des Planungshorizontes bei der Modellierung. Dabei gilt es zu beachten, dass ein Fahrplan innerhalb einer Standardwoche nicht zyklisch ist und für unterschiedliche Tage verschiedene Züge verplant werden müssen. Weiterhin setzt das Modell als Eingangsdaten zulässige Schichten voraus. Das Verfahren der vollständigen Enumeration erweist sich insbesondere bei großen praxisnahen Problemen als ineffizient oder nicht realisierbar. Daher stellt die effiziente Generierung zulässiger Schichten ein notwendiges Forschungsgebiet dar. Eine Möglichkeit, iterativ neue Schichten anhand der Lösung des Modells zu erstellen, ist die Methode der Column Generation wie sie in [2] für ganzzahlige Probleme im Allgemeinen, [7] für Personalplanungsprobleme im Flugverkehr und [8] im Eisenbahnverkehr vorgestellt wird. Die Übertragung dieser Technik auf das hier definierte Modell ist zu prüfen. Außerdem erreicht ein Solver wie beispielsweise CPLEX bei großen praxisnahen Problemen seine Grenzen. Aus diesem Grund sollte eine Überprüfung alternativer Lösungsmethoden (für das herkömmliche Set-Covering-Modell in [6] und [3] zu finden) in den Fokus rücken.

8 Literatur

[1] Abbink, E; van't Wout, J; Huisman, D (2007): Solving Large Scale Crew Scheduling Problems by using Iterative Partitioning. In: Liebchen C; Ahuja RK; Mesa JA (Hrsg), *ATMOS 2007 - 7th Workshop on Algorithmic Approaches for Transportation Modeling, Optimization, and Systems.* Dagstuhl.

[2] Barnhart, C; Johnson, EL; Nemhauser, GL; Savelsbergh, MWP; Vance, PH (1998): Branch-and-Price: Column Generation for Solving Huge Integer Programs Operations Research 46(3): 316-329.

[3] Bengtsson, L; Galia, R; Gustafsson, T; Hjorring, C; Kohl, N (2007): Railway Crew Pairing Optimization. In: Geraets F; Kroon, L; Schoebel, A; Wagner, D; Zaroliagis, C (Hrsg), *Algorithmic Methods for Railway Optimization 4359*. Springer, Berlin Heidelberg.

[4] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2012): Verkehr in Zahlen 2012/2013. 41. Jahrgang. DVV Media Group, Hamburg.

[5] Caprara, A; Fischetti, M; Guida, PL; Toth, P; Vigo, D (1997): Solution of Large-Scale Railway Crew Planning Problems: the Italian Experience. In: Wilson NHM (Hrsg), *Computer-aided Transit Scheduling 471.* Springer, Berlin Heidelberg.

[6] Caprara, A; Fischetti, M; Toth, P (1999): A Heuristic Method for the Set Covering Problem Operations Research 47(5): 730-743.

[7] Gamache, M; Soumis, F; Marquis, G; Desrosiers, J (1999): A Column Generation Approach for Large-Scale Aircrew Rostering Problems. Operations Research 47(2): 247-263.

[8] Huisman, D (2007): A Column Generation Approach for the Rail Crew Re-Scheduling Problem. European Journal of Operational Research 180: 163-173.

[9] Jütte, S; Albers, M; Thonemann, UW; Haase, K (2011): Optimizing Railway Crew Scheduling at DB Schenker. Interfaces 41, 109-122.

[10] Jütte, S (2012): Large-Scale Crew Scheduling. Kölner Wissenschaftsverlag, Köln.

[11] Kroon, L; Fischetti, M (2001): Crew Scheduling for Netherlands Railways "Destination: Customer". In: Voß, S; Daduna, J. R (Hrsg), *Computer-Aided Scheduling of Public Transport 505*. Springer, Berlin Heidelberg.

[12] Steinzen, I; Gintner, V; Suhl, L; Kliewer, N (2010): A Time-Space Network Approach for the Integrated Vehicle- and Crew-Scheduling Problem with Multiple Depots. Transportation Science 44(3): 367-382.

[13] Vaidyanathan, B; Jha, KC; Ahuja, RK (2007): Multicommodity Network Flow Approach to the Railroad Crew-Scheduling Problem. IBM Journal of Research and Development 51(3): 325-344.

A Decision Support System for Crew Rostering in Public Transit (Abstract Only)

Lin Xie

University of Paderborn, DS&OR Lab, 33098 Paderborn, E-Mail: xie@dsor.de

Leena Suhl

University of Paderborn, DS&OR Lab, 33098 Paderborn, E-Mail: suhl@dsor.de

Abstract

Crew rostering is an important part in public transport planning process, which aims at assigning anonymous duties and some other activities, such as standbys, to available drivers to form their work schedules (called rosters) within a given time period, while complex labor and business rules should be held. Some of the rules might be differed from one bus company to another. Moreover, there exist different ways to generate a roster in Germany, cyclic or non-cyclic rosters. Therefore, we propose a new decision support system for crew rostering problem in public transit. Its novel features are as follows. Mathematical models are proposed in our decision support system to adopt the different ways of roster generation and to capture the variable constraints and objectives. Additionally, the crew rostering problem is a multi-objective problem, which aims at maximizing both the interest of management (minimizing the costs) and drivers (maximizing the preferences of drivers). Different solution approaches, such as column generation, ant colony algorithm, are provided in the system to support the multi-objective problem.

Column Generation for the Liner Shipping Fleet Repositioning Problem (Abstract Only)

Kevin Tierney

Universität Paderborn, Decision Support & Operations Research Lab, 33098 Paderborn, E-Mail: kevin.tierney@upb.de

David Pisinger

Technical University of Denmark, DTU Management, DK-2800 Kongens Lyngby, Dänemark, E-Mail: pisinger@man.dtu.dk

Rune Møller Jensen

IT University of Copenhagen, Software and Systems, DK-2300 Kopenhagen S, Dänemark, E-Mail: rmj@itu.dk

Abstract

We introduce a column generation approach for solving the Liner Shipping Fleet Repositioning Problem (LSFRP), a central problem in the liner shipping industry. During repositioning, vessels are moved between routes in a liner shipping network. Shipping lines wish to reposition vessels as cheaply as possible without disrupting the cargo flows of the network. The LSFRP is characterized by chains of interacting activities with a multi-commodity flow over paths defined by the activities chosen. We define a novel, column generation approach for the LSFRP. We use a set packing problem as our master problem that selects vessel paths through the LSFRP graph, and a sub-problem that exploits a graph size reduction in order to generate columns. Our column generation approach finds optimal solutions to three previously unsolved LSFRP instances within five hours, and significantly reduces the solution time on instances with 9 ships or more.

Bereitstellung von fahrertypabhängigen Kantengewichten zur personalisierten Routenberechnung

Andreas Landau

Technische Universität Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik, Lehrstuhl Decision Support, 38106 Braunschweig, E-Mail: a.landau@tu-braunschweig.de

Jan Fabian Ehmke

Freie Universität Berlin, Department Wirtschaftsinformatik, Advanced Business Analytics Group, 14195 Berlin, E-Mail: JanFabian.Ehmke@fu-berlin.de

Dirk Christian Mattfeld

Technische Universität Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik, Lehrstuhl Decision Support, 38106 Braunschweig, E-Mail: d.mattfeld@tu-braunschweig.de

Abstract

Navigationssysteme bieten heutzutage eine Vielzahl von Funktionen und berechnen die Route zunehmend dynamisch, z.B. durch Berücksichtigung des aktuell herrschenden Verkehrs. Dagegen werden der Fahrer und seine Eigenschaften bisher nur sehr rudimentär bei der Berechnung der Route mit einbezogen. Ein wichtiger Aspekt ist, dass die gefahrenen Geschwindigkeiten der Fahrer von denen in der digitalen Karte als Kantengewichte gespeicherten Geschwindigkeiten abweichen können. In dieser Arbeit werden zwei Methoden der Anpassung der Kantengewichte an den Fahrer durchgeführt, um eine Route gemäß der Präferenzen des Fahrers zu berechnen. Mit Hilfe von erhobenen Massendaten werden die Methoden miteinander verglichen und analysiert. Die Ergebnisse werden genutzt, um Möglichkeiten für eine verbesserte Personalisierung der Routenberechnung auf Basis der Kantengewichtsanpassung aufzuzeigen und zu bewerten.

1 Einleitung

Eine der wichtigsten Komponenten eines Navigationssystems ist die Routenberechnung. Trotz Entwicklungen zur Verbesserung und Erweiterung des Navigationssystems und der Routingkomponente basiert diese grundsätzlich auf der Berechnung eines kürzesten Weges auf Grundlage der digitalen Karte, siehe [3][4]. Die Karte stellt ein graphentheoretisches Modell des Straßennetzes mit Knoten und Kanten für Kreuzungen und Straßen dar. Ein wichtiges Element sind dabei die zugehörigen Kantenattribute, die in der Regel die Entfernung als auch die Geschwindigkeit beinhalten [8].

In dieser Arbeit wird der Fokus auf das Attribut der Geschwindigkeit gelegt (im Folgenden als *Kantengewicht* bezeichnet). Die Kantengewichte sind generell in Klassen unterteilt. Es gibt bereits Möglichkeiten, diese z.B. bei Stau, temporär anzupassen. Zudem gibt es Bestrebungen, tageszeitabhängige Berechnungen durchzuführen und so eine staufreie Route dem Fahrer zur Verfügung zu stellen [1] [2]. Grundlage für diese Dynamisierung sind auf verschiedenen Wegen erhobene Daten über den generellen und den aktuell herrschenden Verkehr.

Durch die Entwicklung im Bereich der Fahrzeugtechnik stehen zunehmend auch Daten vom CAN-Bus des Fahrzeugs zur Verfügung. Diese können sowohl Daten über Geschwindigkeit, Längs- und Querregelung wie auch die Nutzung von Systemen, wie das Navigationssystem, sein. So können Daten über das Fahrerverhalten erhoben werden. Entscheidend ist es dabei, mittels geeigneter und innovativer Datenaufbereitung bzw. Data Mining-Verfahren, die Daten in Informationen über den Fahrer und sein Verhalten umzuwandeln. Die Informationen können für eine Personalisierung der Routenberechnung als entscheidenden Schritt zur Verbesserung der Navigationssysteme genutzt werden.

Da Fahrer als Individuen unterschiedliche Geschwindigkeiten präferieren, können die gemessenen von der in der digitalen Karte standardisiert hinterlegten Geschwindigkeiten, die *Standardkantengewichte,* in unterschiedlichem Maße abweichen. Bei der Berechnung der Route auf Basis der Standardkantengewichte kann es so zu einer im Sinne der Präferenz des Fahrers nicht „optimalen Route“ kommen. Daher ist es wichtig, Methoden für eine Anpassung gemäß den Fahrerpräferenzen zu entwickeln.

Viele Navigationssysteme bieten mittlerweile die Möglichkeit, die Kantengewichte der digitalen Karte an den Fahrer anzupassen und somit zu individualisieren. Doch geschieht die Bildung dieser *Individualkantengewichte* lediglich pauschal auf Basis der gemessenen *Realgeschwindigkeit*, ohne Informationen über den Kontext und Hintergrund der Realgeschwindigkeit sowie des dazugehörigen Fahrerverhaltens einzubeziehen. Mögliche Streuungen aufgrund von Einflüssen und Eigenschaften des Fahrers innerhalb dieser Klassen können nicht berücksichtigt werden. So wird zwar eine vermeintlich personalisierte Routenberechnung durchgeführt, doch führt diese nicht für alle Fahrten und für alle Fahrer zu einem verbesserten Ergebnis.

In dieser Arbeit wird für eine Stichprobe von 98 Fahrern aus einer Realfahrstudie eine Differenzierung der Anpassung bzw. Individualisierung als erster Schritt der Personalisierung durchgeführt. Dazu werden die gefahrenen Strecken eines Fahrers analysiert, um ihn einem *Navigationstyp*, abhängig von einer graphentheoretischen Analyse seines Mobilitätsverhaltens, zuzuordnen. Dieser Typ wird genutzt, um die, oben kurz skizzierte, pauschale Individualisierung, im Folgenden kurz *Individualisierung*, der Kantengewichte zu analysieren. Darauf aufbauend werden ein Verfahren für eine *differenzierte Individualisierung* entwickelt und die beiden Methoden verglichen. Der Vergleich zeigt, dass die

differenzierte Individualisierung durch die Aufnahme zusätzlicher Informationen über den Fahrer zu einem vorteilhafteren Gesamtergebnis führt.

In Abschnitt 2 wird das Verfahren für die zwei Methoden der Individualisierung vorgestellt. In Abschnitt 2.1 wird das Verfahren in den Gesamtkontext der Personalisierung der Routenberechnung eingebettet und in Abschnitt 2.2 die Struktur des Verfahrens erläutert. In Abschnitt 3 wird die Datenbasis beschrieben, für die in Abschnitt 4 die Analyse durchgeführt wird. In Abschnitt 4.1 werden die Kantengewichte analysiert und das Verfahren der Individualisierung für jeden Fahrer durchgeführt. Die Auswirkungen auf die Routenberechnung werden in Abschnitt 4.2 dargestellt. Inhalt von Abschnitt 4.3 ist die Bestimmung des Navigationstyps für die Stichprobe, der in Abschnitt 4.4 genutzt wird und durch den so erlangten Informationsgewinn eine differenzierte Individualisierung ermöglicht. Die zwei Methoden der Individualisierung werden miteinander verglichen und der Nutzen aufgezeigt.

2 Verfahren zur Individualisierung der Kantengewichte

In diesem Abschnitt werden die Idee der Personalisierung der Routenberechnung im Allgemeinen und die Individualisierung der Kantengewichte im Speziellen dargestellt.

2.1 Personalisierung der Routenberechnung

Ziel des Forschungsvorhabens ist eine Personalisierung der Routingkomponente heutiger Navigationssysteme auf Basis vorhandener Routingverfahren. Neben der Beantwortung der Frage, ob dieses generell möglich ist, steht die Entwicklung eines solchen Verfahrens im Fokus. Dafür sollen Informationen, generiert aus erhobenen Daten über Fahrer und Fahrzeug, für eine Personalisierung genutzt werden. Die hier vorgestellte Arbeit stellt dabei einen wichtigen Schritt dar. Für die Personalisierung werden drei verschiedene Ebenen analysiert.

- Auf der unteren Analyseebene werden die Kantengewichte betrachtet. Die Analyse ermöglicht eine Individualisierung der Kantengewichte als Grundlage der Routenberechnung. Die Ergebnisse werden in dieser Arbeit genutzt und im nächsten Abschnitt detailliert dargestellt.
- Auf der mittleren Ebene werden die von den Fahrern gefahrenen Routen bewertet. Dies zeigt zum einen die Unterschiede zwischen den Fahrern und zum anderen den Nutzen einer Personalisierung. Die ermittelten Routencharakteristika werden für die Bewertung der berechneten Routen genutzt
- Die Analyse der Gesamtheit aller Routen eines Fahrers als oberste Ebene vermittelt ein generelles Bild des Fahrers und seiner Mobilitätseigenschaften. Das Ergebnis ist die Zuordnung des Fahrers zu einem Navigationstyp. Dieser wird für die differenzierte Individualisierung der Kantengewichte genutzt.

Die Ergebnisse der verschiedenen Ebenen fließen in das Verfahren, das im folgenden Abschnitt beschrieben wird, an unterschiedlichen Stellen ein.

2.2 Struktur des Verfahrens zur Individualisierung

In Abbildung 1 ist der Aufbau des Verfahrens dargestellt. Die Daten beinhalten eine Vielzahl von gemessenen Routen, im Folgenden als *Realrouten* bezeichnet. Zunächst werden die Fahrer- und Fahrzeugdaten aufbereitet. Die Charakteristika der Routen, wie Zeitdauer und Streckenlänge, aber auch Start- und Zielposition werden ermittelt. Parallel dazu werden die Kanten zu Klassen in

Abhängigkeit der Standardkantengewichte zusammengefasst und für jede Klasse Individualkantengewichte für jeden Fahrer bestimmt. Sowohl auf Basis der Standard- wie auch der Individualkantengewichte wird eine schnellste Route (*Standardroute* bzw. *Individualroute*) berechnet.

Um den Vorgang der Individualisierung von Kantengewichten durchgehend kontrollieren zu können, wurde eine Karte erstellt, die aus allen gemessenen Realrouten besteht. Aufgrund der Größe der Stichprobe stellt diese Karte, insbesondere für Ballungsräume, ein vollständiges Straßennetz dar und bietet eine ausreichende Grundlage für die Berechnung von Routen. Die Routenberechnung selbst wird mit einer neutralen Routingreferenz auf Basis der erstellten Karte durchgeführt. Dabei werden Zeiten für Manöver, wie z.B. „links abbiegen“, die bei der Berechnung in einem Navigationssystem addiert werden, bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Es werden nur die Kantengewichte genutzt. Dies führt generell zu einer kürzeren Routenzeit als es bei einer Berechnung mit einem Navigationssystem der Fall wäre, was aber für die Analyse nur marginale Bedeutung hat. Sowohl die Standard- wie auch die Individualroute werden auf der gleichen veränderten Basis berechnet und sind somit vergleichbar.

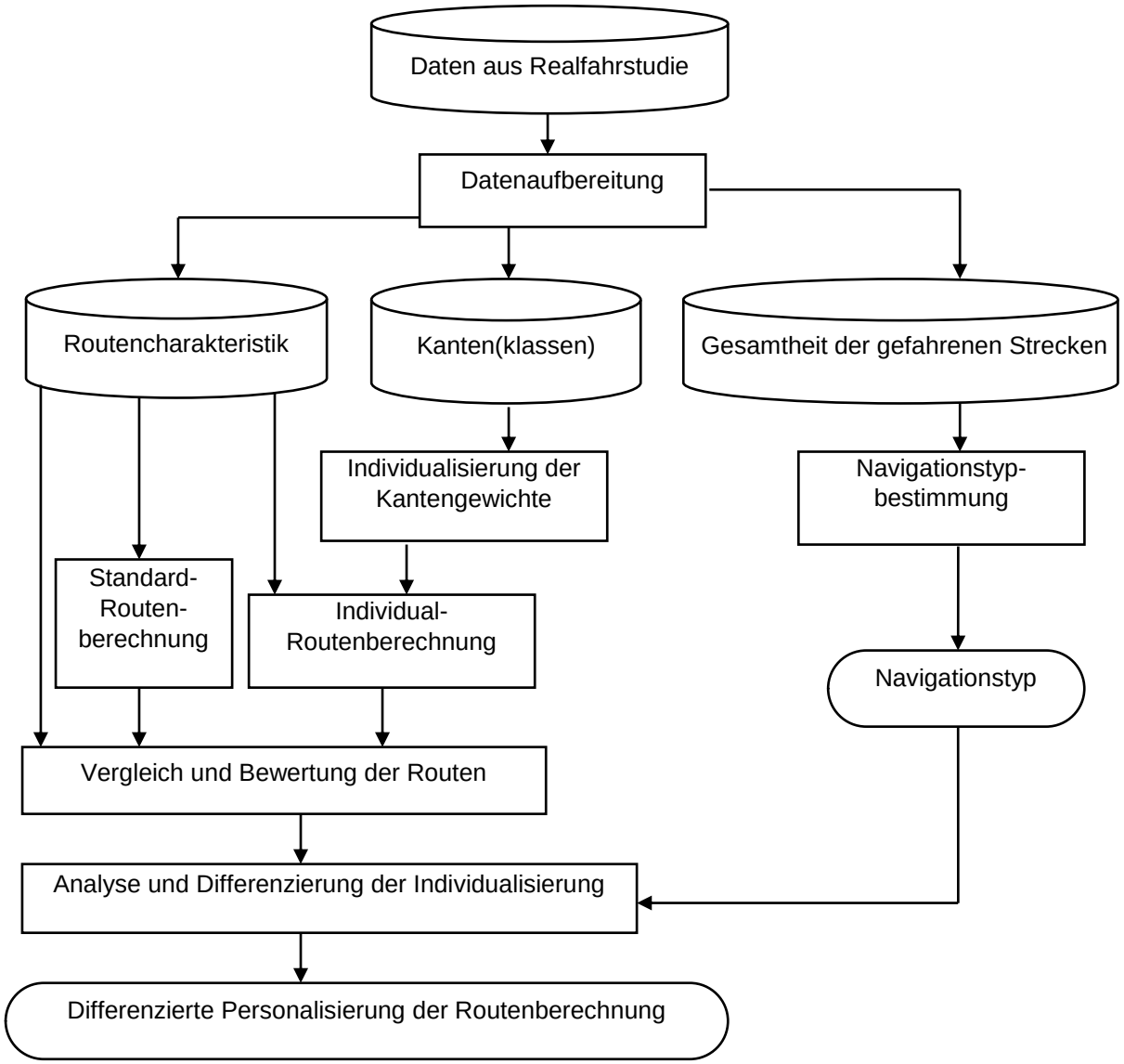


Abbildung 1: Struktur der Analyse der differenzierten Individualisierung für eine Personalisierung

Ziel des Vergleichs ist es, die Veränderung durch die Individualisierung zu quantifizieren. Ziel einer Individualisierung der Kantengewichte und damit einer Personalisierung ist die Berechnung einer Route, die mehr dem Fahr- bzw. dem Geschwindigkeitsverhalten des Fahrers entspricht. Somit sollte eine solche Vorgehensweise eine Route zum Ergebnis haben, die der Fahrer entsprechend seiner Vorlieben und Eigenschaften wählen würde. Daher wird als Gütekriterium die *Übereinstimmung* an Kanten einer berechneten Route mit der Realroute genutzt. In Abbildung 2 ist die Übereinstimmung grafisch als Schnittmenge der Kanten der Routen (*S*, *I* und *R* für Standard-, Individual-, und Realroute) dargestellt. Eine Individualisierung sollte demnach eine höhere Übereinstimmung ermöglichen. Dies bedeutet eine größere Schnittmenge an Kanten der Realroute mit der Individualroute als mit der Standardroute, siehe Gleichung (1). Zur besseren Bewertung wird auf Basis der Realroute ein Vergleichskoeffizient gebildet. Das Ergebnis der Individualisierung kann so bewertet und analysiert werden.

$$|I \cap R| > |S \cap R| \Leftrightarrow \frac{|I \cap R|}{|R|} > \frac{|S \cap R|}{|R|} \quad (1)$$

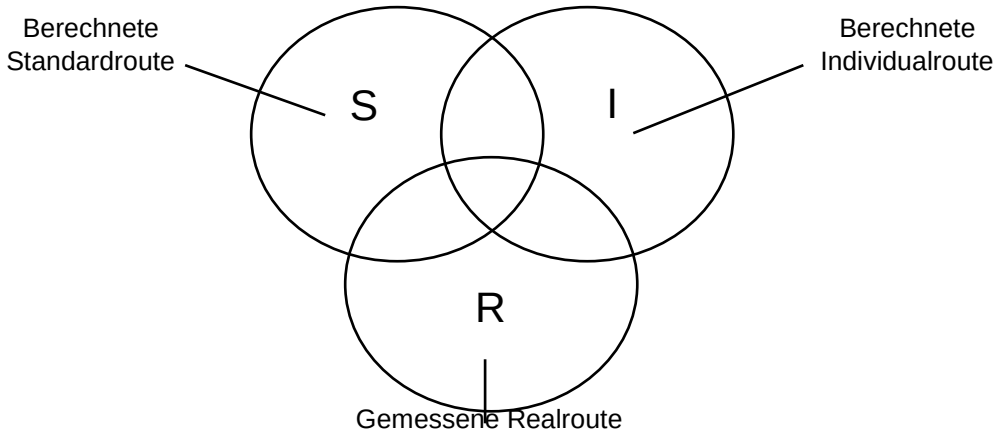


Abbildung 2: Illustration der Bestimmung des Gütemaßes der Kantenübereinstimmung

Für die differenzierte Individualisierung wird der Navigationstyp hinzugezogen, der für jeden Fahrer aus der Analyse der Gesamtheit aller Strecken bestimmt wird. In Abhängigkeit des jeweiligen Navigationstyps wird nun für die Stichprobe die Individualisierung differenziert durchgeführt anstatt pauschal für die gesamte Stichprobe. Die Ergebnisse beider Methoden werden miteinander verglichen, um so den Nutzen zusätzlicher Informationen für die Personalisierung darzustellen.

3 Datenbasis – Projekt euroFOT

Grundlage der Untersuchungen bilden Daten aus dem Projekt euroFOT [6], [7]. Das europaweite euroFOT-Projekt soll Auswirkungen verschiedener Fahrzeugsysteme auf das Fahrerverhalten untersuchen. Für ein Teilprojekt mit dem Schwerpunkt „Navigationssysteme“ wurde 110 Fahrern ein Fahrzeug für einen Zeitraum von drei Monaten zur Verfügung gestellt. In einem Monat des Untersuchungszeitraums war es nicht erlaubt, ein Navigationssystem zu nutzen, während eingebaute bzw. mobile Navigationssysteme in den übrigen zwei Monaten zur Verfügung standen.

Die Erhebung der Daten und die Aufbereitung in ein auswertbares Format stellte aufgrund der außergewöhnlich großen Datenmenge (341 Attribute, ca. 25 Terabyte) eine Herausforderung dar. Die Aufbereitung geschah bei den Automobilherstellern sowie am Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften mit Hilfe der Auswertungssoftware Matlab. Die Aufbereitung umfasste die Extraktion und Aggregation der Signale des CAN-Busses sowie mehrere Schritte zur Plausibilisierung und Ergänzung weiterer Informationen wie beispielsweise aus einer digitalen Karte. Die so erhaltene Datenbasis von 98 Fahrern ermöglicht umfangreiche Auswertungen zu gewählten Routen und genutzte Kanten der digitalen Karte. Wichtig sind dabei die Informationen über die Zuordnung zu einer Kante und des dazugehörigen Kantengewichts. In Tabelle 1 werden die Charakteristika der Stichprobe mit der Anzahl Fahrten und der insgesamt gefahrenen Strecke dargestellt.

Tabelle 1: Charakteristika der euroFOT-Stichprobe

	Gesamt
Anzahl Probanden mit vollständigem Datensatz [N]	98
Anzahl Fahrten [N]	39 703
Insgesamt gefahrene Kilometer [km]	1 013 262
Aufgezeichnete Fahrstunden [N]	15 129

In Abbildung 3 sind zudem die Fahrten illustriert. Sie spannen ein Netz über Deutschland, insbesondere über den Ballungszentren im Südwesten, auf.

Abbildung 3: Darstellung der gefahrenen Routen in Deutschland

4 Fahrertypabhängige Individualisierung der Kantengewichte

In diesem Abschnitt werden die Auswertungen für die Stichprobe dargestellt und die Ergebnisse analysiert.

4.1 Kantengewichtsanalyse als Grundlage der Individualisierung

Die Individualisierung der Kantengewichte erfolgt in Klassen in Abhängigkeit der Standardkantengewichte. So ergeben sich acht Klassen. Für jeden Fahrer werden die Realgeschwindigkeiten für die jeweiligen Klassen zusammengefasst und mit Hilfe des Mittelwerts ein neues Individualkantengewicht für jede Klasse bestimmt. Ist der Mittelwert höher als das Standardkantengewicht, so wird diese Kante bei einer Berechnung bevorzugt genutzt, ist der Mittelwert geringer, so kann eventuell der Weg über eine andere Kante besser bewertet werden.

Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass es leicht zu realisieren und nicht sehr rechen- und speicherintensiv ist. Allerdings wird durch die Mittelwertbildung die Streuung innerhalb einer Klasse für einen Fahrer nicht berücksichtigt. In Abbildung 4 sind die gemessenen Werte für Kanten der Klasse 130 km/h fahrerweise aufgetragen. Die Punkte repräsentieren die Mittelwerte, die für die Individualisierung genutzt werden. Dazu ist auch der Bereich der Quartile zur Veranschaulichung der Streuung dargestellt.

Es sind deutliche Unterschiede zwischen den Fahrern zu erkennen, was eine Individualisierung rechtfertigt. Allerdings ist für viele Fahrer die Streuung ebenfalls sehr hoch, so dass für manche Kanten die Abweichung durch die Individualisierung noch größer werden kann. Neben unterschiedlichen Fahrweisen kann dies auch durch externe Einflüsse, wie z.B. Verkehr aber auch unterschiedliche Charakteristika von Kanten gleicher Klasse verursacht werden. Als Folge für eine Anpassung ist es durchaus möglich, dass eine Verbesserung bezüglich des Gütemaßes der Übereinstimmung mit der Realroute für einige Routen einhergeht mit Verschlechterungen für andere Routen. Abhängig von der Routencharakteristik aller Routen kann es insgesamt gesehen zu einer Verschlechterung kommen.

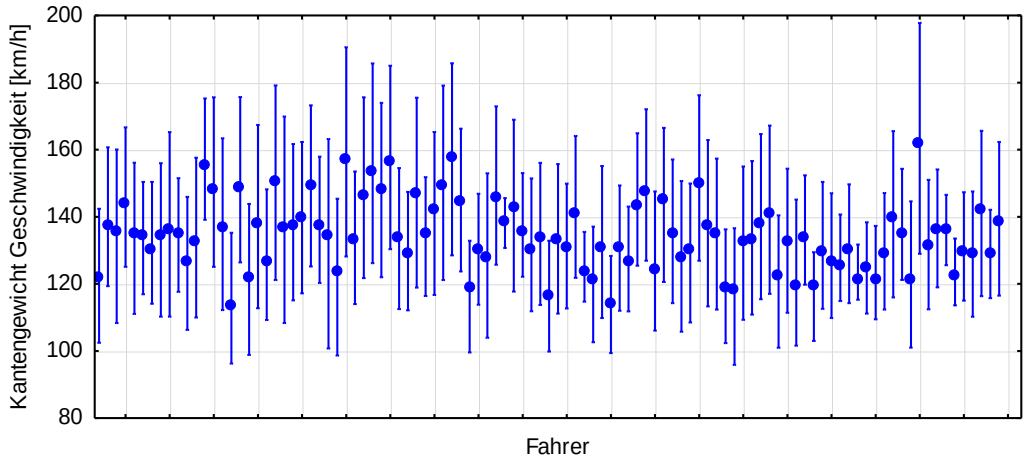


Abbildung 4: Fahrerweise Kantengewichtsbetrachtung, Klasse 130 km/h

Für die Analyse der Individualisierung wird mit der Berechnung von individualisierten Kantengewichten für die jeweiligen Klassen fortgefahren. Das Ergebnis für alle Klassen ist in Abbildung 5 zu sehen. Dabei geht jeder Fahrer in jede Klasse mit einem Wert ein. Generell sind die Fahrer bei höheren Geschwindigkeiten schneller als ursprünglich angegeben. Zudem werden mit

steigender Geschwindigkeit die Unterschiede zwischen den Fahrern größer. Eine Ausnahme stellt die niedrigste Klasse dar, in der hauptsächlich Feldwege enthalten sind. Sie weist ebenfalls eine große Streuung auf.

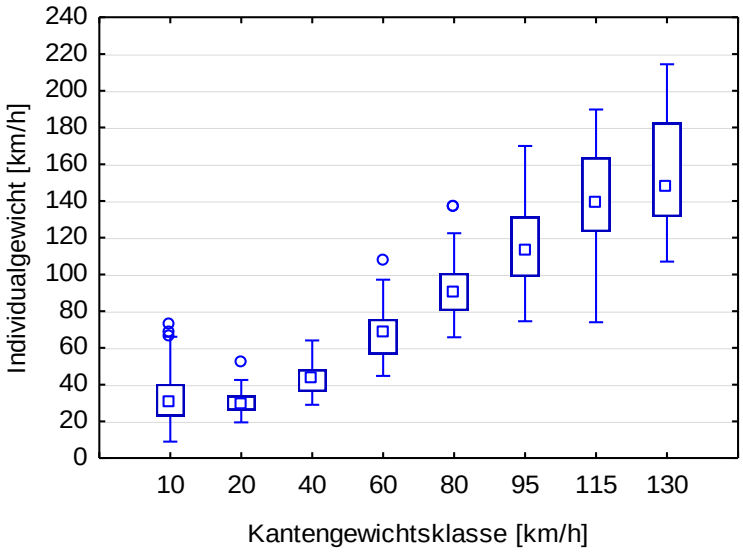


Abbildung 5: Individualkantengewichte pro Fahrer in den verschiedenen Klassen

4.2 Vergleich und Bewertung von Standard- und Individualroute

In diesem Abschnitt wird die Standardroute mit der Individualroute verglichen, um so die Unterschiede darzustellen, die sich aus der Individualisierung der Kantengewichte ergeben. Zur besseren Vergleichbarkeit werden nur Routen mittlerer Länge analysiert. Bei kurzen Routen ist die Anzahl der genutzten Kanten sehr gering. Meist bietet sich nur eine Route an und auch eine Veränderung der Kantengewichte zieht nur marginale Änderungen nach sich. Eine Einbeziehung würde die Veränderungen überdecken. Lange Routen mit großen Autobahn- und Überlandanteilen unterscheiden sich stark in den Charakteristika und erfordern eine separate Analyse. Daher werden hier nur Routen mit einer Kantenanzahl von 10 bis 300 Kanten betrachtet. Dieses Kriterium erfüllen ca. 25000 Routen der Stichprobe. Es handelt sich dabei meist um urbane Routen mit geringen Anteilen an Überland- oder Autobahnabschnitten.

Für jede gefahrene Route werden die Standard- und die Individualroute berechnet. Im Durchschnitt sind beide Routen 4 km bzw. ca. 40 Kanten lang. Auch die Streuung ist ähnlich, so dass es keine großen Unterschiede der Routen bezüglich dieser Charakteristika gibt. Generell gibt es eine große Übereinstimmung der beiden Routen. So sind 50% der Routen gleich, das heißt: $|S| = |S \cap I| = |I|$. Dies bedeutet aber auch, dass durch die Individualisierung der Kantengewichte 50% der Routen verändert werden. Eine substantielle Veränderung der Route kommt dabei aber nur in wenigen Fällen vor. Das Ergebnis gilt auch für einen Vergleich der gemeinsamen Streckenlängen.

Als nächstes wird untersucht, inwieweit sich die Standardroute und die Individualroute von der Realroute unterscheiden, siehe Abbildung 6. Anzumerken ist, dass die beiden Routentypen generell kürzer sind als die Realroute. Das liegt zum einen an bestimmten Routen, bei der z.B. eine Parkplatzsuche und damit verbundenes Kreisen nicht durch Berechnung nachgebildet werden kann; zum anderen an Unterschieden zwischen dem realen Straßennetz und der erstellten und genutzten Karte, die berechneten Routen, insbesondere im städtischen Bereich, mehr Möglichkeiten eröffnen (z.B. das Ignorieren von Einbahnstraßen oder Sperrungen aufgrund fehlender Informationen darüber).

Meist stimmen 30% bis 80% der Kanten der Realroute mit den berechneten überein, siehe Abbildung 6 (links). Wichtig ist, dass sich der Anteil für beide berechneten Routen nur unwesentlich unterscheidet. Dabei ist allerdings eine große Streuung bei Betrachtung aller Routen zu beachten. Daher wird in Abbildung 6 (rechts) die Übereinstimmung der Routen für jeden Fahrer separat betrachtet. Es zeigt sich, dass die Streuung generell durch verschiedene Fahrer verursacht wird. Ebenso nimmt die Übereinstimmung durch die Individualisierung für einige Fahrer zu und für andere Fahrer ab. Somit kann eine pauschale Individualisierung für bestimmte Fahrer insgesamt zu einer Verschlechterung bei der Übereinstimmung mit der gefahrenen Route kommen. Daher ist eine differenzierte Individualisierung, die in Abschnitt 4.4 erläutert wird, auf Basis des Navigationstyps notwendig.

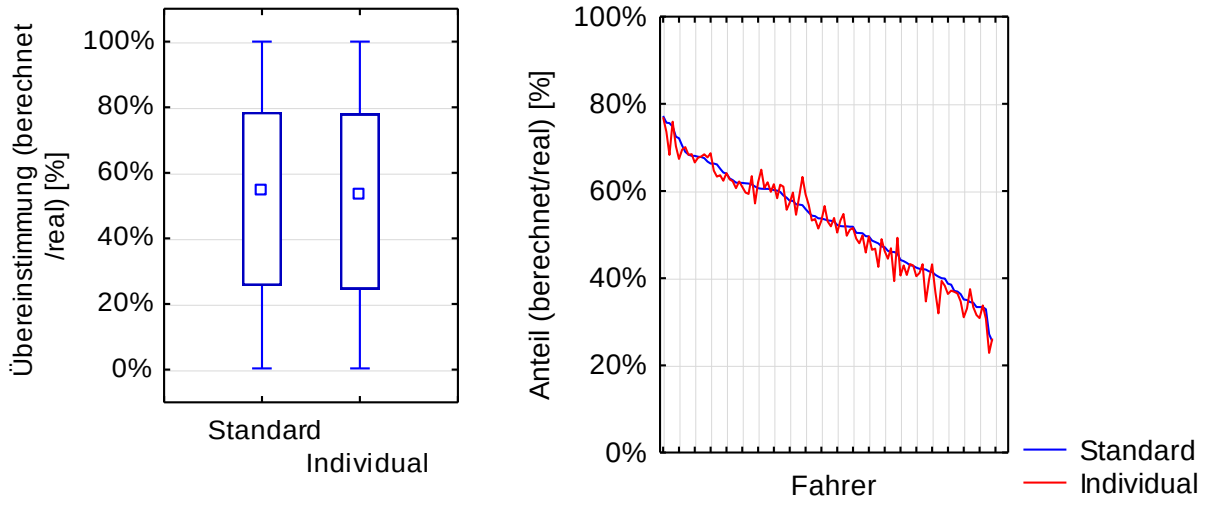


Abbildung 6: Vergleich der Übereinstimmung, insgesamt (links) und fahrerweise (rechts)

4.3 Navigationstypbestimmung

In diesem Abschnitt wird die Methode zur Bestimmung des Navigationstyps kurz beschrieben. Für eine detaillierte Darstellung siehe [5]. Die Gesamtheit der gefahrenen Strecken eines Fahrers wird dazu in einen Graph umgewandelt. Dieser wird hinsichtlich *Größe* und *Struktur* untersucht, um das Mobilitätsverhalten einzuordnen. Beide Indikatoren ergeben sich aus verschiedenen Parametern, die den Graph beschreiben. Die Parameter werden in Relation zu Längen- und Zeitparametern wie *gefahrene Kilometer* oder auch *Anzahl und Länge der Fahrten* gesetzt, um sie zu bewerten. Die Indikatoren für jeden Fahrer bestimmen schließlich den Navigationstyp.

Es werden vier verschiedene Navigationstypen definiert, siehe Tabelle 2. Der Graph von „Lokal festgelegten Typen“ ist tendenziell klein und besitzt eine sternförmige Struktur. Hingegen spannen die Graphen von „Explorativen Typen“ ein Netz auf und haben eine große Ausdehnung. Bei der Mischform „Lokal explorativ“ ist die Ausdehnung zwar nur gering, doch ist die Struktur netzartig. Im Gegensatz dazu haben Graphen von „Explorativ festgelegten Typen“ zwar eine große Ausdehnung, sind aber sternförmig. Dabei ist es naheliegend, dass der Wohnort des Fahrers den Mittelpunkt des Sterns bildet und der Fahrer von dort aus Fahrten unternimmt und wieder auf gleichem Wege zurückkommt. Die Grenzen zur Einordnung werden durch die fahrerweisen Mittelwerte für die einzelnen Parameter bestimmt, für die eine Min-Max-Normalisierung der euroFOT-Stichprobe durchgeführt wird.

Tabelle 2: Übersicht über die Navigationstypen

Struktur/ Größe	Geringe Ausdehnung	Große Ausdehnung
Netzform	Lokal explorativ	Explorativ
Sternform	Lokal festgelegt	Explorativ festgelegt

Das Ergebnis der Einordung ist in Abbildung 7 dargestellt. 42 Fahrer werden als „lokal festgelegt“ und 24 als „explorativ“ klassifiziert. Den Mischformen „explorativ festgelegt“ und „lokal explorativ“ werden 14 bzw. 18 Fahrern zugeordnet. Diese Einordnung wird genutzt, um die durchgeführte Individualisierung zu bewerten und eine differenzierte Individualisierung in Abhängigkeit des Navigationstyps zu ermöglichen.

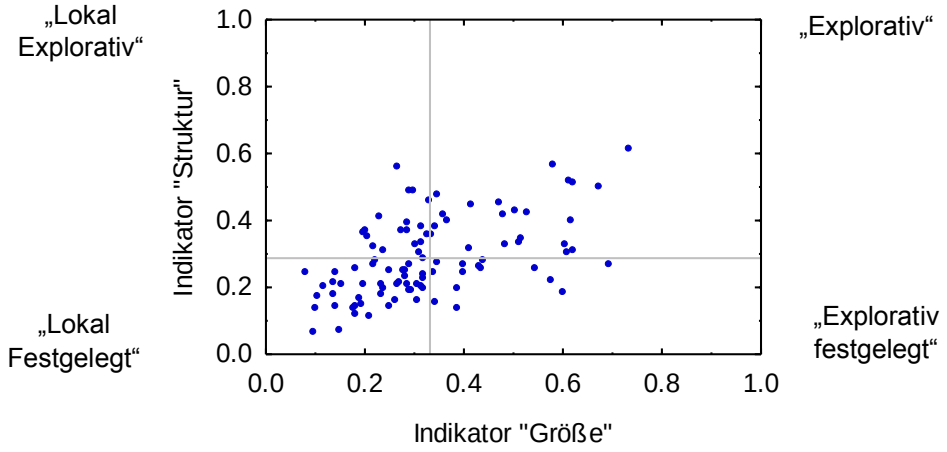


Abbildung 7: Ergebnis der Navigationstypeinordnung

4.4 Differenzierte Individualisierung mit Hilfe des Navigationstyps

In diesem Abschnitt werden die in Abbildung 6 (rechts) dargestellten Werte in Bezug zum Navigationstyp gesetzt und detailliert analysiert. So wird aufgezeigt, wie die Individualisierung durch zusätzliche Informationen über den Fahrer verbessert werden kann.

Für die Gütebestimmung wird eine weitere Schärfung der Stichprobe im Vergleich zu den Analysen aus Abbildung 6 durchgeführt. Da die Übereinstimmung der Routen als Maß für den Vergleich von berechneten Routen und der vom Fahrer selbst bestimmten und gefahrenen Route genutzt werden soll, werden nur Fahrten im bekannten Gebiet und ohne Nutzung des Navigationssystems im Fahrzeug für die Analyse verwendet. Diese Information ist in den Daten enthalten. Solche Fahrten hat der Fahrer selbstständig, d.h., ohne Unterstützung durch ein Navigationssystem, durchgeführt und hat somit eine Route gewählt, die seinen Anforderungen und Wünschen entspricht. Diese stellen hauptsächlich Routinefahrten dar, ist aber von Fahrer zu Fahrer unterschiedlich. Ungefähr 15000 Routen und pro Fahrer mindestens 100 Routen erfüllen die Kriterien und bilden damit weiterhin eine genügend große Stichprobe für aussagekräftige Analysen.

Für diese Routen wird erneut für jeden Fahrer der Anteil der Übereinstimmung der Kanten für die berechneten Routen mit der Realroute gebildet. In Abbildung 8 ist das Ergebnis illustriert. Grundlage

ist die Darstellung in Abbildung 7. Dementsprechend bilden die beiden Ausprägungen *Größe* und *Struktur* das Gerüst der X- und Y-Achse. Dazu werden nun jedem Fahrer die entsprechende Übereinstimmung aus Abbildung 6 (rechts) auf der Z-Achse zugeordnet.

Auf der linken Seite der Abbildung ist das Ergebnis pro Fahrer für die Standardroute und rechts auf Basis der Individualroute dargestellt. Generell ist für „explorative" Typen mit hohen Werten für die Indikatoren „Größe" und „Struktur" eine größere Übereinstimmung festzustellen (rötliche Färbung). Ebenso ist eine leichte Verbesserung beim Vergleich der beiden Illustrationen zu beobachten, da die Übereinstimmung generell größer geworden ist (rötlichere Färbung). Diese bezieht sich auf die Navigationstypen ab einer bestimmten Größe und entsprechen den Typen „explorativ" und „explorativ festgelegt".

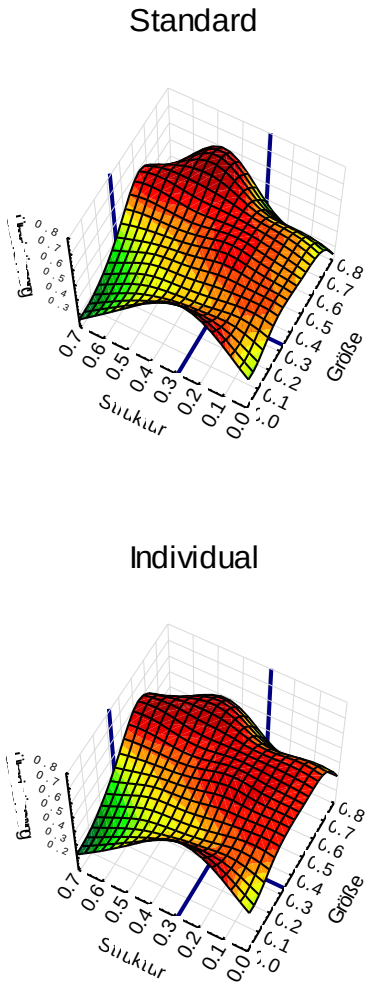


Abbildung 8: Navigationstypabhängiger Vergleich ohne (links) und mit Individualisierung (rechts)

In Abbildung 9 sind die Ergebnisse nochmal in Abhängigkeit der vier Navigationstypen dargestellt. Wie bereits in Abbildung 8 illustriert wurde, ist eine Verbesserung für die „explorativen" und die „explorativ festgelegten" Typen festzustellen. Der entsprechende Median steigt um 1,3 bzw. 2,8%. Demgegenüber bleibt die Übereinstimmung für „lokal festgelegte" und „lokal explorative" Typen nach der Individualisierung gleich bzw. sinkt sogar (0 und -2,1%). Auch wenn die Veränderungen

relativ betrachtet nicht groß sind, wird der Charakter der Route durch die Individualisierung mit Folgen für die Auslastung des Kanten- bzw. Straßennetzes verändert.

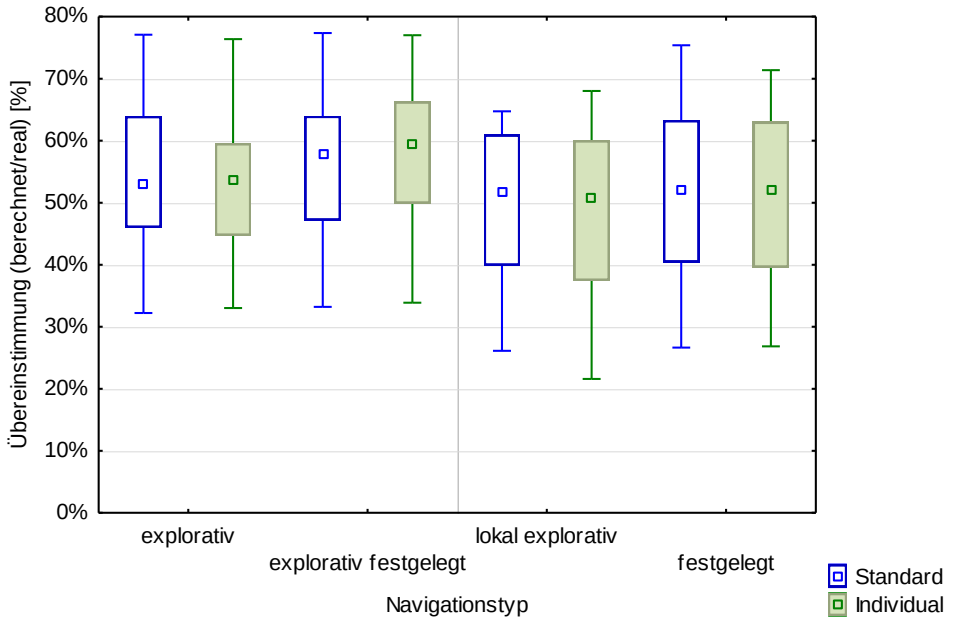


Abbildung 9: Vergleich der Übereinstimmung, Unterscheidung nach Navigationstyp

Insgesamt ist eine pauschale Individualisierung für alle Fahrer nicht nützlich. Dagegen führt eine differenzierte Individualisierung zu einem verbesserten Gesamtergebnis, indem nur für Fahrer mit den Navigationstypen „explorativ“ und „festgelegt explorativ“ eine Individualisierung der Kantengewichte vorgenommen wird. Für 41 der 60 „lokal festgelegten“ und „lokal explorativen“ Fahrer hätte eine Individualisierung insgesamt eine Verschlechterung zur Folge und wird bei einer Differenzierung unterlassen. Dies sind mehr als doppelt so viele Fahrer als die Fahrer der beiden Navigationstypen „explorativ“ und „festgelegt explorativ“, für die eine Differenzierung insgesamt betrachtet zu einer Verbesserung führt. Somit führt die differenzierte Individualisierung zu einem deutlich besseren Gesamtergebnis der Routenberechnung.

Auf diese Weise lässt sich ein Verfahren entwickeln, das zusätzlich zu individualisierten Kantengewichten Informationen über den Fahrer und seine Eigenschaften in Form des Navigationstyps generiert und nutzt. Neben der Differenzierung wäre es ebenfalls möglich eine Individualisierung in abgeschwächter Form durchzuführen, was sich leicht für ein solches Verfahren variieren lässt.

5 Fazit

In diesem Beitrag wurden zwei Ansätze analysiert, um die Kantengewichte für eine Routenberechnung gemäß den Präferenzen des Fahrers zu individualisieren. Das Ziel der Individualisierung ist die Verbesserung der Navigationssysteme im Fahrzeug durch eine Personalisierung. Es wurde ein methodisches Vorgehen, die Individualisierung durch Information über den Fahrer und sein Navigationsverhalten differenzierter durchzuführen und so insgesamt zu verbessern, vorgestellt.

Für die Analyse wurde eine große Stichprobe mit Realfahrdaten genutzt und eine Individualisierung der Kantengewichte auf Basis der vom Fahrer gefahrenen Routen durchgeführt. Die Ergebnisse für die so erhaltene Individualroute wurden untersucht und im Vergleich zur Standardroute bewertet. Es zeigte sich, dass die Übereinstimmung, die als Gütekriterium genutzt wurde, für bestimmte Navigationstypen von Fahrern vergrößert und für andere verringert wird. Daher wurde eine Methode für eine differenzierte Individualisierung für bestimmte Navigationstypen vorgeschlagen, so dass sich ein besseres Gesamtbild ergibt.

Die Untersuchungen zeigten somit, dass eine pauschale Individualisierung, um das Navigationssystem zu verbessern, zu unerwünschten Ergebnissen führen kann. Durch die Integration weiterer Informationen über den Fahrer, ermittelt durch innovative graphentheoretische Datenanalyseverfahren, ließ sich das Gesamtergebnis verbessern. Dieses Vorgehen stellt damit einen wichtigen Schritt dar, um den Fahrer mit seinen Eigenschaften zu modellieren und so die Routenberechnung an den Fahrer insgesamt und nicht nur an Teilaspekte von ihm für eine erfolgreiche Personalisierung anzupassen.

6 Literatur

Bücher

[1] Matschke, I. (2007): Einfluss dynamischer Navigation auf das Verkehrsgeschehen in städtischen Straßennetzen, 35 ff. IVH, Hannover

Zeitschriftenbeiträge

[2] Ehmke, J. F., Meisel, S., Mattfeld, D. C. (2012), Floating Car Based Travel Times for City Logistics. Transportation Research - Part C: Emerging Technologies, 21(1), 338 – 352.

[3] Laporte, G. (1992). The vehicle routing problem: An overview of exact and approximate algorithms. European Journal of Operational Research, 59(3), 345–358.

[4] Richter, K.-F., Klippel, A., Freksa, C. (2004), Shortest, Fastest, -- but what Next? A Different Approach to Route Directions, Geoinformation und Mobilität-von der Forschung zur praktischen Anwendung. Beiträge zu den Münsteraner GI-Tagen, 205-217

Konferenzbeiträge

[5] Landau, A., Ehmke, J. F., Mattfeld, D. C. (2012), Analyse des Routenwahlverhaltens von Autofahrern mit Geografischen Informationssystemen, In: *Tagungsband der Geoinformatik 2012 „Mobilität und Umwelt“*, 91 – 100. Braunschweig

[6] Metz, B., Schoch, S., Krüger, H.-P. (2011): Von der Hypothese zur Auswertung: Planung der Datenauswertung in einem Field Operational Test, In: *Tagungsband der 6.VDI-Tagung “Der Fahrer im 21.Jahrhundert“*, 317 -326. Braunschweig

Online-Beitrag

[7] Etemad, A. (2012) euroFOT Key Results, in euroFOT final event, 2012, http://www.eurofot-ip.eu/download/final_event_PDFs/eurofot_session_0_etemad_keyresults_v5%5B1%5D.pdf. Abgerufen am 22.09.13

[8] Storandt, S. (2012): Algorithms for Vehicle Navigation, http://d-nb.info/1031667032/34 Abgerufen am 22.09.13

Simulationsbasierte Logistikkoordination in der Betriebsführung von Offshore-Windparks

Jan-Hinrich Kämper

Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Business Engineering, 26129 Oldenburg, E-Mail: kaemper@wi-ol.de

Axel Hahn

Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Business Engineering, 26129 Oldenburg, E-Mail: hahn@wi-ol.de

Jürgen Sauer

Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Business Engineering, 26129 Oldenburg, E-Mail: sauer@wi-ol.de

Abstract

Dieser anwendungsorientierte Beitrag beschreibt ein integriertes Simulations- und Planungsmodell zur Entscheidungsunterstützung der Logistikprozesse in der Betriebsführung von Offshore Windparks. Dabei wird die Tagesplanung von Versorgungstouren in einem kombinierten Ansatz aus Planungsheuristiken und einer agentenbasierten Simulation optimiert. Eine spezifische Herausforderung ist, dass die maßgeblichen Wettereinflüsse im Offshore Bereich aufgrund ihrer Dynamik sich nicht in präzise Nebenbedingungen überführen lassen, sondern die Ausführbarkeit eines Plans simulativ bewertet und verbessert wird, um eine robuste Planung zu unterstützen. Mit Hilfe einer prototypischen Implementierung kann dieser Ansatz mit heterogenen Einsatzszenarien und unterschiedlichen Wartungsplänen evaluiert werden.

1 Herausforderungen in der deutschen Offshore Landschaft

Im Zuge der Energiewende erfolgt in den kommenden Jahren ein massiver Ausbau der Offshore Windenergie in der deutschen Bucht. Neben der Überwindung technischer Probleme bei der Netzanbindung (vgl. [20]) sowie gesellschaftlicher Kritikpunkte (EEG-Umlage) ist die grundlegendste Voraussetzung, damit sich die vorgegebene politische Vision umsetzen lässt, die Profitabilität und Zuverlässigkeit der Windenergieanlagen (WEAs) auf See. Denn nur durch Erreichung von Kostenparität der Offshore Windenergie auf dem freien Energiemarkt, wird sich die Technologie langfristig auch subventionsfrei durchsetzen können, um - wie angestrebt - ein Grundpfeiler der Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen in Deutschland zu werden.

Die primäre Herausforderung in der Betriebsführung von Windparks auf See besteht darin, die Produktionsausfälle der Anlagen durch hinreichend flexible Instandhaltungsprozesse zu minimieren, und zwar auf einem Terrain, das diesem Bestreben in allen Punkten entgegensteht (vgl. [16]). Die Kosten für die Wartung sind ebenfalls nicht zu vernachlässigen und hängen entscheidend mit den Kosten durch Ausfälle zusammen. Es gilt eine gesunde Balance zu finden zwischen einer geringen Ausfallquote der Anlagen und nicht zu intensivem Wartungsaufwand, um die Gesamtkosten niedrig zu halten.

Im Unterschied zu Onshore-Anlagen hängen die Erreichbarkeit von Anlagen und die Nutzung von Zugangssystemen zum Übersetzen auf die Offshore-Anlagen entscheidend von äußeren Einflüssen ab, darunter u.a. Meeresströmung, Wellenhöhe und Nebel, was die präzise Einsatzplanung deutlich erschwert. Diese Witterungsverhältnisse sind auf hoher See in nicht ausreichendem Maße prognostizierbar und unterliegen schnellen und kurzzeitigen Veränderungen. Damit die Prozesse der wiederkehrenden Wartung sowie unvorhergesehene Maßnahmen zur Problembehebung trotzdem flexibel durchgeführt werden können, ist es von erheblicher Bedeutung, mit robusten Plänen zu arbeiten, die eine ausreichende Toleranz gegenüber Unwägbarkeiten bieten. Robustheit bezeichnet dabei ein Gütekriterium der Planung, das angibt, inwiefern in einem existierenden Plan harte Nebenbedingungen (z.B. das maximale Arbeitszeitfenster eines Wartungsmitarbeiters) eingehalten werden trotz nicht in die Planung eingeflossener Veränderungen sogenannter weicher Faktoren (z.B. die Anfahrtszeit zu einer Anlage), siehe dazu [21].

Robustheit wird in diesem Modell erreicht, indem der systematischen Generierung von Einsatzplänen eine Simulationsphase angeschlossen ist, welche die Machbarkeit eines Einsatzplans unter Unsicherheiten überprüft. Durch diese Kombination einer Planungs- und einer Simulationskomponente ist es möglich Konstellationen abzufangen, in denen ein theoretisch guter und effektiver Plan in der Praxis fehlschlägt, weil an zu vielen Stellen falsche Annahmen getroffen wurden. Diese falschen Annahmen betreffen vor allem die Nicht-Ausführbarkeit von Jobs aufgrund von wetterbedingten Verzögerungen (bei den Fahrzeiten, Überstiegszeiten und Wartungsarbeitszeiten). In der Planung werden hierfür idealisierte Werte angenommen, welche in der Realität aufgrund der vielfältigen Unsicherheitsfaktoren nicht Bestand haben. Die Simulation soll hier Abhilfe schaffen, indem sie diese Faktoren berücksichtigt, sodass letztendlich ein Plan hervorgeht, der auch unter gewissen Fehleinschätzungen gültig bleibt. Eine vollständige Berücksichtigung der Wetterfaktoren bereits in der Planung ist nicht möglich, da dies zu einer nicht beherrschbaren Komplexität führen würde.

In Kapitel 2 wird dargelegt, welches die speziellen Anforderungen der Offshore Logistik sind, die in das Modell maßgeblich einfließen. Das Modell wird dann in Kapitel 3 beschrieben und die

Realisierung vorgestellt. Kapitel 4 gibt einen Einblick in laufende Arbeiten zur Evaluation des Prototypen, die noch nicht abgeschlossen sind.

2 Die Maritime Logistik im Offshorebereich

2.1 Zukünftiger Spielraum für Veränderungen und Optimierungen

Die maritime Logistik, insbesondere die auf den Offshore Betrieb ausgerichtete, ist bislang noch wenig standardisiert. Die Errichtung und die Wartung von WEAs auf See ist ein recht junges Feld, in dem viel Potential und auch Bedarf an Innovationen besteht. Dies betrifft sowohl die Fahrzeuge und technischen Systeme zum Transport und Übersetzen von Ladung und von Mitarbeitern auf die Anlagen, als auch die Ausgestaltung der logistischen Wartungsprozesse. Stand heute, in der zweiten Jahreshälfte 2013, gibt es laut BMU zwei Offshore Windparks in der Nordsee mit mehr als einer WEA, die operativ sind (vgl. [9]). Das Pilot- und Forschungsprojekt *alpha ventus* ist noch nicht abgeschlossen, erste Forschungsergebnisse sind in [8] zu finden. Zum jetzigen Zeitpunkt hat sich bei Herstellern und Betreibern noch kein einheitlicher Satz an Standardabläufen oder Best Practices für die Offshore Logistik herausgebildet. Das Projekt *SysOpt* versucht existierende Prozesse in der Branche systematisch zu beschreiben und so ein Referenzprozessmodell zu erarbeiten (vgl. [10]). Dennoch ist aus heutiger Sicht noch unklar, welche Ansätze sich in einigen Jahrzehnten für eine effektive Offshore Logistik durchgesetzt haben werden.

Es gibt dabei sehr unterschiedliche Herangehensweisen hinsichtlich der technischen und infrastrukturellen Ausgestaltung. So können die Windparks zum Beispiel vom Festland entweder per Helikopter oder über den Seeweg per Wartungsschiff erreicht werden. Diese beiden Verkehrsmittel unterscheiden sich in allen relevanten Eigenschaften fundamental (Kosten, Zeit, Einsatzbedingungen) und es bleibt zu sehen, wie diese in Zukunft situationsbedingt am besten miteinander kombiniert werden können. Auch werden die Zugangssysteme in beiden Fällen momentan sukzessive weiterentwickelt, wobei bei den hydraulischen Überstiegssystemen für Wartungsschiffe mehr Potential besteht als bei den Möglichkeiten für das Hoisting von einem Helikopter (siehe zum Beispiel ein Ampelmann Überstiegssystem der Firma Osbit Power, vgl [12]). Ein Überblick zu Transportmöglichkeiten mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen wird in [11] und [13] gegeben.

Eine weitere grundlegende Design-Entscheidung betrifft Wohnplattformen, auf denen Wartungsmitarbeiter und Material direkt im Windpark stationiert werden können, sodass sich die Anfahrtszeiten drastisch verkürzen. Allerdings könnten längst nicht alle Einsätze dadurch abgedeckt werden, insbesondere solche nicht, bei denen spezielles Gerät oder Reparaturteile vom Festland benötigt werden. Häfen sind ein weiterer wichtiger Parameter für die Abläufe der Offshore Wartung. So können Häfen ihren individuellen kapazitativen und geologischen Voraussetzungen entsprechend spezielle Funktionen einnehmen (u.a. als Errichterhafen, Reaktionshafen, Servicehafen) oder ein Allroundangebot stellen. Die Hafenlandschaft befindet sich aktuell in einem Entwicklungsprozess. Die Insel Helgoland nimmt dabei eine Sonderrolle ein und könnte mit seiner Nähe zu den Offshore Arealen als überregionaler Servicestützpunkt dienen. Mit der Initiative Offshore Häfen SH existiert ein erstes Organ, durch das versucht wird ein möglichst effizientes Hafen-Netzwerk als Basis-Infrastruktur für den Offshore Betrieb in einer Region aufzubauen (vgl. [14]).

2.2 Eigenschaften und Vorgaben in der Offshore Logistik

Neben den aufgezeigten Freiheitsgraden für die Gestaltung der Offshore Logistik existieren Vorgaben und Einschränkungen aus nautischer oder gesetzlicher Sicht, welche das hier vorgestellte Modell bereits berücksichtigt. Einige dieser Punkte sollen in diesem Abschnitt kurz aufgeführt werden, um eine grobe Vorstellung über Umfang und Art der notwendigen Wartungsarbeiten zu vermitteln.

Es gelten branchenübliche Vorgaben, u.a. aus Sicherheitsgründen. So darf die maximale Nettoarbeitszeit je Mitarbeiter acht Stunden nicht überschreiten. Zur Durchführung von Wartungsarbeiten müssen sich immer mindestens drei Mitarbeiter auf der Anlage befinden. Die Anlagen müssen während der Wartung vollständig abgeschaltet werden.

Aus nautischer Sicht sind die geltenden Schifffahrtsregeln bei der Fahrt zu den Windparks zu beachten. Für die Fahrstrecke vom Hafen bis zum letzten Tonnenstrich gelten gesonderte Bedingungen, da zum Beispiel durch das Wattenmeer gefahren wird. Bei der Fahrt vom letzten Tonnenstrich zum Windpark müssen Seerouten eingehalten werden.

Hinsichtlich der meteorologischen Bedingungen ist festzuhalten, dass das gefahrlose Heranfahren an die Anlagen mit den Wartungsschiffen nach Erfahrungen in *alpha ventus* an rund 20% aller Tage möglich ist, an 60% der Tage ist hingegen ein Zugang per Helikopter möglich (vgl. [17]). Das Zeitfenster für die Wartung ist jeden Tag durch Sonnenaufgang und Sonnenuntergang beschränkt. Bei der Berechnung der Fahrtzeit sind der Typ des Transportmittels sowie die Strömung zu berücksichtigen. Das Übersetzen auf die Anlagen ist bei den heute üblichen Systemen bis zu einer Wellenhöhe von 2 Metern möglich (siehe [16]).

Auch regulatorische Vorgaben durch Behörden spielen eine Rolle in der Planung. So schreibt das BSH regelmäßige Sichtwartungen an den Anlagen vor. Jährlich müssen mindestens 25% der Anlagen eines Parks einer wiederkehrenden Prüfung unterzogen werden, um eine Zertifizierung zu erhalten.

Als durchschnittliche Überstiegszeit auf eine Anlage werden 20 Minuten angenommen. Eine Fahrt zu einer benachbarten Anlage wird mit 10 Minuten veranschlagt (per Schiff). Diese Werte sind Schätzungen und beruhen auf Experten-Interviews mit einem Offshore Projektmanagement Unternehmen.

Weitere Einflussfaktoren für die Planung sind die durch die Wartung entstehenden Kosten (Arbeitskosten, Treibstoff, Materialkosten) sowie durch ausbleibende Wartung entstehende Kosten (Produktionsausfall). Hierfür werden jeweils konstante Stundensätze angenommen, die hier nicht weiter ausgeführt werden. Fähigkeiten von Mitarbeitern werden durch das Modell nicht berücksichtigt. Bei der Einplanung von Personal spielt daher nur die Anzahl der benötigten Mitarbeiter eine Rolle und nicht deren Eignung für den spezifischen Einsatz.

2.3 Abgrenzung und verwandte Arbeiten

Einsatzzweck des in dieser Arbeit entwickelten Werkzeugs ist die Entscheidungsunterstützung im Betriebsbüro eines Offshore Windparks bei der Erstellung einer Tagesplanung von Versorgungsfahrten zu WEAs (Touren und Routen). Es bezieht sich damit nicht auf die strategische oder taktische Planung der Wartung über Wochen oder Monate hinweg, sondern lediglich auf das operative, wetterabhängige Scheduling eines vorgegebenen Satzes an Jobs an einem Einsatztag. Ein Überblick über aktuelle Entwicklungen und Praktiken in der Offshore Instandhaltung wird in [25] gegeben, wobei auch auf Optimierungsmöglichkeiten durch IKT eingegangen wird. Aktuelle Ansätze und Entscheidungsmodelle zur Wahl einer Wartungsstrategie werden in [27]

zusammengefasst. Lange et al. präsentieren in [28] ein Simulationsframework für die Supply Chain in der Offshore Errichtungsphase. Ein Modell zur risikobasierten Analyse und Planung von Instandhaltungsprozessen wird in [23] vorgestellt, wobei hier eine Planung sowohl für den gesamten Lebenszyklus des Windparks durchgeführt wird als auch die Entscheidungsfindung im Betrieb unterstützt wird. Es findet darin allerdings keine explizite Betrachtung der operativen Tagesplanungsebene statt. Eine Arbeit, welche die operative und die strategische Ebene in einem MATLAB Modell vereint, ist in [24] zu finden, wobei hier dynamische Wettereinflüsse nicht berücksichtigt werden. In [1] wird ein Modell für die vorrauschauende Wartungsplanung vorgestellt, in dem Wetterprognosen genutzt werden, um die Wartung in Zeiten mit geringen Windgeschwindigkeiten zu verschieben. Zugangsbedingungen zu den Anlagen werden nicht berücksichtigt. Von Brauner und Jauernig wurde in [22] ein Transportkonzept zur Versorgung von Windparks in der Deutschen Bucht entwickelt. Mit Hilfe eines fiktiven Unternehmens, das den Transfer von Technikern zu Offshore Windparks in der Nordsee anbietet, wurden Analysen vorgenommen zum Wartungsaufwand der Offshore Windparks, zu einem geeigneten Hafenstandort und zum optimalen Einsatz von Schiffen und Helikoptern.

Die vorliegende Arbeit zielt ausdrücklich nicht auf die Unterstützung bei der Durchführung der mikroskopischen Wartungsprozesse an Bord oder auf den WEAs selbst ab. Diese Themen werden in anderen Arbeiten der Autoren behandelt (vgl. [2] und [3]). Detaillierte O&M Kostenmodelle für den Offshore Bereich werden in [4] aufgestellt. Es fehlt dort der Transfer in Entscheidungsmodelle für die Einsatzplanung. CMS (Condition Monitoring Systeme) zur zuverlässigen Prognose von Störungen und Ausfällen an WEAs werden in [5] und [6] betrachtet. In [26] wird ein starker Bezug von CMS zur Instandhaltungsoptimierung hergestellt.

Das integrierte Simulations- und Planungsmodell lässt sich grob in drei Hauptkomponenten aufgliedern, die nun zunächst einschließlich ihres Zusammenspiels beschrieben werden. Neben den Modulen für Simulation und Planung gibt es dabei ein Modul, welches die Schnittstelle zum menschlichen Planer darstellt.

2.4 Scheduling und manuelle Planerstellung

Im Scheduling, welches der Planungs- und Simulationsphase vorangeht, werden die für die Tagesplanung relevanten Entscheidungen in Interaktion mit einem menschlichen Nutzer aus dem Leitstand vorbereitet. Dabei wählt der Nutzer aus einem Datenbank Pool die Jobs für einen Tag aus und teilt diese in obligatorische und fakultative Jobs auf. Obligatorische Jobs sind meist solche, die Störungen beseitigen, welche unmittelbar gewinnmindernd wirken, bei denen die WEA also aufgrund der Störung keinen Strom produziert. Die Jobs werden priorisiert und ihnen werden die benötigten Ressourcen zugewiesen (Transportmittel und Mitarbeiter). So wird also eine manuelle Vorplanung vorgenommen, bevor das Planungsmodul und das Simulationsmodul die Planung anschließend verfeinern und hinsichtlich einer Kostenminimierung und Erhöhung der Robustheit optimieren. Eine beispielhafte Liste mit Jobs ist in Abbildung 1 zu sehen (vor dem Scheduling und ohne Priorisierung).

10.08.2013	Rotorblattinspektion	Areva 1	Neu
18.05.2013	Entstörung WEA	Areva 1	Freigegeben
24.04.2013	Tausch Elektrik	Areva 1	Freigegeben
01.07.2013	1000 Std Wartung	Areva 1	Freigegeben
16.07.2013	Entstörung WEA	Areva 2	Abgelehnt
17.08.2013	Pitchfehler	Areva 2	Zugelassen

Abbildung 1: Beispielhafte Jobliste

2.5 Planungsmodul

Das Planungsmodul erstellt auf Grundlage der Joblisten (unterteilt in obligatorische und fakultative Jobs) sowie der Liste mit verfügbaren Fahrzeugen eine Einsatzplanung, welche folgende Informationen enthält:

- Abfahrzeitpunkte der Fahrzeuge
- Crewgröße je Fahrzeug
- Jobs, die einem Fahrzeug zugewiesen sind
- Reihenfolge, in der die entsprechenden WEAs abzufahren sind

Die Planerstellung läuft dann constraint-basiert ab. Hard-Constraints sind in jedem Falle durch einen gültigen Plan einzuhalten, dazu gehören:

- Jobs mit höchster Priorität (meist Gewinnausfall Jobs) müssen erledigt werden
- Alle Arbeiten müssen innerhalb des vorgegebenen Zeitfensters durchgeführt werden (nicht bei Dunkelheit)

Soft-Constraints hingegen verbessern die Güte eines Plans, beeinflussen aber nicht die Gültigkeit. Die zwei wichtigsten sind:

- Fakultative Jobs werden erledigt
- Die Routen der Fahrzeuge sind optimal

In dem Modell existieren zwei Algorithmen, die versuchen diese Constraints zu erfüllen, indem schon während der Erstellung zu jedem Zeitpunkt nur mit gültigen Plänen gearbeitet wird. Das heißt konkret, dass bei jeder Änderung an dem aktuellen Einsatzplan überprüft wird, ob die Hard-Constraints noch eingehalten werden, andernfalls wird die Änderung verworfen. Die möglichst gute Erfüllung von Soft-Constraints wird durch das heuristische Vorgehen erreicht. Hier ist keine Lösungsgüte garantiert. Auf der einen Seite ist eine cluster-basierte Heuristik möglich, auf der anderen Seite ein graphbasierter Ansatz. Davon soll nur der erste Ansatz im folgenden Abschnitt gezeigt werden.

2.5.1 WEA-Clustering basierter Ansatz

Grundidee des Cluster Ansatzes ist es Wartungsjobs zu bündeln, die ein Wartungsteam auf einem Fahrzeug sinnvoll an einem Arbeitstag abarbeiten kann, sodass dabei möglichst geringe Wege zurückzulegen sind und alle zugewiesenen Jobs schnell abgearbeitet werden können.

Als erster Schritt muss eine Kombination der Transportmittel bestimmt werden. Hierzu wird eine Abschätzung der für alle anfallenden Wartungsjobs benötigten Personenstunden vorgenommen und

diese hinsichtlich der maximalen Arbeitszeit pro Tag auf eine Auswahl an Fahrzeugen abgebildet. Dabei gehen auch die Fahrzeugkosten und die Anzahl der hochpriorisierten Jobs mit ein. Wenn zum Beispiel viele obligatorische Jobs auf eine schnelle Bearbeitung warten, dann ist es zweckhaft einen Helikopter einzuplanen (oder mehrere).

Als zweiter Schritt müssen die Jobs nun den ausgewählten Fahrzeugen zugeordnet werden. An dieser Stelle wird das Clustering genutzt. Jobs werden in Cluster zusammengefasst und ein Cluster dann einem Fahrzeug zugeordnet. Neben der geographischen Distanz der jeweiligen WEAs, die die Wartungsjobs betreffen, spielen beim Clustering diese vier Faktoren eine Rolle: 1) Anzahl der für die Jobs benötigten Mitarbeiter, 2) Priorität der einzelnen Jobs, 3) Dauer der einzelnen Jobs und 4) Kapazität der Transportmittel.

Auf Basis dieser Informationen wird ein Clustering der Jobs durchgeführt, das dann also Wartungspakete für die Transportmittel beschreibt. Es wird dafür ein k-means Clustering Algorithmus auf einem virtuellen Netzwerk durchgeführt (vgl. [19]). Das virtuelle Netzwerk enthält statt der Entfernungen zwischen den WEAs eine Metrik, die basierend auf den vier oben genannten Faktoren angibt, wie sinnvoll es ist, zwei Jobs in ein Cluster unterzubringen.

Die Reihenfolge der Abarbeitung von Jobs innerhalb eines Clusters reduziert sich dann auf das NP-schwere Optimierungsproblem eines euklidischen TSP. Sobald die optimale Tour gefunden ist, stehen die benötigten Informationen für den zu erzeugenden Einsatzplan bereit. Die Abfahrtszeiten werden anhand der berechneten Tourenlänge (einschließlich Überstiegszeiten, Reparaturzeiten und Transfer) so gewählt, dass die Crew vor Dunkelheit die Rückfahrt zum Ausgangshafen antreten kann. Die Crewgröße ergibt sich aus der maximalen Anzahl an gleichzeitig benötigten Mitarbeitern auf der Tour.

2.6 Simulation

Die Simulation läuft grundsätzlich in drei Phasen ab, die im Folgenden kurz beschrieben werden: Vorbereitung, Durchführung und Auswertung. Nach der Auswertung findet die Rückkopplung an die Planungskomponente statt.

2.6.1 Simulationsvorbereitung

In dieser ersten Phase wird der Einsatzplan eingelesen und alle für die Simulationsumgebung benötigten Akteure erzeugt. Zu den Akteuren zählen: Das Betriebsbüro, die Wartungsschiffe, die Helikopter sowie sämtliche WEAs. Es wurde das AKKA Framework eingesetzt, um diese Akteure in ihrer dezentral ausgelegten Steuerung zu modellieren. Außerdem werden die relevanten Wetterdaten vorbereitet. Bisher arbeitet das Tool dabei nicht mit Echtzeit-Wetterdaten, sondern auf einer historischen Datenbasis des Deutschen Wetterdienstes. Die erfolgte Planung geschieht so zwar fiktiv, aber anhand realistischer Daten. Eine Anbindung an eine Echtzeitquelle, und damit die tatsächliche Nutzung als Decision Support Tool im operativen Einsatz im Leitstand, ließe sich einfach umsetzen.

2.6.2 Durchführung

Der Kommunikationsverlauf zwischen den Akteuren während der Durchführung der Simulation kann dem Sequenzdiagramm in Abbildung 2 entnommen werden.

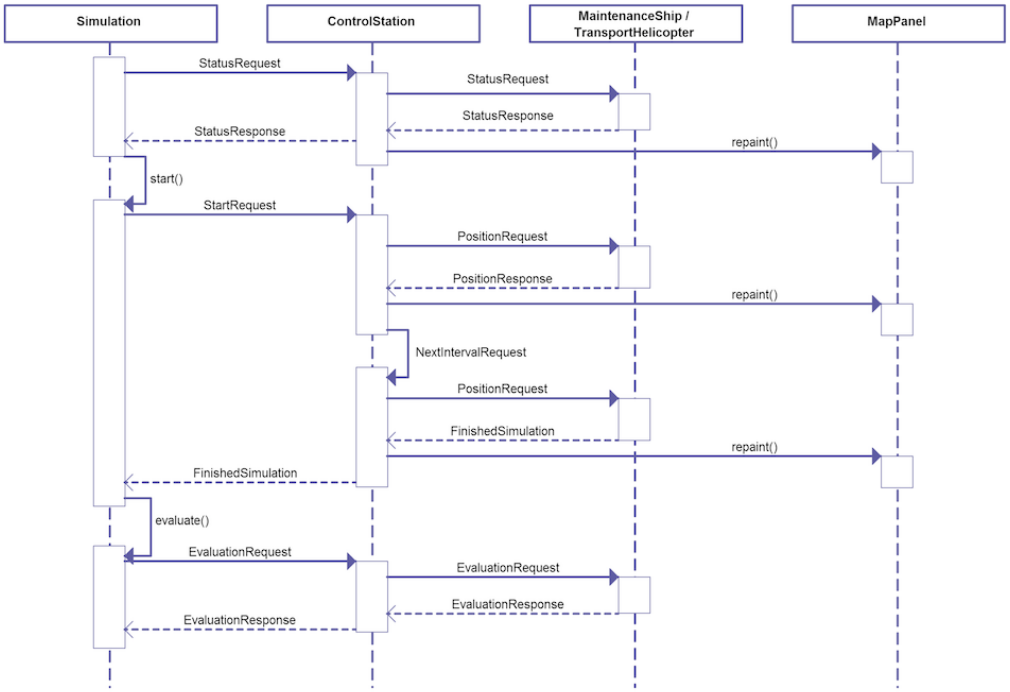


Abbildung 2: Sequenzdiagramm der Simulation

Zusätzlich zu den vorgestellten Akteuren der Simulation sind dort noch ein Objekt für die Simulationsteuerung und ein Objekt für die Visualisierung involviert (links Simulation und rechts MapPanel). Nach Starten der Simulation wird zunächst durch die Steuerung der Status der Hauptakteure abgefragt. Danach werden durch das Betriebsbüro kontinuierlich Positionsanfragen an die anderen Akteure gesendet, woraufhin diese ihre Position berechnen auf Basis von Wettereinflüssen, Geschwindigkeit und Simulationszeit. Die Visualisierung kann dann aktualisiert werden. Die Simulation wird beendet, wenn entweder das Zeitfenster des Tages ausgeschöpft ist oder wenn alle Akteure die Erledigung ihrer Jobs signalisiert haben.

2.6.3 Planbewertung

Die Planbewertung findet im letzten Schritt der Simulationsphase statt. Es wird eine Liste aller Simulationsereignisse von den Akteuren eingeholt und diese durch die Simulationssteuerung unter Berücksichtigung des Ausgangsplans ausgewertet. Dabei wird analysiert, welche Jobs wie geplant durchgeführt werden konnten und wo es Verzögerungen bzw. Ausfälle gab. Zudem wird eine Bewertung berechnet, die in der Abbruchbedingung für die Iteration über Simulation und Optimierung genutzt wird. In die Bewertungsfunktion gehen in absteigender Wichtigkeit folgende Aspekte ein:

- Produktionsausfall (je später ein Wartungsjob an einer stillstehenden WEA erledigt wird, desto größer ist der Gewinnausfall)
- Die variablen Kosten für Chartering und Treibstoff der eingesetzten Fahrzeuge
- Personalkosten

Diese Reihenfolge bei der Berücksichtigung von entstehenden Kosten findet sich u.a. auch in [18] wieder und rechtfertigt sich allein durch die Tatsache, dass eine stillstehende 5 MW Anlage bei den üblichen Strompreisen und Einspeisevergütungen am Tag Kosten in Höhe von ca. 18.000€ verursacht, deutlich mehr als bei jeder Fahrt durch Schiffe und Personal entstehen könnten. In Abbildung 3 ist der

Zusammenhang zwischen den Wartungskosten und dem Produktionsausfall illustriert. Es gilt hier, die optimale Balance zu finden.

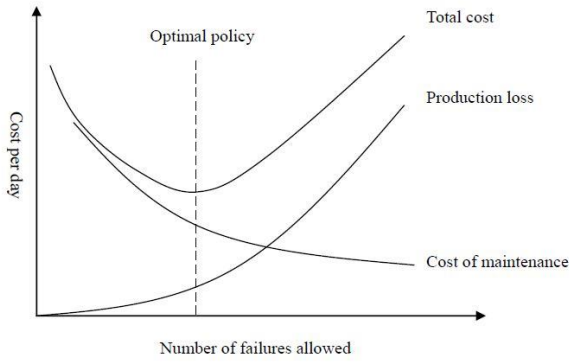


Abbildung 3: Zusammenhang der Kosten in der Offshore Instandhaltung (entnommen aus [7])

2.7 Kopplung

Die Interaktion von Schedulingmodul, Planungsmodul und Simulationsmodul sieht wie folgt aus: Im Scheduling wird dem Operateur am Leitstand die Möglichkeit der manuellen Einflussnahme in Form von Vorgaben für den initialen Einsatzplan gegeben, welcher dann durch das Planungsmodul anhand der Constraints mathematisch optimiert und in einer letzten Phase durch die Simulation auf Robustheit überprüft wird. Wenn die Simulationsergebnisse zeigen, dass der mathematisch gute Plan in der simulierten Welt nicht gut funktioniert, so wird das Vorgehen mit gezielt rekonfigurierten Parametern erneut gestartet, indem zunächst ein Replaning im Planungsmodul stattfindet. Die gezielte Rekonfiguration versucht die in der Simulation festgestellten Schwachstellen des Plans heuristisch auszumerzen. Drei typische Simulationsergebnisse, die an die Planungskomponente zurückgekoppelt werden, sind:

a. Nicht Ausführung von Jobs aufgrund einer wetterbedingten Verspätung des Transportmittels bei der Fahrt zu den Anlagen

b. Nicht Ausführung von Jobs aufgrund von langsameren Arbeitsfortschritt bei den Wartungsarbeiten

c. Aufgabe von Jobs, weil der Überstieg auf die Anlage nicht möglich ist

Es wird dann versucht Jobs, die nur knapp nicht erfüllt werden konnten, durch entsprechende Anpassungen im Replaning zu begünstigen, um so den Erfüllungsgrad zu erhöhen. Typische heuristische Maßnahmen für die genannten Fälle könnten sein:

a. Verschiebung des Abfahrtszeitpunkts nach vorne mit hinreichendem Puffer, um den Zeithorizont für die letzten Jobs auf der Tour zu vergrößern

b. Personelle Aufstockung der Crew, damit Jobs schneller erledigt werden

c. Einsatz eines anderen Transportmittels, um eine höhere Flexibilität beim Überstieg hinsichtlich der Wellenhöhe zu erreichen (besseres Zugangssystem)

Durch wiederholtes Iterieren wird so insgesamt eine effiziente und gleichzeitig robuste Tagesplanung erzeugt. Die Abbruchbedingung der Iteration basiert auf der Bewertungsfunktion (siehe Kapitel 2.6.3). Dieses Vorgehen der kombinierten Simulation und Optimierung ist angelehnt an in der Literatur

bekannte Ansätze, illustriert in Abbildung 4. Die Simulation nimmt also eine Prognosefunktion ein mit dem Ziel die Planung, welche durch eine mathematische Methode erhalten wurde, zu validieren.

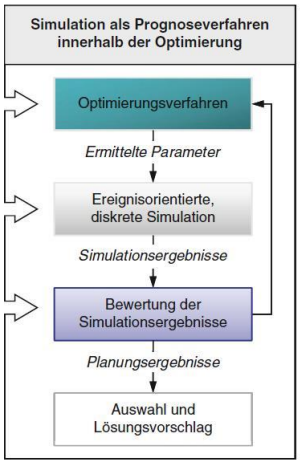


Abbildung 4: Zusammenspiel der Komponenten (Grafik entnommen von [15])

3 Evaluation und zukünftige Arbeiten

Ein Modell zur Erstellung einer Tagesplanung von Offshore Wartungseinsätzen wurde vorgestellt. Das Modell berücksichtigt die wichtigen spezifischen Bedingungen und Vorgaben, mit denen sich die maritime Logistik bei Offshore-Einsätzen zu See und zu Luft konfrontiert sieht. Die Wettereinflüsse sind dabei ein erheblicher Faktor. Die prototypische Entwicklung des Tools ist weitestgehend abgeschlossen. Eine Illustration der Visualisierung eines Simulationslaufs ist in Abbildung 5 zu sehen. Dabei werden die Zustände aller Akteure und die Cluster in Form von Wartungstouren je einzelnem Fahrzeug angezeigt.

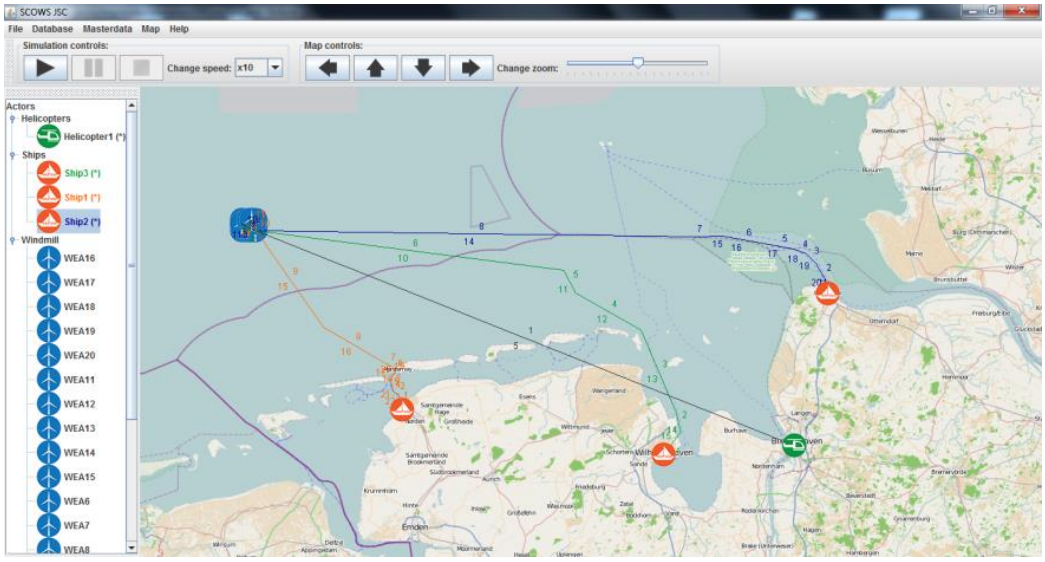


Abbildung 5: Visualisierung eines Simulationslaufs

Für einen Testfall sollen die Auswirkungen des Ansatzes auf eine Optimierung der Wartungskosten gezeigt werden. Dafür wurde ein simples Tagesszenario erzeugt. Dieses beinhaltet einen Windpark mit 100 WEAs, 4 für die Touren zur Verfügung stehende Schiffe mit unterschiedlicher Ausstattung, sowie 9 Jobs für diesen Tag an unterschiedlichen WEAs. Das vorgegebene Zeitfenster für die

Einsatzplanung geht dabei von 6 Uhr bis 18 Uhr. Weitere Parameter (Benzinpreise, Überstiegszeiten, Stundensätze, Dauer und Art der Jobs etc.) werden hier nicht ausgeführt. Das Ergebnis einer Iteration über Planungs- und Simulationskomponente ist in einem Gantt-Chart in Abbildung 6 dargestellt. Dabei ist zu sehen, dass zwei Fahrzeuge eingesetzt werden (blaue und rote Balken), wobei diese eine ausreichende Anzahl an Mitarbeitern mitnehmen, um alle Jobs in jeweils einer Tour zu erledigen.

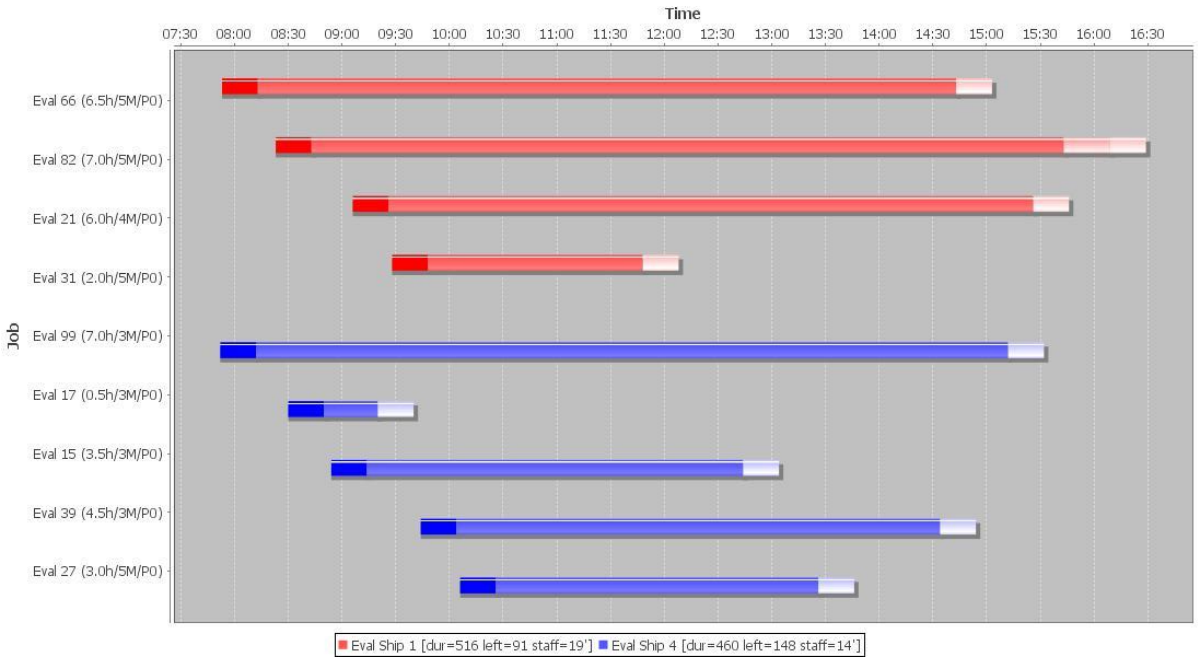


Abbildung 6: Einsatzplanung für ein Beispielszenario

Für die vorhandenen Jobs wurde eine minimale Anzahl an Fahrzeugen gewählt. Die Zuordnung der Jobs zu den Fahrzeugen sowie die Touren wurden durch die Planungskomponente kostenminimal gewählt. Anschließend wurde durch die Simulation sichergestellt, dass die erstellte Planung auch im Rahmen der Wetterprognose robust ist, sodass nach einer Iteration bereits die Optimierung abgeschossen ist.

Ausgiebige Testdaten für systematische Experimente mit mehr Windparks und Fahrzeugen werden aktuell vorbereitet, um die Effektivität des Modells und ein Vergleich der beiden algorithmischen Ansätze in Hinblick auf eine kostenminimale und gleichzeitig robuste Planung evaluieren zu können.

4 Literatur

[1] Besnard, F.; Patrikssont, M.; Strömberg, A.-B.; Wojciechowski, A.; Bertling, L (2009): An Optimization Framework for Opportunistic Maintenance of Offshore Wind Power Systems. Proc. of IEEE PowerTech 2009 Conference, Bucharest, Romania.

[2] Sobiech, C.; Droste, R.; Hahn, A.; Korte, H. (2012): Model-based Development of Health, Safety and Environment Plans and Risk Assessment for Offshore Operations. 9th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft, Arenzano, Italy.

[3] Sobiech, C.; Droste, R.; Hahn, A.; Korte, H. (2012): Modelling Maritime Manoeuvring of Offshore Wind Operations. In MCMC - 9th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft, Arenzano, Italy.

[4] Braam, H.; Obdam, T. S.; van de Pieterman R. P.; Rademakers, L.W.M.M. (2010). Operation & Maintenance Cost Estimator (OMCE). Proc. Of DEWEK conference, Bremen, Germany.

[5] Nilsson, J.; Bertling, L. (2007): Maintenance Management of Wind Power Systems Using Condition Monitoring Systems - Life Cycle Cost Analysis for Two Case Studies. IEEE Transactions on Energy Conversion, Volume 22, Issue 1.

[6] Hameed, Z.; Hong, Y. S.; Cho, Y. M.; Ahn, S. H.; Song, C. K. (2009): Condition monitoring and fault detection of wind turbines and related algorithms: A review. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 13, Issue 1, Pages 1-39.

[7] Ding, F. F. (2010): Comparative Study of Maintenance Strategies for Wind Turbine Systems. M.A. Thesis, Faculty of Engineering and Computer Science, Concordia Institute for Information Systems Engineering, Québec, Canada.

[8] Wagner, H.J.; Baack, C.; Eickelkamp, T.; Epe, A.; Lohmann, J.; Troy, J. (2011): Life cycle assessment of the offshore wind farm alpha ventus. Energy, Volume 36, Issue 5, Pages 2459-2464.

[9] BMU: Operating Offshore wind farms. http://www.offshore-windenergie.net/en/wind-farms/operating-wind-farms, Abgerufen am 20.09.2013.

[10] SystOp Offshore Wind (2012): German Wind Power Plant Model (GWPPM) - Referenzprozessmodell für den Lebenszyklus von Offshore-Windparks.

[11] Thomsen, K.E. (2011): Offshore Wind: A Comprehensive Guide to Successful Offshore WindFarm Installation, Chapter 11. Academic Press, Waltham, USA.

[12] Osbit Power: MaXcess a safe step forward. http://www.osbitpower.com/maxccess.html, Abgerufen am 20.09.2013.

[13] Van Bussel, G.J.W.; Bierbooms, W.A.A.M. (2003): Analysis of different means of transport in the operation and maintenance strategy for the reference DOWEC offshore wind farm. In OWEMES offshore wind energy, Naples, Italy.

[14] Hafenkooperation Offshore-Häfen Nordsee SH. http://www.offshore-haefen-sh.de/, Abgerufen am 20.09.2013.

[15] März, L.; Krug, W. (2011): Kopplung von Simulation und Optimierung. In: Simulation und Optimierung in Produktion und Logistik, p. 43.

[16] Grundmeier, N. (2012): Konzeption und Implementation eines Simulationstools zur Planung von Servicearbeiten in Offshore-Windparks. MA Thesis. Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, Germany.

[17] Alpha Ventus: Fact-Sheet alpha ventus, http://www.dive-together.de/wp-content/uploads/2012/05/av_Factsheet.pdf, Abgerufen am 20.09.2013.

[18] Karyotakis, A. (2011): On the Optimisation of Operation and Maintenance Strategies for Offshore Wind Farms. Phd Thesis, Department of Mechanical Engineering, University College London, UK.

[19] Hartigan, J.A.; Wong, M.A. (1979): Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm. In: Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), Vol. 28, No. 1, pp. 100-108.

[20] Fraunhofer IWES (2011): Windenergie Report Deutschland.

[21] Scholl, A. (2001): Robuste Planung und Optimierung. Springer DE.

[22] Brauner, R.; Jauernig, C. (2013): Offshore Windenenergie, Schiff und Hafen, Ausgabe 11/2013.

[23] Sørensen, J. D. (2009), Framework for risk-based planning of operation and maintenance for offshore wind turbines. In: Wind Energy, 12: 493–506.

[24] Dinwoodie, I.; McMillan, D.; Revie, M.; Lazakis, I.; Dalgic, Y. (2013): Development of a Combined Operational and Strategic Decision Support Model for Offshore Wind. In: Energy Procedia, Vol. 35, Pages 157-166.

[25] El-Thalji, I.; Liyanage, J.P. (2012): On the operation and maintenance practices of wind power asset: A status review and observations. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 18 Iss: 3, pp.232 – 266

[26] Tian, Z.; Jin, T; Wu, B.; Ding, F. (2011): Condition based maintenance optimization for wind power generation systems under continuous monitoring. In: Renewable Energy, Vol. 36, No. 5.

[27] Hofmann, M. (2011): A Review of Decision Support Models for Offshore Wind Farms with an Emphasis on Operation and Maintenance Strategies. In: Renewable Energy and Wind Power, Vol. 35, No. 1, pp. 1-16.

[28] Lange, K.; Rinne; A., Haasi, H.D.(2012): Planning maritime logistics concepts for offshore wind farms: a newly developed decision support system. In: Computational Logistics, pp, 142-158, Springer.

Ein Fahrzeugeinsatzplanungsproblem mit mehreren Produkten und Belieferungsreihenfolgen (Abstract Only)

Jörn Schönberger

Universität Bremen, Lehrstuhl für Logistik, 28359 Bremen, E-Mail: jsb@uni-bremen.de

Abstract

Moderne Logistikkonzepte (u.a. Vendor-Managed-Inventory) stellen Transportdienstleister heutzutage vor die Aufgabe, die flächendeckende Distribution nicht nur eines Produktes sondern ganzer Sortimente sicherzustellen. Dabei muss ein Kunde häufig durch mehrere Fahrzeuge besucht werden und diese Besuche müssen in vorgegebenen Reihenfolgen erfolgen. In diesem Artikel wird eine Erweiterung des Pickup-and-Delivery-Problems aus der operativen Fahrzeugeinsatzplanung um Aspekte der Mehrprodukt-Distribution vorgeschlagen. Auswirkungen von kundenseitig spezifizierten Anlieferungsreihenfolgen an Kundenorten auf Wegstrecken und Makespan werden experimentell untersucht.

Car Sharing in Zürich – Optimization and Evaluation of Station Location and Size

Daniel Olivotti

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover, Germany, olivotti@iwi.uni-hannover.de

Tim A. Rickenberg

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover, Germany, rickenberg@iwi.uni-hannover.de

Michael H. Breitner

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover, Germany, breitner@iwi.uni-hannover.de

Abstract

Car sharing is a sustainable mobility concept which can help to reduce environmental pollution, traffic congestion, and shortage of parking spaces in cities. By sharing a vehicle sequentially, individuals can satisfy their mobility needs without owning their own car. Within this context, the location and accessibility of stations are critical success factors. We provide decision support for planning and managing a network of stations in order to minimize cost while satisfying total demand. Therefore, we created and evaluated an optimization model and the decision support system (DSS) OptCarShare 1.1 according to the design science research (DSR) principles. The DSS is able to import, export, and edit data, solve the numerical problem, and visualize the optimization results. We used the Swiss city of Zürich as an illustrative example to show the applicability of the artifacts and evaluate the results in detail. Further we created various patterns of stochastic demand for two different network densities.

1 Introduction

Nowadays approximately half of the world's population is living in cities and it continues to grow [19]. Factors such as urbanization, shortage of space, increasing traffic congestion, scarce natural resources, rising energy costs, and environmental pollution require populations to rethink personal vehicle ownership [17]. A concept which can help to avoid traffic congestion and reduce the number of vehicles in cities is car sharing. Individuals, and in particular young adults, satisfy their need for mobility by sharing a vehicle sequentially without owning a car, see [19]. In this context, the location of car sharing stations is an important factor for customer acceptance and success. However, the determination of optimal position and size of stations is a complex and challenging task.

Car sharing is a sustainable mobility concept [3] which particularly addresses the ecological and economic dimension of sustainability. To enable successful car sharing and to contribute to sustainability, we construct and evaluate artifacts within design-oriented research. An optimization model is used to minimize the cost of a car sharing network while satisfying total demand. We have further implemented a decision support system (DSS) that helps to import data of potential car sharing locations and demand points, set parameters, and visualize the results. Within an illustrative example for the Swiss city of Zürich, we evaluate the applicability of the artefacts and investigate the impact of certain parameters on the optimization results: in particular the maximum distance to a station, the number of persons that are able to share a vehicle a day, different patterns of stochastic demand, cost parameters, and varying network density. Benchmarks are used to analyze the computational complexity. Finally, we aim to generalize findings from the optimization results. The paper seeks to answer the following research question:

RQ: How can the optimal location and size of car sharing stations be determined for the Swiss city of Zürich with varying parameters and further decision support be provided?

The paper is structured as follows: Subsequent to this introduction, a literature review with related work and the research design is shown. Based on the research design, the optimization model and DSS are presented. Then, a detailed illustration and evaluation of the optimization results for car sharing in Zürich with varying parameters is shown. Within the discussion, findings are abstracted and the identified limitations and implications are presented. The paper ends with a brief conclusion and an outlook on further work and research.

2 Car Sharing and Related Work

Car sharing is a sustainable mobility service which allows people to satisfy their basic need for mobility without owning a car [3]. As opposed to car rental, car sharing is mainly used for short distance rides. Cars are owned by a company and are shared sequentially by its customers. In order to use the service, customers need to register at the car sharing company. Via internet browser, telephone, or smartphone apps, a vehicle can then be reserved at a designated station. After the ride, the vehicle generally has to be parked at the same station from whence it was taken. However, some companies also allow one way trips [1]. Various differences between car sharing organizations exist.

In Switzerland, car sharing began in 1948 [20], when a private group had the idea to split ownership costs. The first successful car sharing organizations were founded in Germany and Switzerland in the late 1980s [10]. Due to the growing popularity, car sharing companies now exist in nearly all Western Europe countries. Alternative mobility services have become popular in industrial countries [18], but will also be important for developing countries and megacities. Switzerland is also the country where

car sharing is used more often per person than anywhere else [19]. Car sharing users are typically well-educated, between 25 and 45 years old, employed, and ecology-minded [14]. Furthermore, car sharing can be used by people belonging to the low-middle income class, if they cannot afford their own vehicle [4]. Most of the time, personally owned cars are not in use, e.g. people drive to work and back home with their car while the car remains unused within this timeframe. The increasing costs of car ownership discourage people from owning a car or even to sell their cars. A car sharing vehicle can replace four to ten private cars and as a result, the number of people with their own cars decreases [5] [13]. With the reduction of cars, the use of cars with lower fuel consumption, or even electric cars, a positive ecological effect is felt [11]. Factors like traffic congestion and parking issues limit the usage of cars in large cities and increase the need for alternative mobility concepts such as car sharing.

An efficient public transport infrastructure can be seen as a prerequisite to enable car sharing to be a sustainable, combined mobility solution [9]. According to this, people use more than one transport mode and combine, for example, the use of their own bicycle with a car sharing vehicle. Associated with car sharing and shared mobility services, sustainable and electric mobility can be achieved. Eventually, the electric mobility sector can benefit from car sharing and intermodal transport, due to lower operating costs even with higher purchase prices and subsidies by the government [2].

To determine the optimal location and size of car sharing stations, an optimization model and (Green) DSS have been proposed and evaluated for a major German city to show applicability [17]. Based on certain input variables, like the cost of cars and stations, maximum distance between stations, and specific characteristics of a city, these artifacts can be used in order to minimize cost. The model provides the optimal solution which can be visualized by the DSS using Google Maps. In this context and regardless of administrative costs, two variables basically determine the variable cost in a car sharing model: the number of stations and vehicles.

3 Research Design

We used the design science research (DSR) principles for our design-oriented research in order to ensure relevance and rigor of the research process and the resulting artifacts and outcomes. Within an iterative research procedure, we adapt, apply, evaluate, and refine existing artifacts which promote sustainable and new mobility [17]. To further contribute to knowledge, we aim to generate design knowledge from the optimization data by abstraction and generalization. We used the well-known key DSR recommendations [7] [8] [12]. Further, our research process was advised by a DSR research outline [15] and methodology [16]. To position and present our research, we follow the DSR publication schema as proposed by [6]. The actual research process is shown subsequently in Figure 1:

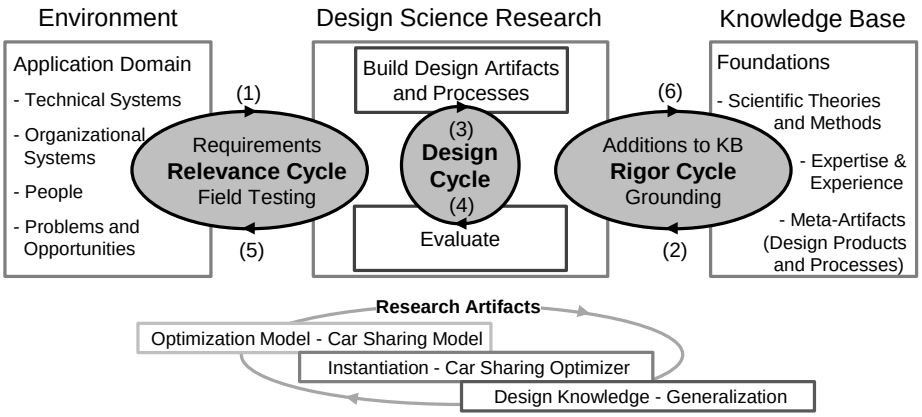


Figure 1: Research process according to design science research [7]

According to the three DSR cycles [7], DSR research steps [16], and guidelines to position and present DSR [6], we pursued the following procedure. The research process was initiated by the relevance cycle (1). The growing interest of society concerning sustainable mobility and a cooperation with a major German car sharing company allowed us to identify the optimization of car sharing station locations and sizes as a challenging problem. Further, we were able to define requirements and acceptance criteria of the contextual environment [7]. In order to ensure methodological rigor, foundational information must be gathered from the scientific knowledge base (2) [7]. Therefore, we gathered and analyzed existing knowledge for ideas and state-of-the-art within a comprehensive literature review. We drew from descriptive and propositional knowledge as well as prescriptive knowledge from the IS and DSR domain, the car sharing community as well as the operations research (OR) domain. The practical input and the scientific grounding are used in the design cycle to build (3), evaluate (4), and refine artifacts in a tight loop with rapid interactions [7]. While our artifacts on the model and instantiation level remained mostly unchanged, a new data set was constructed. We gathered data from several sources to create realistic input data for the Swiss city of Zürich. According to this, we generated a network of possible station locations and demand points with different patterns of stochastic demand. The new illustrative example allowed extensive tests of the artifacts (5) and a proof-of-concept demonstration of their applicability within a real-world context. A contribution to the knowledge base and a publication of research results completes the DSR cycles (6) [7].

4 A Model and a Decision Support System for Car Sharing Stations

In order to find the best location and size of car sharing stations while satisfying consumer demand and preferences and minimizing total cost, existing artifacts are adapted and applied: an optimization model (Figure 2) and a DSS (Figure 3), see [17] for further details. The model is subject to the following assumptions: The demand is represented on a punctual basis and aggregated in specific demand locations. Total demand is stochastic and modelled by a normal distribution. Car sharing stations at designated spots allow consumers to pick up and park cars. Each car occupies one of the parking lots of a station. The car sharing organization uses one type of vehicle in a homogeneous fleet. In addition to location, number and size of stations, the population density and the maximum distance to a station are important determinants. The mathematical problem can be formulated as follows:

$$(1) \quad Min. \quad F(f,y) = \sum_{i=1}^{m} \left[f_i(kf + ka) + y_i \cdot ks \right]$$

$$(2) \quad d_{ij} \cdot z_{ij} \leq maxd \quad \forall \; i = 1,...,m \text{ and } j = 1,...,n$$

$$(3) \quad \sum_{i=1}^{m} z_{ij} = 1 \quad \forall \; j = 1,...,n$$

$$(4) \quad y_i \geq z_{ij} \quad \forall \; i = 1,...,m \text{ and } j = 1,...,n$$

$$(5) \quad f_i \cdot kp = \sum_{j=1}^{n} n_j \cdot z_{ij} \quad \forall \; i = 1,...,m$$

$$(6) \quad f_i \leq maxp_i \quad \forall \; i = 1,...,m$$

$$(7) \quad y_i \cdot v_i \leq a \quad \forall \; i = 1,...,m$$

$$(8) \quad w_i \geq minb \cdot y_i \quad \forall \; i = 1,...,m$$

$$(9) \quad z_{ij};\; y_i \in \{0,1\} \quad \forall \; i = 1,...,m \text{ and } j = 1,...,n$$

$$(10) \quad f_i \geq 0 \quad \forall \; i = 1,...,m$$

i = potential station locations (i = 1,…, m);
j = demand location (j = 1,…, n);

ks = costs for a station;
ka = costs for a parking lot;
kf = costs for a vehicle;

$\mathbf{n_j}$ = normal distributed demand;
kp = customer parameter: number of customers who can be served by one vehicle a day;

a = default shortage of parking;
$\mathbf{v_i}$ = actual shortage of parking;
minb = default population density;
$\mathbf{w_i}$ = actual population density;
maxd = max. distance btwn demand point and station;
$\mathbf{d_{ij}}$ = actual distance between i and j;
$\mathbf{maxp_i}$ = maximum number of parking lots;
$\mathbf{f_i}$ = actual number of parking lots and cars;
$\mathbf{z_{ij}}$ = 1 if demand point j is served by station i, else 0;
$\mathbf{y_i}$ = 1 if station i is built, else 0.

$\mathbf{v_i}$ = free parking lots around station **i** / registered vehicles around station **i** * 100 [%]
$\mathbf{w_i}$ = population at station **i** / area at station **i**

Figure 2: Optimization model with equations and variables

Total cost, comprising the annual fees for renting vehicles and parking lots, plus annual costs to maintain stations, is minimized by the objective function (1). The distance between a demand point and a car sharing station cannot exceed a maximum distance (2). Each demand point is served by one car sharing station (3). A demand point can only be assigned to a station if it is built (4). Total demand needs to be satisfied (5). The model includes four threshold values (a, minb, maxd, $maxp_i$) plus four variables for the actual values of the items (v_i, w_i, d_{ij}, f_i). A station cannot provide space for more vehicles than there are allotted (6). The actual shortage of parking cannot be bigger than the default shortage of parking (7). A minimum level of population density within each area needs to be reached (8). Equations (9) and (10) constitute the value range of the decision variables f_i, y_i, z_{ij}.

The DSS integrates the optimization model and several applications within one system to enable decision support. The OptCarShare 1.1 web application, underlying model, and sample data pools are available via open access under: www.iwi.uni-hannover.de/CarSharing. The system architecture, data flow and the GUI of the DSS with loaded data, parameters, and functions can be seen from Figure 3:

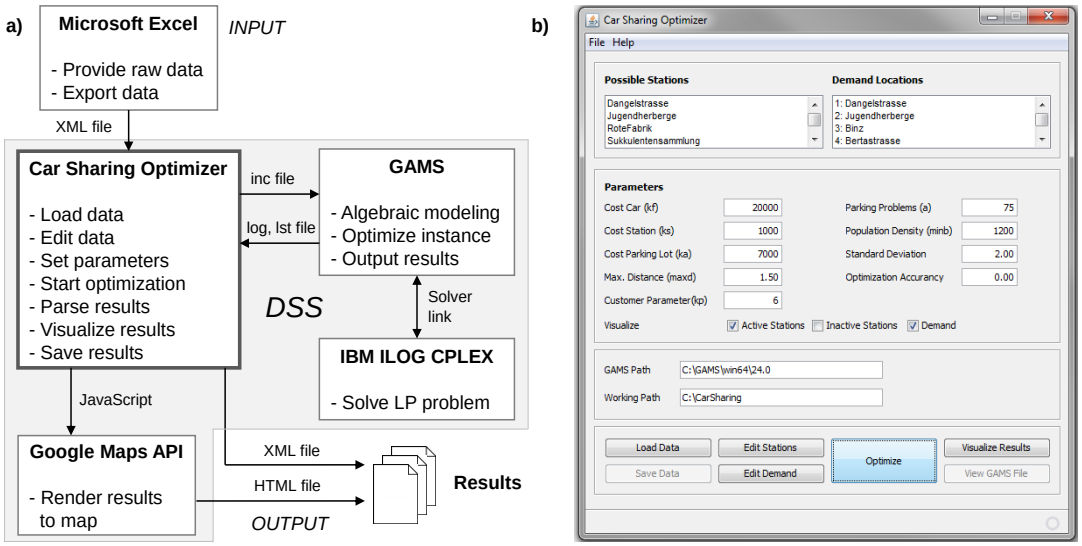


Figure 3: (a) System architecture and data flow, (b) GUI of the DSS with data, parameters, and functions

Raw data about stations and demand can be kept in a spread sheet and be exported to an XML file. When data is loaded from an XML file into the DSS, the GUI shows and allows editing of imported data and parameter configuration. The optimization process can be triggered and information is sent to GAMS which provides the mathematical modeling. IBM ILOG CPLEX solves the underlying mixed integer programming (MIP) model numerically while the optimization progress is presented on screen. Once the optimal solution is found, results can be visualized and saved to a file. Mashup technologies (Google Maps API) are used for the visualization of results to enable instant graphical validation.

5 Optimization and Evaluation of Car Sharing in Zürich

5.1 Data Collection and Construction of Illustrative Example of Car Sharing in Zürich

In order to validate the model and DSS for car sharing stations, the Swiss city of Zürich serves as an illustrative example. With approximately 400,000 inhabitants in the urban core and even significantly more within the metropolitan area, Zürich has an appropriate size to serve as an example. Next to its size, the structure of the city and the existence of a well-developed public transport network further enable efficient car sharing. Zürich is also known for high-quality living and high purchasing power.

Data about potential station locations and demand locations is used as main input source for the optimization model. Therefore, a network with 50 demand points was created. To model different types of demand, three patterns of stochastic demand are available: low, medium, and high demand. Demand points are positioned near public transport stations because sufficient demand is assumed to be prevalent there. Geographic coordinates of those demand points were collected and the demand was estimated based on various sources and statistics (composition and size of population, location, etc.). Concerning potential station locations, two networks (N_{100}, N_{200}) were constructed. The first network includes 200 stations and the second one is reduced to 100 potential stations. Again, potential station locations were positioned near to already existing public transport stations or spots with an assumed high demand, such as parking ramps. For each potential station, the geographic coordinates, population density, maximum number of parking lots, and parking situation were set. The included urban area and network structure can be seen subsequently from Figure 4:

Network Structure:

Possible Stations:
Two networks of potential car sharing stations and different density of stations:

N_{100}: 100 Stations
N_{200}: 200 Stations

Demand Points:
A network of 50 demand points to aggregate stochastic demand with varying demand patterns:

low demand
medium demand
high demand

Figure 4: Map of the included area of Zürich and network structure

The area includes the city center of Zürich and other urban regions with a radius of 2.5 to 3 km around it, representing an appropriate size for a car sharing network. Within the inner city center, a higher number of potential stations are positioned since the demand is likely to be higher than in the outer regions. The household income has also been considered. Near the Zürichsee, the price for buying or renting a property is significantly higher. Thus, people with a high income and probably owning one or more cars live there, which results in a lower demand for car sharing than in middle price regions.

5.2 Influence of Maximum Distance and Customer Parameter on Stations and Cars

The distance to the next station is an important factor for the customer using car sharing services. Car sharing is mainly used by people living no more than 10.75 minutes by foot to a station [10]. However, other researchers name 400 meters as an appropriate distance [21]. Due to heterogeneous statements in academic literature, the parameter maxd is varied between 0.3 and 2.0 [km] within this example. The customer parameter (kp), which determines the number of customers that can be served by a vehicle on one day, is varied from one to ten. All other parameters are set to realistic values. A high customer parameter indicates that a customer uses a car for shorter rides and the vehicle can be used by more customers on a day. In contrast, a low customer parameter indicates longer time periods of obtaining a car. Table 1 shows the results for varying the customer parameter (kp) and maximum distance (maxd) to a station, in which s indicates the number of stations and c the number of vehicles.

As result, the demand cannot be satisfied for low customer parameters due to a maximum number of parking lots at each station and demand points which are too far away from potential stations. With rising maxd, the number of stations decreases and consequently the number of cars due to less stations on which cars have to be positioned, and finally also the cost decreases. With rising kp, the number of cars decreases and consequently the number of stations generally also decreases as well as the total cost. Deviations from these general trends are caused by an optimization gap of 5% in connection with the discontinuous optimization process, see also subsection 5.5. With higher maximum distance to a station, the runtime increases because of higher complexity of the instances.

	maxd=0.30				maxd=0.50				maxd=0.75				maxd=1.00			
kp	s	c	cost[CHF]	t[s]	s	c	cost[CHF]	t[s]	s	c	cost[CHF]	t[s]	s	c	cost[CHF]	t[s]
1	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
2	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
3	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	21	68	1857000	0.58
4	- - -	- - -	- - -	- - -	35	66	1817000	0.34	23	55	1508000	0.61	19	53	1450000	0.87
5	- - -	- - -	- - -	- - -	32	54	1490000	0.33	23	44	1211000	0.47	17	41	1124000	1.53
6	- - -	- - -	- - -	- - -	32	44	1220000	0.35	21	38	1047000	0.46	15	35	960000	0.85
7	51	58	1617000	0.28	31	40	1111000	0.36	21	33	912000	0.67	15	30	825000	3.67
8	48	52	1452000	0.28	31	37	1030000	0.36	20	29	803000	1.87	16	26	718000	1.12
9	48	52	1452000	0.31	30	35	975000	0.35	20	27	749000	0.65	14	24	662000	2.80
10	49	52	1453000	0.34	29	33	920000	0.36	18	24	666000	0.54	16	22	610000	46.55

	maxd=1.25				maxd=1.50				maxd=1.75				maxd=2.00			
kp	s	c	cost[CHF]	t[s]	s	c	cost[CHF]	t[s]	s	c	cost[CHF]	t[s]	s	c	cost[CHF]	t[s]
1	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
2	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	24	111	3021000	0.95	25	109	2968000	2.00
3	19	68	1855000	0.82	19	70	1909000	2.55	16	71	1933000	69.16	15	67	1824000	9.80
4	14	51	1391000	1.76	17	53	1448000	5.38	14	50	1364000	1.98	15	50	1365000	2.71
5	14	40	1094000	4.66	13	40	1093000	13.51	13	40	1093000	12.11	15	40	1095000	11.62
6	12	34	930000	3.99	11	33	902000	31.57	14	35	959000	6.13	11	33	902000	63.30
7	14	30	824000	1.21	12	30	822000	4.12	9	29	792000	24.12	10	28	766000	131.60
8	12	25	687000	789.51	11	26	713000	1.39	10	25	685000	6.68	8	25	683000	14.06
9	12	23	633000	1.21	9	22	603000	11.17	8	22	602000	165.69	10	22	604000	42.24
10	9	21	576000	1000.00	11	20	551000	60.23	7	20	547000	5.41	9	20	549000	25.89
Gap=5% ; kf=20000 ; ks=1000 ; ka=7000; N_{200}																

Table 1: Optimization results for varying maxd and kp

5.3 Influence of Different Demand Patterns on Stations and Cars

The total aggregated demand is one of the most important factors for a car sharing company. It heavily determines the number of stations, cars, and consequently the total cost. According to this, the applicability of the model to different patterns of stochastic demand is tested and shown. Therefore, scenarios with low, medium, and high demand are investigated with varying maximum distance to a station (maxd: 0.5-2.0) and customer parameter (kp: 4-7). These sets of parameters were determined to be most realistic ones and are shown subsequently in Table 2:

		kp=4			kp=5			kp=6			kp=7		
	maxd	s	c	cost [CHF]	s	c	cost [CHF]	s	c	cost [CHF]	s	c	cost [CHF]
Low Demand	0.5	33	48	1329000	30	38	1056000	30	34	948000	28	31	865000
	1.0	15	31	852000	14	25	689000	14	23	635000	14	19	527000
	1.5	12	31	849000	11	23	632000	9	19	522000	8	17	467000
	2.0	11	29	794000	10	23	631000	10	19	523000	7	17	466000
Medium Demand	0.5	35	66	1817000	32	54	1490000	32	44	1220000	31	40	1111000
	1.0	19	53	1450000	17	41	1124000	15	35	960000	15	30	825000
	1.5	17	53	1448000	13	40	1093000	11	33	902000	12	30	822000
	2.0	15	50	1365000	15	40	1095000	11	33	902000	10	28	766000
High Demand	0.5	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	38	75	2063000
	1.0	35	115	3140000	25	84	2293000	22	73	1993000	20	59	1613000
	1.5	25	105	2860000	20	80	2180000	18	69	1881000	14	57	1553000
	2.0	22	100	2722000	19	83	2260000	18	69	1881000	17	60	1637000
Gap=5% ; kf=20000 ; ks=1000 ; ka=7000 ;N_{200}													

Table 2: Optimization results for varying demand, maxd, and kp

As seen from Table 2, the number of cars correlates positively with the demand, which implies that for a high demand more cars are needed than for low or medium demand. In order to satisfy the total demand, a certain number of cars must be positioned at the stations. Thus, the number of stations also increases due to a maximum number of parking lots for each station. Again, the number of cars and consequently of stations increases for higher values of kp. A car can serve more customers on one day and thus total demand can be satisfied with less cars. This also affects the number of stations slightly since some stations do not reach the maximum number of parking lots and therefore no additional station has to be opened. For low values of kp (kp: 4-6), high total demand, and low maxd (maxd: 0.5), no feasible solution is found as stated in the previous subsection.

5.4 Influence of the Price of Car Spaces

Beside the total demand, the costs are another important factor for car sharing companies. To address this issue, the impact of the cost of one parking lot (ka) on the number of stations and cars within the proposed optimization model is investigated. Therefore, the cost to rent a car space is varied from free of charge to 6000 CHF. If a city intends to promote car sharing due to its sustainable characteristics, parking space can be made available for free. High costs for parking lots are to be expected in cities with a high price per square meter such as Tokyo or London. The results are shown below in Figure 5:

ka	s	c	cost[CHF]
0	21	34	701000
1200	21	34	741800
2400	22	35	806000
3600	21	34	823400
4800	23	33	841400
6000	21	34	905000
Gap=5%; maxd=0.75; kp=7			
kf=20000; ks=1000; N_{100}			

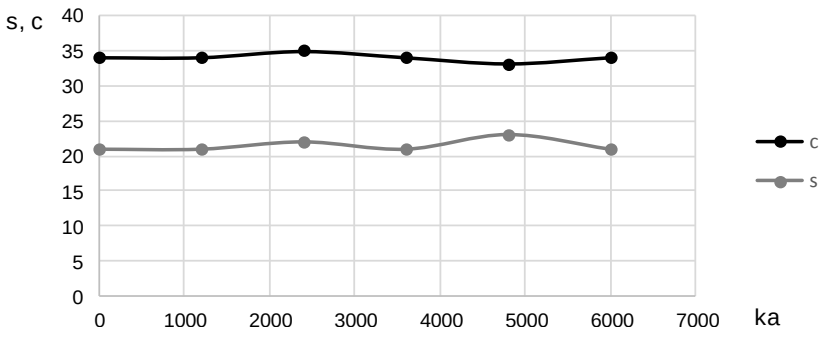


Figure 5: Optimization results and graph for varying cost for car spaces (ka)

As shown in the table above, the total cost for a car sharing company rises with increasing cost of car spaces. However, there is no significant increase in the number of stations and vehicles. The values remain at a relatively constant level at around 22 stations and 34 vehicles. The reason for this is the total demand which needs to be satisfied regardless of the costs. In order to satisfy the demand, a minimum number of cars is needed, inevitably and this is quite independently from the cost of the cars. The construction of different scenarios with different prices for ka, kf, and ks results in similar numbers and does not change the outcome of the optimization significantly – except the resulting total cost. The number of stations and cars only varies slightly between the different scenarios.

As a result, the data shows that in case of mandatory satisfaction of the total demand, the cost of a car space or even of a vehicle in general does not influence the number of stations or cars. This reveals that the mandatory satisfaction of the stochastic demand dominates the solution of the optimization.

5.5 Influence of the Network density

In this subsection, the density of the network of possible stations is varied in order to investigate its impact on the optimization results. It is to be examined whether a network with higher density, which means that it holds more possible stations for the considered area, produces better optimization results. Table 3 shows the network with 100 stations (N_{100}) compared to the one with 200 stations (N_{200}):

	N_{100}				N_{200}			
maxd [km]	Gap [%]	s	c	cost [CHF]	Gap [%]	s	c	cost [CHF]
0,40		---	---	---	0,0	37	49	1360000
0,50		---	---	---	0,0	31	43	1192000
0,60		---	---	---	0,0	26	41	1133000
0,70	0,0	23	40	1103000	0,0	21	38	1047000
0,80	0,0	20	38	1046000	0,0	19	37	1018000
0,90	0,0	19	36	991000	* 1.7	16	36	988000
1,00	0,0	18	34	936000	* 1.5	14	34	932000
1,25	* 1.0	12	33	903000	* 1.1	10	33	901000
1,50	* 2.1	9	33	900000	* 2.4	9	33	900000
1,75	* 2.3	9	33	900000	** 2.7	11	35	956000
2,00	* 2.7	9	33	900000	* 2.8	9	33	900000
Medium Demand, Optimization Accurancy: 0% Gap, *: Proven optimal solution not reached after t=1000s **: Result for N_{200} is worse than for N_{100} due to computational complexity and larger gap								

Table 3: Optimization results for varying network density (N_{100}, N_{200}) and maxd

When considering small values of the maximum distances to a station (maxd: 0.4-0.6), the network with lower density is not able to provide feasible solutions. In general, the network with higher density generates better results with a lower number of cars and stations and consequently lower costs. Due to a higher number of stations and higher complexity, the computational workload and time increases. The complexity and runtime further increases for higher values of maxd. For these instances, the proven optimal solution is hard to find because of the less stringent constraint which leads to many feasible combinations and the resulting large solution space. While the network with higher density generally produces better results, the result is worse for maxd=1.75 within the given runtime of 1000s. This is caused by the higher computational complexity and the larger gap. The results concerning the number of cars, as seen from Table 3, further show that a minimum number of 33 cars is required to satisfy total demand. With increasing maxd, the solution converges to nine stations and 33 cars. As a result of the findings above, the runtime of the optimization is investigated within the next subsection.

5.6 Computational Benchmark

The runtime of the optimization process heavily depends on the setting of maxd, the network density, and the allowed gap. To examine the runtime in detail, benchmarks were conducted on a PC (Intel i7 2.67 GHz CPU, 12 GB RAM) using GAMS 24.0.2 and CPLEX 12.5.0.0, as presented in Figure 6:

	maxd=0.8		maxd=1.5	
	N_{100}	N_{200}	N_{100}	N_{200}
Gap [%]	t [s]	t [s]	t [s]	t [s]
0	18,49	210,41	20000,00	20000,00
1	6,69	15,92	20000,00	20000,00
2	0,95	0,84	9884,00	20000,00
3	0,52	0,73	63,75	26,79
4	0,36	0,75	63,66	26,55
5	0,34	0,50	63,60	26,51
6	0,34	0,48	2,12	1,19
7	0,30	0,48	1,75	1,08
8	0,25	0,47	1,70	1,06
9	0,23	0,45	1,34	0,80
10	0,22	0,44	1,19	0,80
kf=20000, ks=1000, ka=7000, kp=6				

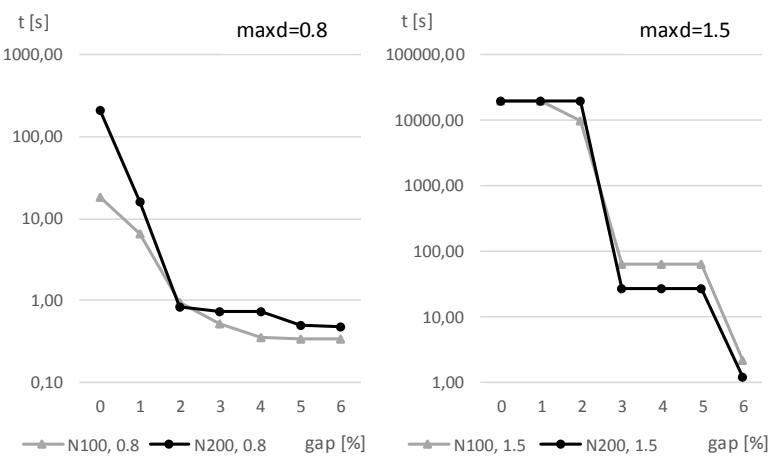


Figure 6: Benchmark results and graph for varying optimization gap, maxd, and network density

The runtime for instances with smaller values of maxd is lower due to less feasible solutions that must be enumerated and examined. The smaller maxd, the more stations must be opened to satisfy the constraint concerning the maximum distance to a station, and therefore the solution space is reduced. In addition, the optimization gap does heavily influence the runtime. To solve an instance with a low gap, or to the proven optimal solution, the runtime generally increases significantly. A solution with a gap around 0% to 1% for high values of maxd is difficult to find and often the maximum time of 20000 seconds is exceeded. With a gap of 2% to 3%, results can be found quickly. With regard to the network density and its influence on the runtime, the network with less potential stations (N_{100}) tends to require less runtime due to less complexity. However, as seen from the graphs with logarithmic scaling above, the network with more potential stations can be solved faster for some instances.

6 Discussion, Limitations, and Implications

While an optimization model and a DSS called OptCarShare to optimize the location and size of car sharing stations have been introduced in previous work, we adapt, apply, evaluate, and refine these existing artefacts here. Therefore, the optimization model is formulated in abstract terms and the DSS serves as an instantiated artefact, which integrates the model and enables decision support. We used the Swiss city of Zürich as an illustrative example and to further evaluate the results and applicability of the artefacts. Various tests and benchmarks with varying parameters were conducted to show and investigate optimization results quantitatively. Subsequently, we discuss and aim to further generalize the results from the preceding chapter to generate knowledge descriptions at an abstract level, see [6]. For a model to optimize car sharing station in location and size, which minimizes total cost for a given stochastic demand, the following findings can be abstracted from the results in section 5:

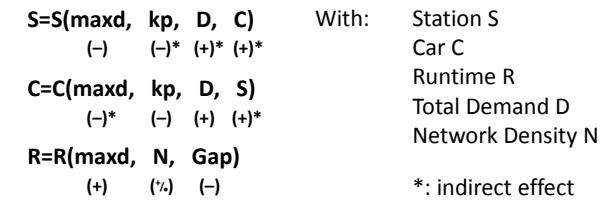


Figure 7: Generalized relationships between optimization variables and parameters

The maximum distance to a station customer parameter, and total demand heavily determine the optimization results. The number of stations and cars correlates negatively with maxd and kp, while it correlates positively with D. Further, the number of cars and stations correlates positively which also explains the indirect effect as indicated above with an asterisk. The runtime correlates positively with maxd, negatively with the optimization gap, and slightly positively with N. The price parameters (ks, ks, kf) play an inferior role within the model, since the stochastic demand must be satisfied. Therefore, the cost parameters do not have a strong influence on the number of cars and stations.

With regard to our research artifacts, we were able to identify certain limitations. The optimization model seeks to minimize cost under given boundary conditions and does not maximize profit as many companies prefer. In addition, the model allows no free floating [22] or one way trips explicitly. Additional variables and constraints can help to refine the model in the future. Analogous to the model, the DSS needs to be applied and evaluated in other contexts and cities. To gain a better understanding of the generated artifacts, we aimed to generalize and abstract the underlying principles of the model. To further contribute to knowledge, creating design knowledge and theorizing can help to transform the generated prescriptive knowledge into more abstract and complete descriptive knowledge [6].

Practical and theoretical implications result from the research artefacts and findings. An existing optimization model and a DSS were tested in a different context. The DSS as a socio-technical artifact represents a contribution to the real-world application environment [6], which can be used by car sharing companies and planners. Within an illustrative example of Zürich, the applicability of the artefacts in a different context and of car sharing in Zürich is successfully shown. Car sharing can help to establish sustainable shared mobility services in cities. The proposed DSS enables to make faster and better decisions and allows planners to run through different scenarios and create a robust car sharing network. Since the DSS aims to increase economic and ecologic sustainability, it is an example of Green DSS and Green IS which is an important emerging subfield of IS research. From a theoretical point of view, the mathematic formulation represents a starting point to generate more complex models for car sharing and similar optimization tasks. In this context, one way trips, electric mobility, time-dependent and distance-dependent demand are promising refinements of the model.

7 Conclusions and Outlook

Optimization of traffic problems in cities, such as congestion and pollution, will be a challenge for the near future. Shared mobility services and car sharing are sustainable concepts and opportunities to address these issues. To enable successful car sharing, we provide decision support for planning a network of car sharing stations. Within design-oriented research, we constructed and evaluated research artefacts – an optimization model and a DSS. We further constructed an illustrative example for the Swiss city of Zürich and evaluated thoroughly the applicability of the artefacts and of car sharing in Zürich with varying parameters.

Based on the identified limitations, further research is required. We want to refine and evaluate the artifacts to generalize the results and insights and generate design theory in future work. This leads to more abstraction and more mature knowledge with a broader scope [6]. Additional parameters and constraints or soft factors can be added to the model. Another aspect for further consideration is to include one way trips and the relocation of vehicles at the stations. Therefore, a concept of operator-based or user-based relocating of vehicles can be considered [22]. To reduce environmental pollution, we want to provide a model for electric vehicles and a charging infrastructure. The parameter maximum distance of our model could be linked to the range of batteries of the electric vehicle. The number of customers a car can serve per day could be influenced by the charging time of vehicles. The DSS can also be used, in a modified version, for other domains.

8 Literature

[1] Di Febbraro, A; Sacco, N; Saeednia, M (2012): One-Way Carsharing – Solving the Relocation Problem. Journal of the Transportation Research Board 2319:113-120.

[2] Dijk, M; Orsato, RJ; Kemp, R (2013): The emergence of an electric mobility trajectory. Energy Policy 52:135-145.

[3] Duncan, M (2011): The cost saving potential of carsharing in a US context. Transportation 38(2):363-382.

[4] Efthymiou, D; Antoniou, C; Waddell; P (2013): Factors affecting the adoption of vehicle sharing systems by young drivers. Transport Policy 29:64-73.

[5] Glotz-Richter, M (2012): Car-Sharing- "Car-on-call" for reclaiming street space. Procedia – Social and Behavioral Sciences 48:1454-1463.

[6] Gregor, S; Hevner, AR (2013): Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. Management Information Systems Quarterly 37(2):337-355.

[7] Hevner, AR (2007): A Three Cycle View of Design Science Research. Scandinavian Journal of Information Systems 19(2):87-92.

[8] Hevner, AR; March, ST: Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. Management Information Systems Quarterly 28(1): 75-105.

[9] Huwer, U (2004): Public transport and car-sharing-benefits and effects of combined services. Transport Policy 11(1):77-87.

[10] Katzev, R (2003): Car Sharing - A New Approach to Urban Transportation Problems. Analyses of Social Issues and Public Policy 3(1):65-86.

[11] Kriston, A; Szabó, T; Inzelt, G (2010): The marriage of car sharing and hydrogen economy - A possible solution to the main problems of urban living. International Journal of Hydrogen Energy 35(23):12697-12708.

[12] March, ST; Smith, GS (1995): Design and Natural Science Research on Information Technology. Decision Support Systems 15(4):251-266.

[13] Martin, E; Shaheen, S; Lidicker, J (2010): Impact of Carsharing on Household Vehicle Holdings, Results from North American Shared-Use Vehicle Survey. Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board 2143:150-158.

[14] Millard-Ball, A; Murray, G; Ter Schure, J; Fox, C; Burkhardt, J (2005). Car-Sharing - Where and How it Succeeds. Transit Cooperative Research Program, Working Paper.

[15] Offermann, P; Levina, O; Schönherr, M; Bub, U (2009): Outline of a Design Science Research Process. *Proceedings of the 4th International Conference on DESRIST*. Philadelphia.

[16] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management IS 24(3):45-77.

[17] Rickenberg, TA; Gebhardt, A; Breitner, MH (2013): A Decision Support System For The Optimization Of Car Sharing Stations. *Proceedings of the ECIS 2013.* Paper 238.

[18] Shaheen, S; Cohen, A (2007): Growth in Worldwide Carsharing - An International Comparison. Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board 1992: 81-89.

[19] Shaheen, S; Cohen, A (2013): Carsharing and Personal Vehicle Services: Worldwide Market Developments and Emerging Trends. International Journal of Sustainable Transportation 7(1):5-34.

[20] Shaheen, S; Sperling, D; Wagner, C (1998): Carsharing in Europe and North America - Past, Present, and Future. Transportation Quarterly 52(3):35-52.

[21] Stillwater, T; Mokhtarian, PL; Shaheen, S (2010): Carsharing and the Built Environment - Geographic Information System–Based Study of One U.S. Operator. Journal of the Transportation Research Board 2110:27-34.

[22] Weikl, S; Bogenberger, K (2012): Reloation Strategies and Algorithms for free-floating Car Sharing Systems. *Proceedings of the 15th International IEEE-ITSC.* Anchorage, Alaska, USA.

Heuristic Routing Software for Planning of Combined Road Transport with Swap Bodies: A Practical Case

Frederik Schulte

University of Hamburg, Institute of Information Systems, 20146 Hamburg,
E-Mail: frederik.schulte@uni-hamburg.de

Stefan Voß

University of Hamburg, Institute of Information Systems, 20146 Hamburg,
E-Mail: stefan.voss@uni-hamburg.de

Peter Wenzel

University of Hamburg, Institute of Information Systems, 20146 Hamburg,
E-Mail: mail@peterwenzel.net

Abstract

The rising number of loading devices called swap bodies in road transport has created new opportunities for carriers and novel challenges for researchers in vehicle routing synchronization. Nevertheless, there are few vehicle routing models in literature that integrate swap bodies for combined road transport and there is no known best practice in the industry to handle these opportunities. In this paper we aim to examine to which extent Information Systems and Operations Research can help to provide solutions for this new planning problem and evaluate the potential of vehicle routing under consideration of swap bodies regarding a real world case of a major carrier. We develop a routing heuristic and prototype software to support routing considering loading options with swap bodies. The software is tested with real world data from the cooperating industry partner. We observe significant reductions in costs, total driven kilometers and operating times. Thus, we demonstrate the importance to integrate swap bodies in vehicle routing models for road transport. Furthermore, the developed software can be a basis for future work on exact planning models.

1 Introduction

Growing competition in transport has increased the importance of economic and ecological customer requirements in the industry. Swap body containers were introduced in the end of the 60s in Germany. Swap bodies are loading devices that enable truck drivers to load and unload containers without further equipment at flexible locations (change points or transshipment points), which could, e.g., be service areas alongside highways. Thus, more routes can be combined, leading to fewer total driven kilometers, reduced costs and less emissions. New improvement potential appears as this new situation is taken into consideration in the route planning process. However, synchronization in vehicle routing is an emerging field in literature [5][6] and there are few models that explicitly integrate swap bodies for combined road transport [12]. Also, a best practice in the industry remains to be developed.

Swap bodies are a special type of containers. Containers are independent of the transport vehicle and can be separated from those. A special characteristic of swap bodies is that they have stilts on the side of the containers. Therefore, they can be stored at any place of the tour [11]. The process of the pickup of a container is shown in Figure 1.

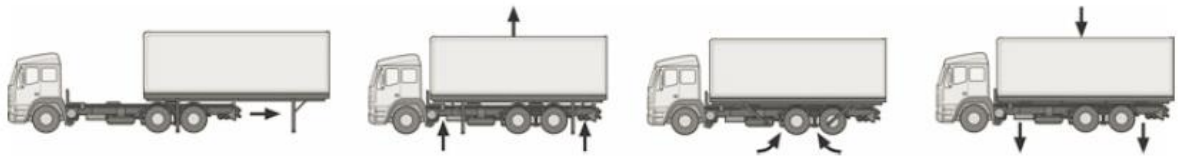


Figure 1: Process of swap body container loading [1]

The container first stands on the stilts. Air is released from the suspension of the truck. The truck can now drive below the container. Then the truck puts air again in the suspension and picks up the container. The stilts are stored on the side of the container and the truck can drive away with the container.

Swap bodies lead to different requirements and opportunities in transport routing. By looking deeper into the distribution planning within supply chain management, interdependencies of the planning steps can be observed [1]. Operational decisions are made more frequently than decisions that influence strategic or tactical planning. Location planning and parts of the transport fleet planning are long term orientated [9]. A typical task of tactical planning is planning of the transport fleet that contains the optimal selection of the means of carriage. Planning of the routes is part of the operational tasks in the process. In literature the main objectives of the distribution planning are defined as follows:

- Minimization of the number of vehicles
- Minimization of the empty loads
- Maximization of the capacity utilization of the vehicles
- Balancing workload of the vehicles
- Avoiding waiting and downtime of drivers and vehicles
- Minimization of the variable transportation costs

These objectives can appear either complementary or competitively.

In industry, the decision of the location of the hubs is often made by the executive board. The focus of hub location planning is on where the locations are and how they are connected to each other, i.e., how goods are transported between the locations. Decisions need to be made, whether locations are supplied directly or indirectly.

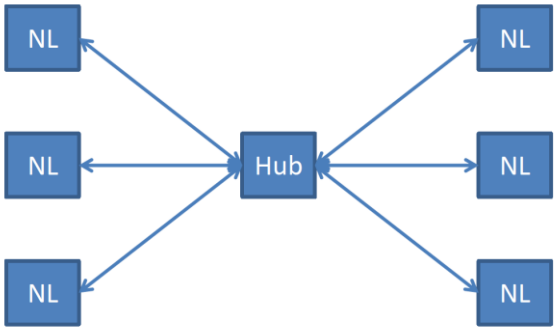


Figure 2: Transportation system of the industry partner

In the practical case of the industry partner all goods are transported from a starting branch (NL) via a hub to another branch (NL). The advantage of this distribution is that long distances are avoided. Furthermore, the flow of goods can be aggregated on such a change point. The biggest disadvantage of this transportation flow is that this method takes more time than direct transportation. The planners in industry have to take care of different requirements. They aim to maximize the capacity of the trucks by planning two swap body containers on a truck with a trailer. The routes should approximately have a length of 650 kilometers. The German legislator gives further restrictions for the periods of rest. The transportation resources are bought from external companies.

Our study is made in cooperation with a German transportation company. Here, we aim to apply methods from Information Systems (IS) and Operations Research (OR) to provide solutions for vehicle routing under consideration of swap bodies. We analyze the requirements in the practical case regarding a routing software solution and an underlying planning model. Accordingly, we develop a routing heuristic and prototype software to support routing considering loading options with swap bodies. We test the software with real world data and analyze costs, total driven kilometers and operating times. Furthermore, we perform a sensitivity analysis assuming different priorities for four different objectives. Finally, we demonstrate how this approach can be integrated in operational, tactical and strategic planning in logistic organizations.

The remainder of this paper is structured as follows. Section 2 provides a brief literature review of transport routing, relevant vehicle routing problems and routing software. Section 3 analyzes modeling and software requirements with respect to the regarded practical case. Section 4 describes the developed heuristic and prototype software and Section 5 provides computational results and sensitivity analysis. Section 6 gives conclusions and further research ideas.

2 Literature Review

This section provides a brief literature review of transport routing with swap bodies, relevant vehicle routing problems in operations research and routing software.

2.1 Vehicle Routing Problems in Operations Research

A vehicle routing model is the basic approach of operations research to model the business of a logistic carrier and similar logistics service providers. This section introduces the relevant specifications of vehicle routing problems.

The vehicle routing problem (VRP) assumes a set of customers that need to be served and a fleet of capacitated vehicles which are responsible for the service [10]. The core objective is to minimize costs, which means minimizing the total distance traveled in order to visit all costumers. The VRP is a routing problem for which the existing orders need to be assigned to vehicles. The general aim is to minimize the variable and fixed costs [7]. Additionally, further requirements need to be considered, e.g., time windows, maximum capacities or defaults of the loading order. The VRP can function as a basis to model these requirements.

The VRP with time windows has the additional requirement to deliver the goods to the customer in a defined time window [7]. These time windows can be fixed, i.e., if the orders cannot be in a time window, no solution will be provided [7]. The other opportunity mentioned in the literature are “soft” time windows [1]. In this case disregarding the time windows leads to higher costs of the overall solution.

Other ideas to specify more details lead to the VRP with pickup and delivery (or the Pickup and Delivery Problem). Within related models, goods are not just delivered to a customer but goods are also picked up. This appears, e.g., in the container business, when loaded containers are delivered and empty containers are brought back. In this case the class of Vehicle Routing Problems with Backhauls (VRPB) needs to be considered [13][14]. As in the problems mentioned before, time restrictions can lead to time windows as well. These problems are classified as VRPBs with Time Windows (VRPBTW)[4].

Synchronization and Split VRPs share the assumption that a service can be performed jointly by more than one vehicle. In VRPs it is assumed that each customer has to be served by exactly one vehicle. In the split delivery vehicle routing problem (SDVRP) this single-visit assumption is relaxed and each customer may be served by different vehicles [2][3]. Synchronization VRPs consider different kinds of interdependencies between routes leading to specific requirements of synchronization [6]. Drexl [6] classifies these requirements as task, operation, load, movement and resource synchronization and reviews appropriate modeling and solution approaches. Furthermore, Drexl [5] introduces the Vehicle Routing Problem with trailers and transshipments (VRPTT) that represents a class of vehicle routing problems with multiple synchronization constraints.

Mankowska et al. [12] also describe synchronization problems in vehicle operations and classify synchronization with respect to variable or fixed synchronization points and simultaneous or synchronization with precedence. They formulate a mixed-integer programming model for vehicle routing with fixed synchronization points.

2.2 Routing Software

Solution methods for hard optimization problems as the VRP and its extensions can be divided in exact and heuristic procedures. Exact procedures solve the problem towards optimality, while heuristics do not guarantee to find an optimal solution, but can provide good near-optimal solutions [10].

In 2013 Schipior [17] has analyzed different providers of software with vehicle routing functionality. He shows that the support of consideration of the advantages of swap bodies was not given. The PTV Group offers some modules which the partner uses already, but the modules do not support the restrictions of the swap bodies.

3 Modeling and Software Requirements

The first step towards solving problems is properly modeling them and understanding the requirements. In this section, we analyze requirements of the specific vehicle routing problem and appropriate decision support software.

3.1 VRP with Swap Bodies in the Practical Case of the Industry Partner

For the combined routing problem with swap bodies in the practical case, we have to consider a synchronization type with variable synchronization points and precedence constraints according to the classification of Mankowska et al. [12]. The synchronization points should be defined by planning procedures. Thus, they are not fixed ex ante. Furthermore, we have to assume synchronization requirements for the regarded planning problem as in the class of VRPTTs with operation, load and resource synchronization according to Drexl [5][6]. We consider transshipments (operations) with precedence, swap bodies (load) that need be moved by a vehicle with sufficient capacity and we consider transshipment points as scarce resources that are only available for a restricted number of vehicles and swap bodies. In contrast to the VRPTT, trailers need to be returned to a depot, since they are owned by third-party carriers and for the same reason an unlimited amount of vehicles can be supposed.

Besides that, we need to take specific requirements into account. The tactical planning in the practical case is based on master plans. A master plan is created based on past data and needs to be adjusted every month. The advantage of this planning process is that similar routes that appear regularly do not need to be re-planned. Orders, which do not appear in the master plan, need to be covered with extra tours. The operational planning is done by 25 employees who work seven days a week, 24 hours a day. All swap body containers have a GPS sensor on board and send their location to the main office. A big screen in the planning office shows the location of all the containers as well as the current traffic. The planers distribute the orders to external transport companies and react on exceptions during the transport process, such as traffic jams or accidents. The industry partner accepts new orders until six hours before the departure. This opportunity for the costumers leads to the requirement of a fast and flexible planning process. The planning situation is not dynamic as described by Psaraftis [16], due to the fact that the planning relays on an initial daily plan.

Starting with an initial routing solution as described above and performing an ex post optimization, the central question arises as follows: How big are the improvements for objectives as total driven kilometers, costs, empty driven kilometers and time? This requires a specific planning approach in contrast to planning models that initially consider swap body transshipments.

3.2 Ex Post Routing Software

With respect to the situation described in Section 3.1 we have to develop an ex post routing software that assumes and improves an initial routing solution. According to the process of software development, we start with a requirements specification [18].

The data need to be exported from the current planning system for importing them in the optimization program as a CSV file. In the program the data is mapped to an object orientated data model. By taking care of all the restrictions and objectives the program starts to search for changing points. The result can be exported for the next steps. Below, we present a list of all required features by the industry partner for a software prototype. The features are divided in different feature sets:

- Import of the data from a CSV file: possible change points, orders, planned routes, distances of the transport net
- Aggregation of the routes to tours, mapping of the orders to routes, calculation of the key performance indicators (KPIs)
- Integration of all the restrictions and calculation goals
- Implementation of an algorithm with time windows and cost calculation
- Assumption of more than one possible containers per truck
- Export of calculation results, program log file, saving of calculation settings
- Implementation of customs check for the industry partner
- Graphical and console view
- Independency of operating system

4 Heuristic Routing Software

The developed heuristic routing software has two major components: A heuristic algorithm and a decision support system.

4.1 Heuristic Algorithm

The VRPTT represents a class of complex planning problems for which only few exact solution methods exist [5]. Furthermore, we have to consider additional restrictions in the practical case. Thus, we decided to use a heuristic routing algorithm for the prototype software and an evaluation of the potential of transshipment with swap bodies. Figure 3 presents the pseudo code for this algorithm.

The heuristic basically compares all the change possibilities and takes all the practical restrictions into account. A tour includes one or more routes. Every route gives a possibility to change containers. If the change point meets the settings of costs, distance and time savings, the change is classified as a possible change point. For the evaluation of the quality of the change points, special KPIs are defined. Due to the requirements of the industry partner a special point in the calculation is set up where specific coding can be included and more practical restrictions can be taken into consideration. The output of the heuristic is a flat list of change possibilities. The list is build up out of the export objects. The user can see in the log details, at what time the algorithm is working on comparing which solution.

```
FORALL routes DO
    FOR ALL routes DO
        IF route is on the same tour as the original one THEN
            STOP
        END IF
        IF two empty tours should be combined THEN
            STOP
        END IF
        FOR ALL change points DO
            IF both routes start or end at a change point THEN
                STOP
            END IF
            IF the combination has already been checked THEN
                STOP
            END IF
            IF no trailers for change are available THEN
                STOP
            END IF
            Assure that all the routes are driving to the change point
            Calculation of the new distances and route times
            IF time and costs need to be taken in consideration THEN
                IF time windows does not fit THEN
                    STOP
                END IF
            END IF
            Creation of a new route with all the attributes
            Modification of the complete tour with the new route
            Calculation of the tour KPIs
```

Figure 3: Pseudo code of the developed heuristic routing algorithm

4.2 Prototype Software

Figure 4 illustrates the functionality of the developed prototype software. The first step is to import the planning data. The screenshots show the successful import of the planning data into the optimization program.

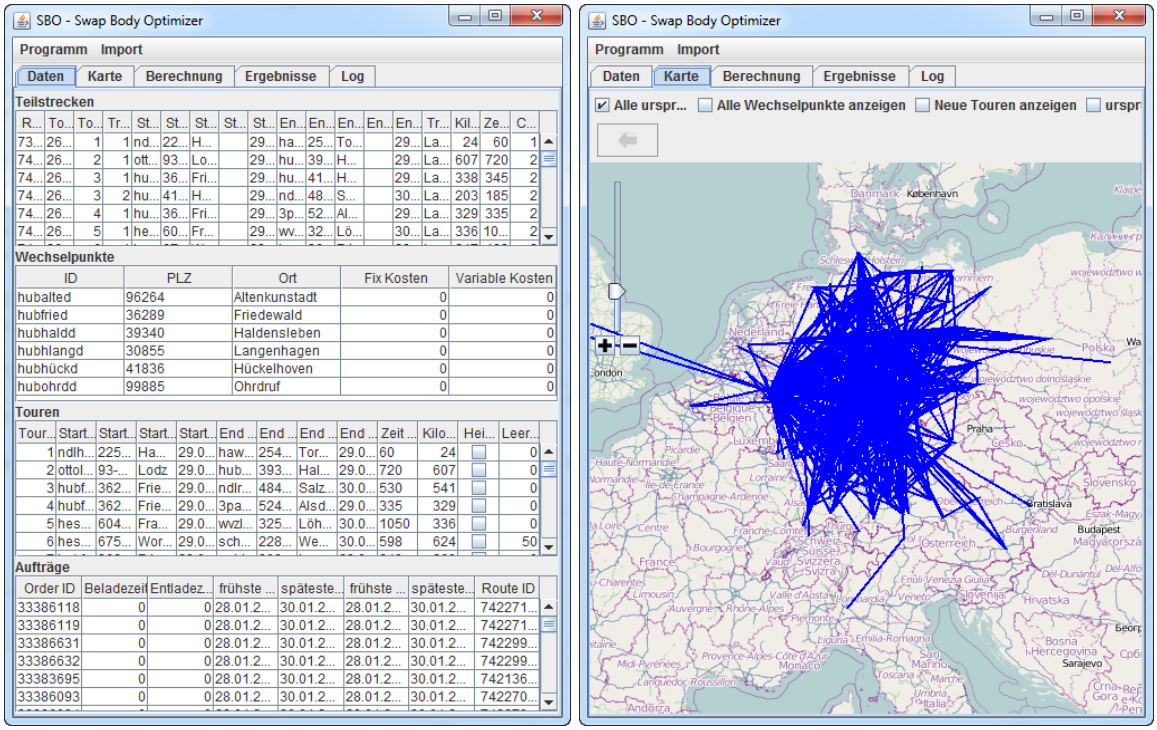


Figure 4: Screenshots of the imported tour data and map

The data of the routes, change points, tours and orders can be controlled in the screen. A modification of the data can only be done by editing the original data and starting the import process again. The imported data can be displayed on a map. The screenshot demonstrates how this looks for a typical planning day.

The filter in the upper section of the program allows selecting only tours or changing points. The user can interact in the map by zooming and by switching the view. After a calculation for change points the new calculated routes are displayed on the map.

4.3 Decision Support for Operational, Tactical and Strategic Planning

Generally, decision support and planning models can be distinguished according to their planning horizon. In this section we demonstrate, how the developed approach can be integrated into operational, tactical and strategic planning.

4.3.1 Operational Planning

In operational planning a quick response time to changes on the plan are in the focus of the planners. Therefore, a quick calculation of possible combination via a change point has the highest priority in this step. The orders need to be checked for possibilities of combination. For this, all planned routes need to be checked. The calculation time for this is estimated as less than ten seconds. The advantage is that with a little effort routes can be checked for possible combinations. Once a combination is

found, the savings potential is displayed, too. Disadvantages can appear with long calculation times for the proposal of combinations. If the calculation takes too long, the calculation can be made in the background of the program, as soon as enough information is available for the calculation.

4.3.2 Tactical Planning

The primary objective of tactical planning is the improvement of the master plan, which is the basis for the operational planning. Every change in tactical planning has an influence on the operational planning. The process of the typical use of the prototype in tactical planning is shown in the section on the use of the software. The challenge in the use of the program in this context is to find data with a good quality for the calculation. In this example the planning data of a typical day is sufficient. For further analysis daily ups and downs need to be considered as well. As an extension of the program we propose to add a feature to compare the feasible solutions with each other. A prioritization of the objectives of the program can lead to an automatic choice of the best feasible solution.

4.3.3 Strategic Planning

The core objective of strategic planning is to make long-term decisions for the strategic direction of the company. Improvements on the plan are based on aggregated data from the operational and tactical levels. The goal of the use of this prototype can be to identify new change points in the transportation network. The higher number of change points has direct impact on the tactical planning, because now more change points need to be considered in the route planning. The costs for the use of a change point can be different. This leads to a detailed cost consideration of the change points. The fixed and variable costs of the change points can be set up in the import data. For an optimal use of the prototype for this scenario the software needs to have the possibility to compare the old with the new results of the calculation.

5 Computational Study

We tested the developed algorithm and routing software with real world data from the cooperating carrier. In this section we present general improvements of the ex post planning approach and perform a sensitivity analysis assuming different priorities for different routing objectives.

5.1 Ex Post Planning Results

We have tested the algorithm with planning data of 2792 orders which are planned on 1438 routes. Every truck drives with 1,94 swap body containers on average. Thus, many trucks have trailers. The routes are planned on 734 tours, meaning that every tour has 1,96 routes. In total 349418 kilometers are driven in 309329 minutes (5155,48 hours). For the first test all five hubs of the industry partner are used as potential change points. To fulfill the need of a good solution for the industry partner, these restrictions are set up:

- Minimal tour length: 1 kilometer
- Maximal tour length: 650 kilometer
- Minimal change time: 30 minutes
- Trailers can be used on every route

Table 1 gives on overview of the different savings:

	Number of transshipment points	
	5	63
Number of results [-]	525	8006
Number of different routes [-]	136	396
Savings of kilometers [km]	-10484	3983
Savings of time [min.]	7289	71159
Change of empty containers [%]	26,32 %	11,45 %
Cost savings [€]	-10848	3983
Computational time [sec.]	30	1070 – 1440

Table 1: Comparison of the best calculation results

The comparison shows the improvement of vehicle routing by the developed algorithm. The increase of the number of change points leads to an increase of the savings. Facing these results we need to look into the computational times of the algorithm to show, where in the planning process the prototype can be used best. For this comparison we tested the computational times on a computer with the following specifications: Processor: Intel Core 2.60 GhZ; RAM: 8 GB; Operating system: 64-bit Windows 7 Enterprise System priority. These results make a use in all different stages of the planning process possible. For negative values in the table, the algorithm did not find any improvements but concluded deterioration.

5.2 Priority Sensitivity Analysis

In road transport and vehicle routing different objectives need to be considered. The developed planning software enables us to assign priorities to these objectives which are especially relevant in practice. Table 2 shows a sensitivity analysis under consideration of different priorities. We create each priority by assigning a dominant weight to one objective and an equally dominated weight to the other objectives.

	Priority	Amount of partial routes	Kilometer savings	Time savings	Empty tours reduction	Cost savings
1	Kilometer	612	44158	508439	34,56%	44158
2	Costs	612	44158	508439	34,56%	44158
3	Time	612	44158	508439	34,56%	44158
4	Empty tours	1197	-20963	1189714	43,68%	-20963

Table 2: Sensitivity analysis assuming different strategies (different priorities for objectives)

The results are identical for the first three priorities. This happens because no savings of opportunity costs could be created and due to the assumption that driven kilometers cost 1 € and the use of transshipment point was not punished. For priority of empty tours, the strategy becomes clearly visible. Empty tours can be reduced more significantly, but this leads to more total driven kilometers, more costs and more time consumption.

6 Conclusion

Combined road transport with swap bodies creates opportunities for carriers to reduce costs, total driven kilometers, operating times and emissions. However, prior research has shown that this problem class is rarely focused in science and leads to challenging optimization models. Thus, there remains a need for appropriate planning models and routing software. In this paper we have developed a heuristic routing software regarding the case of a cooperating carrier and evaluated our approach with real world data under consideration of different planning priorities.

We found that the regarded case could be classified according to recent work by Drexl [5][6] and Mankowska et al. [12], but we had to model specific constraints to fulfill all requirements of the industry partner. We developed a heuristic algorithm and decision support software that take all these requirements into account. Furthermore, we demonstrated how this approach can be applied in operational, tactical and strategic planning of logistic organizations. We tested the software with real world data and observed significant reductions in costs, total driven kilometers and operating times. We were also able to assign priorities to different objectives and analyzed their interdependencies. Most notably, we demonstrated the potential of combined road transport and provided a solution method in the complex and emerging research field of vehicle routing with synchronization constraints.

While this paper used an ex post planning approach a comparison to an ex ante model would an interesting extension. Also, we plan to substitute the heuristic by an exact or a matheuristic method depending on time limits deemed practical. A further interesting extension could be the integration of emissions as a planning objective.

7 References

[1] Appel, W (2013): Nutzfahrzeugtechnik: Grundlagen, Systeme, Komponenten. 7th ed., Springer Vieweg, Wiesbaden.

[2] Archetti, C; Savelsbergh, MWP; Speranza, MG (2008): To Split or Not to Split: That is the question. Transportation Research Part E 44 (1):114–123.

[3] Archetti, C; Speranza, MG; Savelsbergh, MWP (2008): An Optimization-based Heuristic for the Split Delivery Vehicle Routing Problem. Transportation Science 42 (1):22–31.

[4] Berbeglia, G; Cordeau, JF; Gribkovskaia, I; Laporte, G (2007): Static Pickup and Delivery Problems: A Classification Scheme and Survey. TOP 15(1):1–31.

[5] Drexl, M (2013): Applications of the Vehicle Routing Problem with Trailers and Transshipments. European Journal of Operational Research 227 (2):275-283.

[6] Drexl, M (2012): Synchronization in Vehicle Routing—A Survey of VRPs with Multiple Synchronization Constraints. Transportation Science 46(3):297–316.

[7] Eksioglu, B; Vural, AV; Reisman, A (2009): The Vehicle Routing Problem: A Taxonomic Review. Computers & Industrial Engineering 57(4):1472–1483.

[8] Fu, Z; Eglese, R; Li, LYO (2007): Unified Tabu Search Algorithm for Vehicle Routing Problems with Soft Time Windows. Journal of the Operational Research Society 59(1):663-673.

[9] Ghiani, G; Laporte, G; Musmanno, R (2004): Introduction to Logistics Systems Planning and Control. Wiley, New York.

[10] Golden, B; Raghavan, S; Wasil, E (eds.) (2008): The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges. Springer, New York.

[11] Graf, HW (2009): Optimierung des Wechselbrückentransports – ein Spezialfall der Tourenplanung. In: Buchholz, P; Clausen, U, *Große Netze der Logistik*. Springer, Berlin.

[12] Mankowska, DS; Bierwirth, C; Meisel, F (2011): Modeling the Synchronization of Transport Means in Logistics Service Operations. Lecture Notes in Computer Science 6971:74-85.

[13] Parragh, SN, Doerner, KF., Hartl, RF (2008): A Survey on Pickup and Delivery Problems. Part I: Transportation Between Customers and Depot. Journal für Betriebswirtschaft 58(1):21-51.

[14] Parragh, SN, Doerner, KF, Hartl, RF (2008): A Survey on Pickup and Delivery Problems. Part II: Transportation Between Pickup and Delivery Locations. Journal für Betriebswirtschaft 58(2):81–117.

[15] Psaraftis, HN (1980): A Dynamic Programming Solution to the Single Vehicle Many-to-Many Immediate Request Dial-a-Ride Problem. Transportation Science 14(2):130-164.

[16] Psaraftis, HN (1995): Dynamic Vehicle Routing: Status and Prospects. Annals of Operations Research 61(1):143–164.

[17] Schipior, D (2013): Transport- und Tourenplanung. Diplomica, Hamburg.

[18] Stephens, M; Rosenberg, D (2010): Design Driven Testing. Apress, Berkley.

Teilkonferenz: IT-Unterstützung des Personal-managements

Personalinformationssysteme (PIS) automatisieren Personalprozesse, bieten Self-Services für Mitarbeiter sowie Führungskräfte und stellen Personaldaten zielgruppen- und verwendungsgerecht zur Verfügung. Ferner soll durch PIS die Informationsversorgung aller Bezugsgruppen des Personalmanagements verbessert und die Qualität von Entscheidungen erhöht werden. Die angenommen Beiträge decken ein breites Spektrum des IT-gestützten Personalmanagements ab:

- *Piazza, Röhrs und Strohmeier* entwickeln ein System für die Definition und Komposition von Personalmanagement-Metriken.
- *Bensberg und Vogel* entwickeln ein Dashboard für die Identifikation von Qualifikationsbedarfen in Jobportalen.
- *Pilarski und Schumann* identifizieren Personalmanagement-Prozesse, die sich für die Unterstützung durch mobile Anwendungen eignen.

Wir bedanken uns bei den Autoren aller eingereichten Beiträge. Diese haben uns Einblicke in ihre interessanten Forschungsergebnisse gewährt, auch wenn letztlich nur die drei besten Beiträge angenommen werden konnten. Unser Dank gilt des Weiteren den Mitgliedern des Programmkomitees, die sich die Zeit genommen haben, den Autoren durch konstruktive Begutachtungen bei der Weiterentwicklung ihrer Forschungsansätze zu helfen: Prof. Dr. Andrea Back (Universität St. Gallen), Prof. Dr. Stephan Böhm (Hochschule RheinMain), Prof. Dr. Susanne Strahringer (Technische Universität Dresden), Prof. Dr. Stefan Strohmeier (Universität des Saarlandes) und Prof. Dr. Axel Winkelmann (Universität Würzburg).

Dezember 2013

Matthias Schumann, Fabian J. Froese

(Teilkonferenzleitung)

Mobile Applications in Human Resource Management – A Task-Technology-Fit Perspective

Björn Pilarski

Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 37073 Göttingen, E-Mail: bpilars@uni-goettingen.de

Matthias Schumann

Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 37073 Göttingen, E-Mail: mschuma1@uni-goettingen.de

Abstract

The increasing diffusion of mobile devices and wireless communication networks provides organizations with an infrastructure that allows the deployment of mobile applications that are able to increase the efficiency and effectiveness of business processes [18]. However, even though human resource (HR) professionals state that the use of mobile applications can improve the efficiency of HR processes [26], the use of mobile applications within human resource management (HRM) is only partially analyzed (e. g. in the case of personnel marketing [35]). To address this research gap, we develop a task-technology fit model [15] that can be used to identify business processes where mobile applications can be beneficial and apply this model to HRM. Thereby, we identify potential usage scenarios for mobile HR applications within the processes recruiting, administration, and controlling.

1 Introduction

The increasing distribution of mobile devices (e. g. smartphones or tablet PCs) allows organizations to deploy mobile applications that enable the location-independent access to business information or processes [23]. Thereby, first studies show that such applications can enhance the efficiency and effectiveness of business processes, e. g. by simplifying coordination between process actors [18]. In respect to the area of human resource management (HRM), human resource (HR) professionals state that the use of mobile applications could help to improve the efficiency within HRM processes [26]. However, only certain aspects (e. g. personnel marketing [4; 35]) of mobile HR applications are already covered in depth. Thus, our goal is to present a comprehensive view on HRM processes and to display usage scenarios for mobile HR applications that can serve as a starting point for future studies. Therefore, it must be analyzed under which general conditions the use of mobile applications can lead to advantages. Unfortunately, existing approaches for assessing the eligibility of business processes for mobile applications are either restricted to certain types of processes [19] or incomplete [34]. To close this gap, we ask the following research question:

RQ1: What are criteria that business processes must match to benefit from mobile applications?

By applying these criteria, we identify HRM processes where the use of mobile applications can be beneficial. We therefore ask:

RQ2: Which HRM processes can benefit from the support through mobile applications?

We thereby also identify general characteristics of HRM processes that foster or restrict the use of mobile applications within the HRM domain. The remainder of this paper is structured as follows: At first, we outline our research design and introduce the task-technology fit (TTF) model by Goodhue and Thompson [15] which we use as the theoretical foundation of our work (section 2). Afterwards, we display related research in mobile applications and HRM which we use as basis for our analysis (section 3). We use the characteristics of mobile applications to deduce criteria that business processes must match to be eligible for mobile applications (section 4) which we apply to HRM processes to display usage scenarios within processes that have a high eligibility for mobile applications (section 5). Finally, we outline the contributions and shortcomings of our work and highlight possibilities for further research (section 6).

2 Research Design: Task-Technology Fit

In general, to what extend technologies can add value within business processes depends on the matching between the characteristics (features) of the used technology and the characteristics (requirements) of the underlying task. While the term task is defined as the activities or behaviors that individuals need to accomplish a goal [12], the term technology represents the tools that are used to perform this task [16]. The fit between both characteristics is described within the task-technology fit model by Goodhue and Thompson [15], whereby a higher fit leads to a better support of an individual's tasks and increases work performance [12]. Thereby, we define performance gains as an increased efficiency or effectiveness in task fulfillment [34]. In our case, the processes that are executed within HRM represent the task perspective and mobile applications constitute the technology that is used to perform these tasks. Thus, the fit represents the degree by that HRM activities can be supported by mobile applications in order to increase task fulfillment performance. The general task-technology fit model for mobile HR is depicted in Figure 1.

Figure 1: Task-technology fit model for mobile HR

3 Related Research

3.1 Human Resource Management

In the relevant literature exists a variety of definitions for HRM [2; 5]. These definitions have in common that they define the goal of HRM as ensuring the short-, medium-, and long-term supply of the organization with qualified and motivated employees [43] and see HRM as responsible for all administrative and developmental activities concerning employees, positions, or qualification programs [25]. These different perspectives on HRM can be described by the four dimensions temporal horizon, goal setting, content, and scope [42]. The *temporal horizon* defines for which period activities are executed in terms of an operational, tactical, and strategic level [27]. The *goal setting* of HRM can be separated into workforce administration, value addition, and the generation of strategic competitive advantages [42]. The dimension of *content* is differentiated into a system related-view (HRM is located at organizational level [42]) and an integrated view on HRM (also comprises activities on team and individual level [3]). Finally, the *scope* of HRM can be separated into a functional (only a single organizational function is responsible for HRM) and a comprehensive view (all business units are responsible for HRM) [42]. To allow the creation of a comprehensive view, we don't restrict HRM in terms of the temporal horizon or different goals and use an integrated view in terms of the content [25]. Furthermore, we see the responsibility of HRM in all business areas since it represents the current role of HRM in theory and practice [17]. Thus, we define HRM as all operative, tactical and strategic activities that serve the deployment and leadership of qualified and motivated employees. Based on Klein, we separate HRM activities into supporting processes, processes to control employee deployment, and processes to control employee commitment which are depicted in Table 1 [25; 39]. We decided to use this categorization because it summarizes and combines different process models from the HR domain and thus allows an encompassing analysis.

Process		Description
Support Processes	Administration	Is responsible for all administrative tasks within HRM [28], which includes core data record keeping as well as the management of working times [21]. These records build the information basis for other HRM processes like HR controlling or payment processing (e. g. using work time records as basis for salaries).
	Controlling	Analyses employee related information with the goal to derive activities that help to ensure a sustainable HRM [21], based on aggregated information from HR administration (e. g. information about payroll costs or average absence of employees). These analysis therefore serve as an information source for other HRM processes (e. g. workforce planning or recruiting) [45].
Processes to control employee deployment	Workforce planning	Determines the status-quo and future need of employees in terms of quantity, quality, time, and location [20; 31]. The goal is to timely identify problems (e. g. quantitative or qualitative deficits) and initiate HRM activities to prevent their occurrence [42].
	Recruiting	Aims at the elimination of workforce deficits through the acquisition of qualified employees [20]. Besides that, the creation and maintenance of the organizational image as an employer (e. g. employer branding) is also part of the recruiting function [42].
	Deployment	Optimizes the deployment of employees within the organization [7]. This comprises the career planning of employees and succession planning as well as the structure of work content, places, and times [20].
	Development	Is responsible for the qualification of employees according to their current and future competence needs (e. g. based on career or succession plans) [25] to increase the efficiency and effectiveness of task fulfillment [42]. In accordance to Klein, we use a narrow definition of employee development which excludes the learning-process [25].
	Personnel layoff	Aims at the prevention or reduction of overcapacities within the workforce [21]. Beyond that, the retention function is responsible for maintaining relationships to former employees that left the organization [25].
Processes to control employee commitment	Leadership	Fosters the goal oriented performance of employees using tools on an organizational (e. g. the design of decision making or control processes) or individual level (e. g. the arrangement of objectives) [21].
	Compensation Management	Is responsible for the processing and design of employee-related payments which relies on information from HR administration (e. g. wages or salaries) with the aim to foster employee commitment [42].
	Assessment	Evaluates employees in terms of their performance (primarily the degree of goal achievements) and capabilities (by focusing on the possible future development of an employee) [21].

Table 1: HRM process categorization

3.2 Mobile Business

In the literature, there are diverse definitions of ***mobile business*** that primarily vary in the scope of the domain. While some authors define mobile business only as transaction related use of mobile technologies [38; 48] other authors take a broader approach and define mobile business as any use of mobile technologies within an organization [33; 40]. Since our aim is to identify HRM processes that can be supported, we also use a broad approach and define mobile business as all activities in an organization that are executed or supported by mobile technologies. The term mobile technologies encompasses the use of wireless communication technologies (e. g. UMTS), mobile devices and mobile applications [9]. We define ***mobile devices*** as devices that can be used location (anywhere) and time (anytime) independently [24; 36; 46], offer instant internet connectivity (always-on) [24; 36], allow user interaction [24; 46], and are primarily assigned to one person [24; 36]. The location independent use of mobile devices thereby comprises their ability to be easily used during transportation [29] which differentiates them from laptops or other semi-portable devices [30]. In the following, we use a narrow understanding of mobile devices and only consider smartphones and tablet PCs [34] since they are the only devices that match our definition and allow the deployment of complex applications that are powerful enough to support business processes [11]. However, the small size of mobile devices that enables their high local mobility also leads to hardware restrictions like display size or computational ability [44].

Mobile applications (e. g. Apps) are executed on mobile devices and are defined as applications that can be used location independently and can communicate with other information systems using wireless communication technologies [44]. Due to the hardware restrictions of mobile devices, mobile applications are primarily considered as extensions for existing systems with a centralized data

management [13; 32]. We separate the characteristics of mobile applications into two categories, limitations (primarily attributable to the physical restrictions of mobile devices) and advantages that result from their use, so called mobile added values (MAV) [46], which are both depicted in Table 2.

Mobile Application Characteristics		
Limitations		
L1	Limited Space for Information Display	Due to the small physical dimensions of mobile devices (and their displays), the space of mobile applications for information display is limited [1].
L2	Limited Possibilities for Data Input	Text input within mobile applications is commonly carried out by using on-screen keyboards whose size is also limited by the small dimensions of mobile devices displays [1].
Mobile Added Values		
M1	Identification Functions	As mobile devices are commonly assigned to only one person, the user of a mobile application can easily be identified [22; 38; 46].
M2	Localization Functions	Mobile applications can use localization functions of mobile devices (e. g. GPS) to locate the user and thus allow the development of location-based services [22; 38].
M3	Ubiquitous Accessibility	Mobile applications can access remote information and functionalities (e. g. by triggering events on remote systems) independently from temporal and local constraints [22; 34; 46].
M4	Ubiquitous Reachability	Due to the permanent internet connectivity of a mobile device, the user of a mobile application can be reached independently from temporal and local constraints [22].

Table 2: Mobile Application Characteristics

Some authors already presented initial frameworks that try to assess the eligibility of business processes for mobile applications [19; 34]. However, these approaches are either restricted to certain types of processes (e. g. processes with a certain degree of local distribution [19]) or are incomplete (e. g. by not considering limitations of mobile applications [34]). We integrated the insights from these studies into our results in the following section, where we use the characteristics from Table 2 to deduce task characteristics that influence the fit of business processes for mobile applications.

4 Criteria to Assess the Fit of Business Processes and Mobile Applications

4.1 Criteria Based on Mobile Application Characteristics

As stated in section 3.1, the small size of mobile devices leads to limited space for information display (L1) and data input (L2). Therefore, the information that is displayed within mobile applications must be provided in a way, that it can be easily accessed using small screens (e. g. by using hierarchical information structures [1]) and the need for manual data input must be reduced. Within an unstructured business process, it must not always be clear which information will be needed and how many data must be entered, before a single instance of the process is executed. This makes a preprocessing of required information hard to realize and increases the need for manual data input. Thus we state that *business processes that need a known amount of information and only little (and well defined) data input have a higher eligibility for mobile applications* ***(H1)***.

The ability of mobile applications to provide the user with information or functionalities dependent on the users' current location (M2; e. g. by displaying information about customers near the users' current position) [8] eliminates or at least reduces efforts for retrieving relevant information which leads to an increased efficiency [41]. Thus, we argue that *the more location-based information is relevant for business process activities, the higher is it's eligibility for mobile applications* ***(H2)***.

The access to remote functionalities (M3) allows the user to directly enter data into remote information systems when it is necessary (e. g. collecting receipts during a business trip or taking notes during a meeting). This leads to less media breaks and transmission errors [6; 34] and thus an

improved process performance. According to this we state that *the more media breaks are present in a business process, the higher is it's eligibility for mobile applications* ***(H3)***.

The ubiquitous reachability (M4) of mobile applications enables the development of notification functions (e. g. push messages) that inform the user about recent events (e. g. a new task within a business process). In conjunction with the possibility to access remote information and functionalities (M3), these mechanisms can be used to accelerate the coordination between different process actors (e. g. due to distributed responsibilities). Thus, mobile applications reduce delays in process execution by making actors accessible and providing all relevant information for task execution [47]. As these advantages can only be realized when coordination problems exist, we state that *the more actors are involved in a cooperative business process, the higher is it's eligibility for mobile applications* ***(H4)***.

These coordination problems primarily exist, when process actors frequently work outside their office environment. Even though early studies show that the use of mobile applications outside of classic mobile scenarios can be favorable (e. g. by replacing handwritten notes in customer meetings where the use of laptops is not appropriate [6]), the advantages from ubiquitous reachability (M4) and accessibility (M3) can especially be realized when actors are geographical mobile [34]. If this is not the case, the deployment of applications that are accessible through a stationary system would be satisfying to e. g. improve actor coordination. Therefore we state that *the higher the mobility of actors within a business process is, the higher is it's eligibility for mobile applications* ***(H5)***.

As already stated, mobile applications offer the possibility to inform the user about triggered events and provide information to enable instant task processing independent from local or temporal constraints (M4). This possibility is especially important if such events must be executed within a short period of time [14]. Furthermore, the ability to speed up processes leads to greater benefits if these processes are time critical. Based on this, we state that *the more time critical a business process is, the higher is it's eligibility for mobile applications* ***(H6)***.

4.2 General Criteria

As a result of the spatial mobility of mobile devices and their small size, users carry their mobile device with them wherever they go, which leads to a higher risk of losing the device, whether through theft or carelessness [9]. If sensitive information is stored on a mobile device, a loss can lead to a situation where this information can be accessed by individuals or organizations that are not authorized (e. g. competitors). Hereby, we define sensitive information as all information that (if disclosed) "could violate the privacy of individuals, reduce the company's competitive advantage, or could cause damage to the organization" [37]. Since the use of mobile devices increases the risk that sensitive information is disclosed we state that *the higher the sensitivity of processed information within a business process is, the lower is it's eligibility for mobile applications* ***(H7)***.

Furthermore, the deployment of a mobile application is a cost intensive process (either through development or acquisition costs) so that it doesn't seem to be economically efficient to provide an application system that is rarely used [34]. Therefore we argue that *the higher the execution frequency of a business process is, the higher is it's eligibility for mobile applications* ***(H8)***.

5 Model Application in Human Resource Management

5.1 Criteria Evaluation

Table 3 summarizes the criteria for mobile eligibility (e. g. the fit between task and technology characteristics) we developed in the previous section (by answering RQ1) and how these criteria are evaluated in the context of HRM processes. In that case, sensitive information is all information that is related to an individual employee and thus underlies legislative restrictions, e. g. in terms of access. Furthermore, it is evaluated if location-based information is present, if multiple actors are involved in, and if the process is time critical. Since it is not possible to assess the mobility of certain actors outside a specific business case, we measure this criterion by assuming that managers tend to be more mobile than other actors [34]. The execution frequency of a process is separated info a frequent execution and a periodical execution. However, the information needs of a process and the amount of media breaks cannot be evaluated without a concrete business case, since the structure of processes varies between organizations. In the following, we will take a closer look at the HRM processes (see section 3.1) and analyze whether tasks within these processes are eligible for mobile applications or not.

Criteria	**Evaluation**	
	Positive eligibility for mobile applications	Negative eligibility for mobile applications
H1: Information needs	*Not measureable outside a specific business case*	
H2: Location-based information	(+) location-based information needed	(-) no location-based information needed
H3: Media breaks	*Not measureable outside a specific business case*	
H4: Quantity of actors	(+) multiple actors	(-) one actor
H5: Actor mobility	(+) managers involved in process	(-) no managers involved in process
H6: Timeframe	(+) Time critical	(-) non-time critical
H7: Information sensitivity	(+) no personal data existent	(-) personal data existent
H8: Execution frequency	(+) frequently	(-) periodical

Table 3: Evaluation of identified criteria within HRM

5.2 General Assessment of HRM Processes

Since the main task of HR ***administration*** is the management of employee records, which contain all information about single employees (e. g. qualifications, working times, or any other HRM related activities) [21], the processed information is sensitive (-). Besides this, some administrative activities can make use of location-based information, e. g. by recording arrival and leave times of employees for working time management (+). Furthermore, the HR department, managers, and employees must be coordinated in specific workflows (+), e. g. within authorization processes for business trips, which also leads to a high actor mobility in the case of managers (+). Even though these processes are carried out frequently (+), most of them are not time critical. However, certain workflows must be carried out quickly in order to support employees and managers in their daily work (+), e. g. approving business trips or communicating sick notes. In summary, HR administration has a high eligibility for mobile applications and should be investigated in depth to identify potential usage scenarios.

The main responsibility of HR ***controlling*** is the definition, calculation, and communication of KPIs which includes quantitative information (e. g. about labor costs or age distributions) as well as aggregated employee-related information [10]. However, since most reported information is based on quantitative, aggregated data and is not related to specific employees, the information sensitivity is low (+). Even though the design and assessment of these KPIs is not related to a specific location, the actual state of KPIs could be communicated by displaying information about the current location (e. g. absence rates in an organizational subunit) that an HR professional or manager is currently visiting.

Thus, location-based information is present and could be used to simplify the retrieval of site-specific KPIs (+). The mentioned activities are primarily conducted by the HR department and managers and must be coordinated between them (+), either during the collection of information from managers or by answering their information requests [25]. Thereby, the involvement of managers leads to high actor mobility (+). In terms of the execution frequency must be said, that the calculation of KPIs is typically conducted continuously (+) [25]. Furthermore, the actual values of KPIs serve as information basis for decisions in other HR processes that must be made in a short period of time (+), e. g. decisions about recruiting measures based on information about competence deficits. According to this, the eligibility of HR controlling is high and possible usage scenarios should be investigated.

The main activities within ***workforce planning*** are the estimation of the gross employee demand, current employee stock, and the net employee demand which all rely on employee-related (e. g. possessed competencies) and thus sensitive information (-) [42], location-based information is not needed within these activities (-). Even though managers are responsible for the assessment of their own employees, the core activities are carried out by the HR department without high coordination efforts with other actors (-) [21]. Since managers are barely involved in these activities, the actor mobility is low (-). As workforce planning is typically conducted in a periodical (e. g. annually) manner (-) its timeframe is rather long and thus not time critical (-) [21]. According to this, the overall eligibility of workforce planning for mobile applications is low.

Since the main information that is processed in the ***recruiting*** process is about applicants, it is person-related and thus sensitive [20]. The only exception is the task of employer branding (e. g. personnel marketing) where person-related information is not necessary (+). Furthermore, employer branding is the only task in recruiting that can profit from location-based information, e. g. by providing information about vacant positions near a user's position (+) [4]. The main actors of the recruiting process are HR professionals, managers, and applicants with coordination effort especially between the HR department and managers (e. g. during applicant selection) [25]. This also implies high actor mobility in case of managers (+). Furthermore, the recruiting process is executed frequently (+) (e. g. every time a position is vacant) and is time critical since positions should be staffed as fast as possible to ensure business continuity (+) [10]. Due to this, the overall eligibility of the recruiting process is high and should therefore be investigated in more detail, even though the limitation of sensitive information must be considered in most activities.

The ***deployment*** of employees deals with succession or career plans which are connected to information about single employees and thus sensitive (-) [21]. Furthermore, there is no location-based information needed within the process (-). Besides the HR department and employees, also managers are involved (+) in the process [25] which leads to high actor mobility in the case of managers (+). However, since employee deployment is carried out in a periodical manner (-) (e. g. by annually creating succession or career plans [42]) and the process is not time critical (-), the overall eligibility for mobile applications is low.

The ***development*** of employees is based on their qualifications and possessed competences which is person related information and thus classified as sensitive (-) [25]. As the development of employees is planned and conducted independently from specific locations, no location-based information is needed (-). Moreover, development plans are typically created for a longer (e. g. annual) timeframe (-) so that the process is not time critical (-) [21]. The activities within employee development are primarily executed by the HR department but must be coordinated with affected employees (+) [42]. However, managers are not involved in the process which leads to a low actor mobility (-). According to this, the overall eligibility for mobile applications is low.

Since the identification and execution of ***layoff*** measures is directly related to single employees, the processed information is sensitive (-) [42]. Thereby, location-based information is not needed in the process (-). As the identification of layoff measures results from an overcapacity of staff that is determined during workforce planning [20], it is executed in a periodical manner (-) and (due to regulations, e. g. in terms of cancellation periods) has a rather long timeframe (-) [10]. Even though multiple actors (+) are involved in the process (e. g. by negotiating layoff measures between the HR department, managers and employees) and the actor mobility is high (+) (due to the involvement of managers), the overall eligibility for mobile applications is low.

As the ***leadership*** of employees determines the goals and their achievement of employees [42], the information that is processed is directly related to a person and thus sensitive (-). Location-based information is not needed, since these goals depend on the tasks and success of employees and not a specific location (-). The setting, controlling, and evaluation of goals is typically conducted by the HR department, managers, and employees [25], which leads to both, a coordination effort (+) and a high actor mobility (+) in case of managers. Even though these goals are set up on a periodical basis (e. g. by setting goals for the next year with a semi-annual evaluation [42]), their progress is documented continuously so that the execution frequency of certain activities is high (+). However, the setting, controlling, progress documentation, and evaluation is not time critical (-). According to this, the overall eligibility for mobile applications is low.

The ***payroll processing*** handles all information about employees' wages, salaries and benefits [20], which is all person-related and thus sensitive (-). Within the performed activities, no location-based information is needed (-), since the definition of organization wide or individual payments as well as the conduction of payment processing is independent from specific locations. The design of payment systems is negotiated between HR departments, managers, and employees (either as individuals or in terms of workers' representation) [25], which leads to high coordination efforts (+) and a high actor mobility in terms of managers (+). However, these negotiations are typically conducted periodically (-), e. g. in terms of collective salary negotiations [25], and are not time critical (-). Therefore, the overall eligibility of payment processing for mobile applications is low.

Information within the design, conduction, and result assessment of employee ***assessments*** typically consists of employee-related information like competences or goal achievements [42] that are classified as sensitive (-). Furthermore, this information is assigned to single employees instead of specific locations so that location-based information is not needed (-). The activities within the evaluation process are conducted by the HR department and managers (e. g. during the design of evaluation measures) as well as the employees (e. g. during the conduction of evaluation measures) [25], which leads to multiple actors that must be coordinated (+) and a high actor mobility in case of managers (+). However, these evaluations are primarily carried out periodically (-) within annual employee appraisals [42] and have a long timeframe (-). Overall, the eligibility for employee evaluations for mobile applications is low.

By considering RQ2, the recruiting, administration, and controlling processes possess (at least partially) a high eligibility for mobile applications. In the next section, we will take a close look at these processes and deduce potential usage scenarios for mobile HR applications. In general, especially the criteria of information sensitivity reduces the eligibility of HRM processes for mobile applications, since most information that are processed are directly related to employees and thus sensitive. Furthermore, location-based information is barely needed within HRM processes so that location-based services can't add value. However, particular processes where actors are working

collaboratively (e. g. approval processes between the HR department and managers with a spatial mobility) can benefit from an improved coordination.

5.3 Usage Scenarios for Mobile HR Applications

Regarding the activities within the HR administration process, mobile applications can help to accelerate workflows. As already mentioned in the previous scenario, workflows that require a high amount of coordination between mobile actors tend to be decelerated by delays in decision making. In the case of HR administration, this is especially true for a variety of approval processes within ***working time management*** like applications for business trips or leave [25]. Allowing managers to approve such applications using mobile applications could accelerate these processes and make their execution more efficient. Furthermore, location-based information could be used for the recording of employee working hours, e. g. by starting the recording when an employee enters a site (e. g. a company building or a customer site) and stopping it at leave.

Finally, mobile applications can be used within ***HR controlling*** to communicate the actual state of KPIs by distributing distinct HR information to managers to enhance decision support. Mobile applications could provide these KPIs on different aggregation levels so that HR professionals or managers could easily find the information they need for decision making. Based on their current position, the information retrieval could be enhanced by directly providing information about the site at the current location of the user. Thereby, mobile applications could accelerate the retrieval of needed information and enhance the information basis for decision making.

Considering the subtasks of the recruiting process, two different usage scenarios can be identified. First, the subtask of ***employer branding*** (e. g. personnel marketing) can be supported by mobile applications, which is already discussed in related literature [4; 35]. In this case, mobile applications can be used to attract potential applicants by providing information about vacant positions and notifying them about new job offers [35]. The use of new communication channels for employer branding could help to improve the organizational image as an innovative employer and increase the number of applications for vacant positions. Second, the ***recruiting process*** itself has a high need for coordination between managers and the HR department since the decisions that were made within the process must be approved by either side (e. g. selecting candidates for interviews or hiring a specific candidate for a vacant position) or appointments (e. g. for job interviews) must be coordinated with both actors. If managers are highly mobile, this leads to unnecessary delays in the process since approvals for decisions or appointments can only be made when the manager can access the stationary systems that are used for the process. However, a slow recruiting process leads to an increased period where a position is vacant and a higher possibility that an applicant has already accepted a job offer from another company. Thereby mobile applications can help to accelerate the recruiting process by distributing all applicant-related information to decision makers and allowing them to accomplish certain process steps (e. g. approvals) using mobile applications.

6 Conclusion

The contribution of this paper for theory and practice is twofold. First, we presented a framework for assessing the eligibility of business processes for mobile applications based on the TTF model that can be used independently from the case of HRM. Thereby, the framework represents a pre-selection tool that can be used to identify possible usage scenarios (as shown in section 5) where the use of mobile applications could be beneficial. Second, we used our framework to deduce usage scenarios for mobile

applications within HRM which can serve as a starting point for future research in the field of mobile HR. These usage scenarios are derived from the process model we outlined in section 3 and are independent from specific implementations (e. g. as mobile self-services). This implies that the use of different process categorizations can furthermore lead to different assessment results on process level, which does not affect the eligibility of specific HRM activities on task level. However, our study has also some limitations. The framework we presented in section 4 was only deduced from related research and is not empirically evaluated. Furthermore, the actual structure of HRM processes can vary between different organizations which can affect the evaluation of specific usage scenarios. As we took a TTF-perspective, we only focused on technological characteristics (e. g. the utility) of mobile applications and did not consider e. g. psychological effects of mobile applications. Future studies should therefore focus on evaluating the validity, weight, and completeness of the deduced criteria and the identified usage scenarios to assess whether the presented advantages can be realized.

7 References

[1] Adipat, B, Zhang, D (2005): Interface Design for Mobile Applications. In: AMCIS 2005 Proceedings. Omaha.

[2] Armstrong, M (2012): Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice. 12th Edition. London.

[3] Berthel, J, Becker, F (2007): Personal-Management: Grundzüge für Konzeptionen betrieblicher Personalarbeit. 8th Edition. Stuttgart.

[4] Böhm, S, Niklas, SJ (2012): Mobile recruiting: insights from a survey among german HR managers. In: SIGMIS-CPR 2012 Proceedings. New York.

[5] Boxall, P, Purcell, J (2000): Strategic human resource management: where have we come from and where should we be going? International Journal of Management Reviews, 2(2):183-203.

[6] Breu, K, Hemingway, C, Ahurst, C (2005): The Impact of Mobile and Wireless Technology on Knowledge Workers: An Exploratory Study. In: ECIS 2005 Proceedings. Regensburg.

[7] Bühner, R (2005): Personalmanagement. 3rd Edition. Berlin.

[8] Chin, N, Siau, K (2012): Critical Success Factors of Location-Based Services. In: ICIS 2012 Proceedings. Orlando.

[9] Christmann, S (2012): Mobiles Internet im Unternehmenskontext – Webtechnologien als technische Basis für Geschäftsanwendungen auf mobilen Endgeräten. Göttingen.

[10] Drumm (2008): Personalwirtschaft. 5th Edition. Berlin.

[11] Euler, M, Hacke, M, Hartherz, C, Steiner, S, Verclas, S (2012): Herausforderungen bei der Mobilisierung von Business Applikationen und erste Lösungsansätze. In: Verclas, S, Linnhoff-Popien, C (Eds.), Smart Mobile Apps. Berlin.

[12] Fuller, R, Dennis, A (2009): Does Fit Matter? The Impact of Task-Technology Fit and Appropriation on Team Performance in Repeated Tasks. Information Systems Research, 20(1):2-17.

[13] Garcia-Gonzalez, J, Gacitua-Decar, G, Pahl, C (2010): A Service Architecture Solution for Mobile Enterprise Resources: A Case Study in the Banking Industry. In: Binder, W, Dustdar, S (Eds.), Emerging Web Services Technology Volume III. Basel.

[14] Gebauer, J, Shaw, MJ (2004): Success Factors and Impacts of Mobile Business Applications: Results from a Mobile e-Procurement Study. International Journal of Electronic Commerce, 8(3):19-41.

[15] Goodhue, DL, Thompson, RL (1995): Task-Technology Fit and Individual Performance. MIS Quarterly, 19(2):213-236.

[16] Goodhue, DL (1995): Understanding User Evaluations of Information Systems. Management Science, 41(12):1827-1844.

[17] Groening, Y (2005): Personalmanagement in dezentralen Entscheidungsstrukturen - Ein agenturtheoretischer Erklärungsansatz. Paderborn.

[18] Gruhn, V, Köhler, A, Klawes, R (2007): Modeling and analysis of mobile business processes. Journal of Enterprise Information Management, 20(6):657-676.

[19] Gruhn, V, Köhler, A, Klawes, R (2005): Mobile Process Landscaping by Example of Residential Trade and Industry. In: ECIS 2005 Proceedings. Regensburg.

[20] Holtbrügge, D (2010): Personalmanagement. 4th Edition. Heidelberg.

[21] Jung, H (2011): Personalwirtschaft. 9th Edition. München.

[22] Junglas, I, Watson, R (2003): U-Commerce: A Conceptual Extension of E-Commerce and M-Commerce. In: ICIS 2003 Proceedings. Seattle.

[23] Kern, M (2012): Eine neue Generation von Geschäftsanwendungen. In: Verclas, S, Linnhoff-Popien, C (Hrsg), Smart Mobile Apps. Heidelberg.

[24] Klann, M, Humberg, D, Wulf, V (2005): iManual - Mobile Endgeräte als kontextsensitive integrierte Bedien- und Hilfesysteme. Wirtschaftsinformatik, 47(1):36-44.

[25] Klein, M (2012): HR Social Software – Unternehmensinterne Weblogs, Wikis und Social Networking Services für Prozesse des Personalmanagements. Göttingen.

[26] Klein, M, Heuschneider, S, Lins, C, Pontow, N, Rebhan, W, Berg, A von, Schumann, M (2012): Innerbetriebliche Social Software Anwendungen in Personalmanagementprozessen - Qualitativ-empirische Erhebung von Einsatzgebieten, Wirkungen und Rahmenbedingungen. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, Universität Göttingen.

[27] Klein, M, Schumann, M (2011): Personalmanagementprozesse - Stand der Forschung und zukünftige Forschungsrichtungen. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik (Nr. 2), Professur für Anwendungssysteme und E-Business, Georg-August-Universität Göttingen.

[28] Kolb, M (2010): Personalmanagement – Grundlagen und Praxis des Human Resources Managements. 2nd Edition. Wiesbaden.

[29] Krannich, D (2010): Mobile Usability-Testing. Ein toolbasiertes Vorgehensmodell zum Rapid-Prototyping und Usability-Testing von Mobilen Systemen im originären Benutzungskontext. Norderstedt.

[30] Maske, P, Guhr, N, Köpp, C, Breitner, M (2011): Towards a Sustainable Business Model for Mobile Learning Services. In: ECIS 2011 Proceedings. Helsinki.

[31] Mathis, R, Jackson, J (2011): Human Resource Management. 13. Auflage, Mason.

[32] Medvidovic, N, Edwards, G (2010): Software architecture and mobility: A roadmap. Software Architecture and Mobility. Journal of Systems and Software, 83(6):885–898.

[33] Meier, A, Stormer, H (2009): eBusiness & eCommerce - Managing the Digital Value Chain. Berlin.

[34] Mladenova, V, Homann, M, Kienegger, H, Wittges, H, Krcmar, H: Towards an Approach to Identify and Assess the Mobile Eligibility of Business Processes. In: AMCIS 2011 Proceedings. Detroit.

[35] Niklas, S (2011): Mobile is success in personnel marketing: a consumer-based analysis of quality and perceived value. In: SIGMIS-CPR 2011 Proceedings. San Antonio.

[36] Paavilainen, J (2002): Mobile Business Strategies – Understanding the Technologies and Opportunities. London.

[37] Peltier, TR, Peltier, J, Blackley, JA (2005): Information security fundamentals. Boca Raton.

[38] Picoto, W, Palma-dos-Reis, A, Bélanger, F (2010): How Does Mobile Business Create Value for Firms? ICMB-GMR 2010 Proceedings. Athens.

[39] Pilarski, B, Tornack, C, Klein, M, Schumann, M (2012): Mobile Anwendungen im Personalmanagement – Marktüberblick und Eignung. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik, 49(286):63-72.

[40] Scornavacca, E, Barnes, SJ, Huff, SL (2006): Mobile business research published in 2000-2004: emergence, current status, and future opportunities. Communications of the Association for Information Systems, 17(1):28.

[41] Steinfield, C (2004): The Development of Location Based Services in Mobile Commerce. In: Priessl, B, Bouwman, H, Steinfield, C (Eds.), E-life after the dot.com bust. Heidelberg.

[42] Stock-Homburg, R (2010): Personalmanagement – Theorien, Konzepte, Instrumente. Wiesbaden.

[43] Storey, J (2007): Human Resource Management – A Critical Text. London.

[44] Stormer, H, Meier, A, Lehner, F (2005): Mobile Business - eine Übersicht. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik, (244):7-17.

[45] Sure, M (2011): Moderne Controlling Instrumente – Bewährte Konzepte für das Operative Controlling, München.

[46] Turowski, K, Pousttchi, K (2003): Mobile Commerce - Grundlagen und Techniken. Berlin.

[47] van der Heijden, H., Valiente, P (2002): The Value of Mobility for Business Process Performance: Evidence from Sweden and the Netherlands. In: ECIS 2002 Proceedings. Gdansk.

[48] Wei, Z, Teng, Y, Jia, D, Wang, R (2012): An Intelligent Framework of Mobile Business Systems. In: ICICEE 2012 Proceedings. Xi'an.

Gestaltung eines Dashboards zur Qualifikationsbedarfsanalyse in Jobportalen

Frank Bensberg

Hochschule für Telekommunikation Leipzig, Department Wirtschaft, 04277 Leipzig, E-Mail: bensberg@hft-leipzig.de

Daniel Vogel

T-Systems International GmbH, Telekom IT, Media & Broadband Solutions, Holzhauser Str. 4-8, 13509 Berlin, E-Mail: Daniel.Vogel@t-systems.com

Abstract

Internetbasierte Jobportale sind ein etabliertes Instrument zur Unterstützung betrieblicher Personalbeschaffungsprozesse. Darüber hinaus liefern solche Jobportale in Form von Stellenanzeigen eine interessante empirische Datengrundlage, um Qualifikationsanforderungen der nachfragenden Unternehmen an potenzielle Arbeitnehmer transparent zu machen. Hierfür ist es indes erforderlich, die Stellenanzeigen aus Jobportalen zu extrahieren und mithilfe adäquater analytischer Informationssysteme weiter zu verarbeiten. In diesem Beitrag wird ein Dashboard vorgestellt, das zur Untersuchung von Stellenanzeigen für IT-Fachkräfte in Jobportalen entwickelt und evaluiert worden ist.

1 Problemstellung und Zielsetzung

Stetig kürzer werdende Technologiezyklen in der ICT-Industrie führen dazu, dass das wertschöpfungsrelevante Fachwissen von Mitarbeitern erodiert [18]. Zur Aufrechterhaltung des Humankapitals müssen Unternehmen in Personalentwicklungsmaßnahmen investieren oder neue Fachkräfte am Arbeitsmarkt akquirieren [20]. Die Kenntnis der nachgefragten Qualifikationsmerkmale von Fachkräften ist für unterschiedliche institutionelle Akteure von Interesse, um Friktionen in arbeitsmarktbezogenen Matchingprozessen [14] abbauen zu können. Während politische Akteuren diese Informationsgrundlage zur Ableitung regionalisierter Maßnahmen für die Arbeitsmarktförderung benötigen [7], dient sie Personaldienstleistern und Bildungsanbietern als empirische Basis zur Planung des Dienstleistungsportfolios [19].

Zur Schaffung dieser Informationsgrundlage bietet sich aus methodischer Perspektive die Stellenanzeigenanalyse an, die anhand von Stellenanzeigen zeitnah Aussagen über berufliche und personenbezogene Anforderungen von Institutionen an Bewerbergruppen liefern kann (vgl. [16], S. 39 u. [8], S. 236 f.). Diese Methode ist in der Lage, die Kompetenzanforderungen an unterschiedliche Berufsfelder aufzudecken und inhaltliche Entwicklungen im Zeitablauf zu verdeutlichen (vgl. [16], S. 40, [23], [6]). Neben diesen materiellen Eigenschaften ist die Methode auch aus forschungsökonomischer Perspektive attraktiv, da die empirische Basis in der Regel öffentlich zugänglich ist und über Jobportale in Form elektronischer Dokumente zur Verfügung steht.

Trotz dieser Potenziale wird der Stellenanzeigenanalyse bislang nur ein geringer methodischer Reifegrad zugesprochen. So stellt HARPER in seiner Untersuchung von 70 Stellenanzeigenanalysen aus den Bereichen Information Systems Research und Informationswissenschaften fest, dass der Großteil der Studien nur relativ kleinzahlige Stichproben (n<200) untersucht, welche zudem problemorientiert ausgewählt werden (purposive sampling) (s. [9], S. 34). Hiermit geht die Gefahr eines Bias bei der Auswahl der empirischen Basis einher. Darüber hinaus erfolgt nahezu regelmäßig eine zeitaufwändige, manuelle Codierung der Stellenanzeigen, die zu inkonsistenten oder verzerrten Ergebnissen führen kann (s. [9], S. 42).

Um den Reifegrad der Stellenanzeigenanalyse zu steigern und deren analytische Potenziale für die Praxis zu erschließen, bietet sich der Einsatz von Instrumenten und Methoden des Text Mining an (vgl. [13], [4]). Diese gestatten die weitgehend automatische Auswertung unstrukturierter Datenbestände und stehen mittlerweile in Form marktgängiger Analysesysteme zur Verfügung. Um Analyseergebnisse für Entscheidungsträger in Institutionen verfügbar zu machen, hat sich in den letzten Jahren das Konzept des Business Dashboards (dt. Armaturenbrett, Instrumententafel) etabliert. Mithilfe solcher Dashboards ist es möglich, einen komprimierten Überblick über potenziell entscheidungsrelevante Sachverhalte in benutzeradäquater Form zu visualisieren (vgl. [5], S. 34 f.).

In diesem Beitrag wird die Entwicklung und Anwendung eines Dashboards thematisiert, das sämtliche Schritte von der Datenbeschaffung der notwendigen Stellenanzeigen über die Methodenanwendung bis hin zur Datenvisualisierung abdeckt. Mithilfe des Dashboards sind über einen Zeitraum von vier Kalendermonaten mehr als 40.000 Stellenanzeigen aus führenden Jobportalen für den ICT-Sektor untersucht worden, sodass der Nutzen des IT-Artefakts anhand einer relativ breiten empirischen Basis substantiiert werden kann.

Der Beitrag folgt dem gestaltungsorientierten Ansatz der Wirtschaftsinformatik (vgl. [15], [16], [10]) und gliedert sich in die folgenden Teile: In einem ersten Schritt wird zunächst die Struktur der Datengrundlage erörtert, indem wesentliche Informationselemente von Stellenanzeigen in Jobportalen identifiziert werden. Darauf aufbauend wird die fachlich-inhaltliche und technische Konzeption des

Dashboards entwickelt, das Qualifikationsanforderungen aufdecken und visualisieren kann. Im Anschluss werden Analyseergebnisse präsentiert, die mithilfe des Dashboards gewonnen werden konnten. Abschließend werden Nutzenpotenziale und Grenzen des entwickelten IT-Artefakts diskutiert.

2 Eigenschaften von Stellenanzeigen in internetbasierten Jobportalen

Empirische Basis für die Stellenanzeigenanalyse stellen die von Unternehmen oder öffentlichen Institutionen veröffentlichten Stellenanzeigen dar. Potenzielle Datenquellen sind Presseerzeugnisse (z. B. Tageszeitungen, Fachzeitschriften) oder internetbasierte Jobportale. Solche Jobportale sind für Unternehmen von besonderem Interesse, da sie in der Lage sind, arbeitsaufwändige Schritte des Personalbeschaffungsprozesses zu automatisieren. So können unternehmensintern generierte Stellenausschreibungsdaten ohne Medienbruch an externe Internet-Jobbörsen zur Publikation weitergeleitet werden (s. [22], S. 61).

Stellenanzeigen in Jobportalen besitzen eine innere und eine äußere Struktur. Die äußere Struktur bestimmt die Auftrittsreihenfolge und Präsentation der einzelnen Informationselemente, also die visuelle Gestaltung einer Anzeige. Sie liefert für rein textbezogene Auswertungszwecke keinen inhaltlichen Beitrag und ist daher im Rahmen der Stellenanzeigenanalyse vernachlässigbar. Demgegenüber werden die materiellen Informationen einer Stellenanzeige durch deren innere Struktur determiniert. Bei der explorativen Analyse unterschiedlicher Jobportale ist festgestellt worden, dass Stellenanzeigen über weitgehend einheitliche, inhaltliche Komponenten verfügen. Diese werden in Bild 1 exemplarisch dargestellt und im folgenden kurz erörtert.

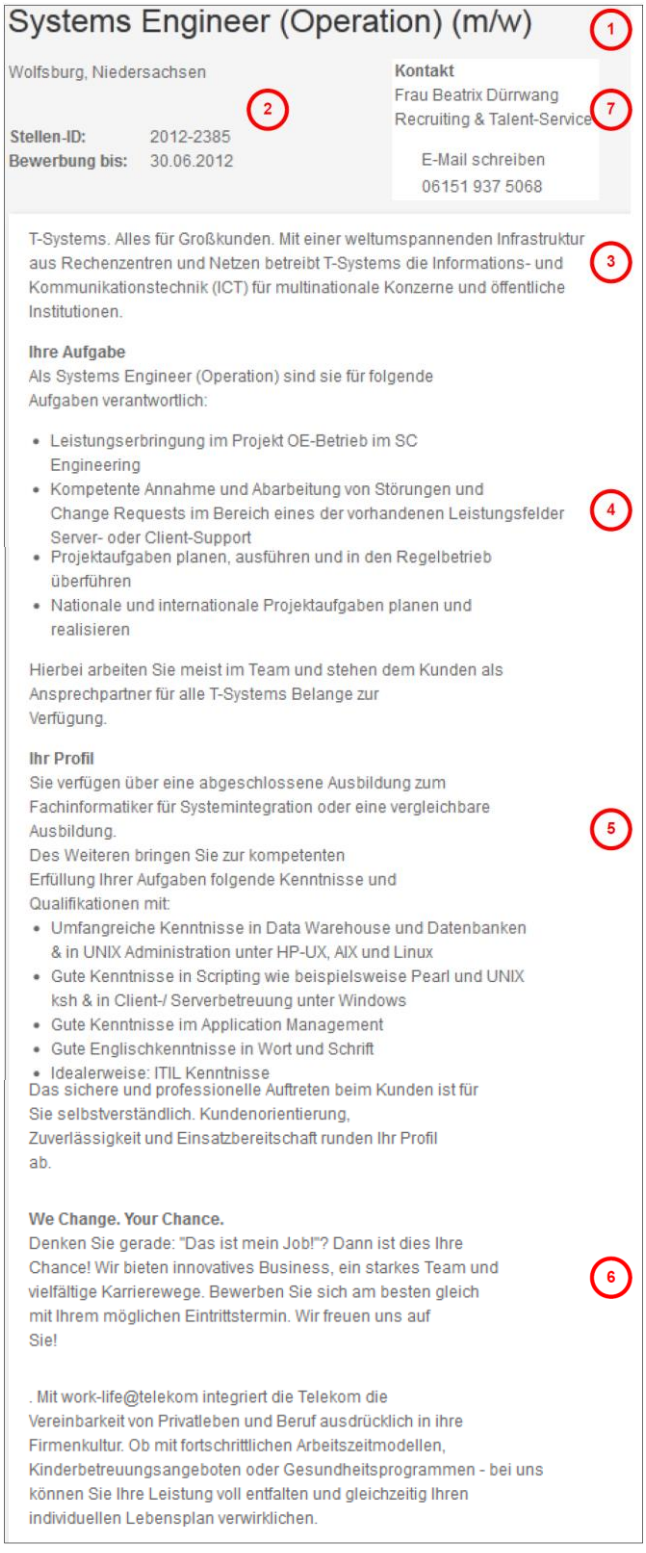


Bild 1: Aufbau einer Stellenanzeige im Jobportal der Deutsche Telekom AG

Das skizzierte Beispiel enthält eine Stellenanzeige für einen *Systems Engineer* (① Stellenbezeichnung), die zunächst eine Reihe von Detailangaben (②) zur Stelle auflistet (*Land*, *Region*, *Bewerbungsschluss*, *Stellen-ID*). Im Anschluss folgen die Vorstellung der ausschreibenden Unternehmung bzw. des Unternehmensbereichs (③), die eigentliche Stellenbeschreibung mit Aufzählung der Aufgabenfelder (④), die erwünschten Bewerberqualifikationen (⑤) mit den spezifischen Fähigkeiten, Kennt-

nissen und Verhaltensweisen, sowie ein abschließender Text mit stellenbezogenen Karriereinformationen (⑥) (z. B. Karrieremöglichkeiten, besondere Leistungen), die weitere Anreize zur Bewerbung kommunizieren sollen (vgl. [16], S. 127 f.). Darüber hinaus sind auch Kontaktdaten für einen Ansprechpartner hinterlegt, um die Kontaktaufnahme des Bewerbers zu stimulieren (⑦).

Wie aus Bild 1 deutlich wird, kommen die Qualifikationsanforderungen an Bewerber primär durch die Inhaltskomponenten ④ und ⑤ zum Ausdruck, die in Stellenanzeigen üblicherweise als Fliesstext formuliert sind. Diese Qualifikationsanforderungen besitzen sowohl *fachlichen Charakter* ("Data Warehouse", "Datenbanken"), als auch *überfachlichen Charakter* ("Zuverlässigkeit", "Einsatzbereitschaft").

Zur Analyse dieser Anforderungen ist nun die fachkonzeptionelle und informationstechnische Gestaltung des Dashboards zu erörtern.

3 Gestaltung des Dashboards

3.1 Fachkonzeptionelle Gestaltung des Dashboards

Aus fachkonzeptioneller Perspektive setzt das Design eines Dashboards die Spezifikation relevanter Kennzahlen bzw. Kennzahlensysteme voraus [24]. Die Festlegung dieser Kennzahlen bewegt sich stets im Spannungsfeld zwischen dem generell verfügbaren Informationsangebot und dem Informationsbedarf des avisierten Nutzerkreises. Da im Gestaltungsmittelpunkt des vorliegenden Beitrags nicht die Deckung eines konkreten, subjektiven Informationsbedarfs steht, wird das Informationsangebot des Dashboards nach Maßgabe bestehender, induktiver Ansätze zur Stellenanzeigenanalyse entwickelt ([1], [16]). Die Orientierung an dieser konzeptionellen Basis stellt sicher, dass das resultierende IT-Artefakt nicht durch Partikularinteressen aus der Praxis beeinflusst wird und somit eine möglichst hohe Reichweite aufweist.

Zur Ableitung des Informationsangebots des Dashboards wird die in Abschnitt 2 identifizierte Differenzierung zwischen fachlichen und überfachlichen Qualifikationsanforderungen aufgegriffen und verfeinert. Hierzu wird die in Bild 2 dargestellte Taxonomie zugrunde gelegt, die spezifische Kompetenzkategorien von Berufsbildern des ICT-Sektors detailliert und anhand von Beispielen veranschaulicht. Die fachlichen Kompetenzen der Taxonomie werden durch folgende Subgruppen gebildet (s. [1], S. 431 f.):

- In der Kategorie *Konzept- und Methodenkompetenz* sind solche Qualifikationsthemen angesiedelt, die das längerfristige Konzeptwissen aus informatikorientierten Fachdisziplinen konstituieren (z. B. Business Intelligence, ITIL).
- Die Kategorie *Sprachkompetenz* umfasst Kenntnisse formaler bzw. semiformaler Sprachen wie Programmiersprachen (z. B. ABAP), Datenabfragesprachen (z. B. SQL), Modellierungssprachen (z. B. EPK) und Auszeichnungssprachen (z. B. HTML). Dabei sind Sprachen als vermittelndes *Bindeglied* zwischen Konzept- und Produktwissen zu betrachten.
- Mit der Kategorie *Produktkompetenz* werden Qualifikationen bezüglich der Produkte bzw. Produktfamilien etablierter Hersteller im ICT-Sektor erfasst (z. B. ARIS, SAP).

Kategorie	Subkategorie	Beispiele
Fachliche Kompetenzen	Konzept- u. Methodenkompetenz	Business Intelligence, ITIL, Projektmanagement
	Sprachkompetenz	ABAP, BPEL, C++, C, EPK, HTML, SQL
	Produktkompetenz	ARIS, Microsoft Office, SAP
Überfachliche Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Anpassungsfähigkeit, Belastbarkeit
	Soziale Kompetenzen	Begeisterung, Durchsetzungsfähigkeit
	Berufliche Kompetenzen	Auslandserfahrung, Berufserfahrung, Englischkenntnisse

Bild 2: Kompetenztaxonomie für Stellenanzeigen im ICT-Sektor

Die überfachlichen Kompetenzen werden in persönliche, soziale und berufliche Qualifikationen differenziert (s. [16], S. 150). Während die Gruppe der persönlichen und sozialen Kompetenzen generelle, personenbezogene Fähigkeiten reflektieren, kommen in der beruflichen Kompetenz solche arbeitsplatz- bzw. stellenbezogenen Anforderungskriterien zum Ausdruck, die nicht Gegenstand der Fachkompetenz sind. Hierzu sind etwa die geforderte Berufserfahrung oder auch notwendige Fremdsprachenkenntnissen zu zählen. In der Literatur wird die hohe Bedeutung dieser überfachlichen Kompetenzen für IT-Fachkräfte mittlerweile mehrheitlich betont [21].

Aus Perspektive von Personaldienstleistern und Bildungsanbietern wird es generell als interessant erachtet, die von Unternehmen besonders häufig nachgefragten Kompetenzanforderungen in sämtlichen Kategorien aufzudecken und transparent zu machen. Infolgedessen sind für die inhaltliche Ausgestaltung des Dashboards sechs Informationscluster zu identifizieren, mit denen die frequenten Kompetenzanforderungen in Form von Häufigkeitslisten dargestellt werden können. Die resultierende inhaltliche Struktur des Dashboards zeigt Bild 3.

Aufbauend auf dem inhaltlichen Design des Dashboards ist nun die informationstechnische Ausgestaltung aufzuzeigen.

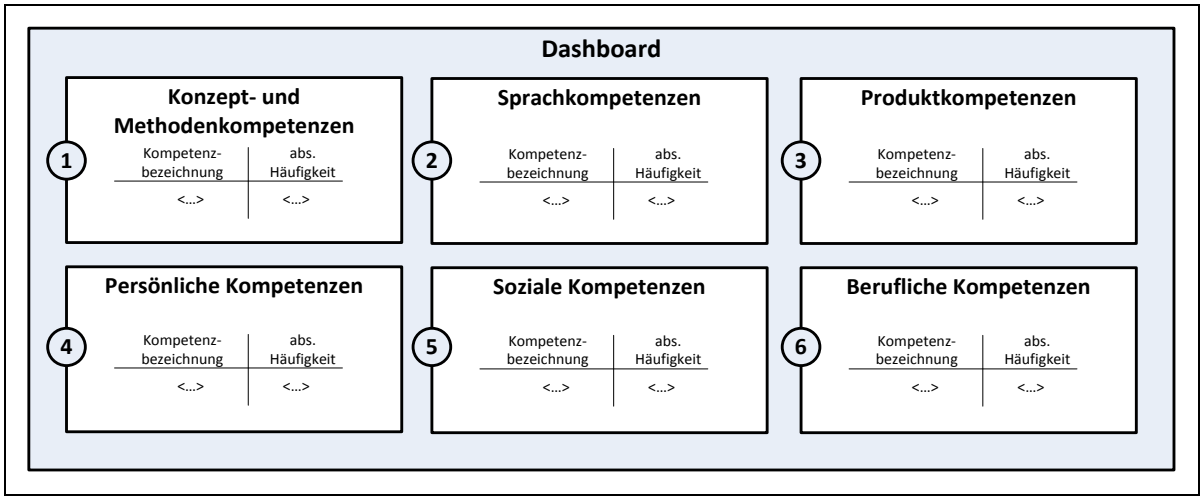


Bild 3: Inhaltliche Struktur des Dashboards

3.2 Informationstechnische Gestaltung des Dashboards

Zur Umsetzung des Dashboards ist ein analytisches Informationssystem zu konzipieren, das sämtliche Schritte von der Extraktion der Stellenanzeigen aus Jobportalen über deren Analyse bis hin zur Ergebnisvisualisierung für den Nutzer abdeckt. Diese Schritte werden in Bild 4 im Rahmen einer Analysepipeline dargestellt, die wesentliche Verarbeitungskomponenten und Datenbestände umfasst.

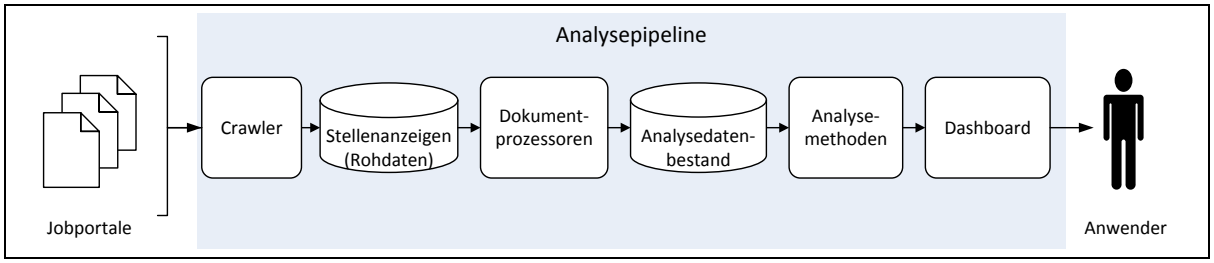


Bild 4: Analysepipeline des Dashboards

Zur Extraktion der Stellenanzeigen aus Jobportalen wird eine *Crawlerkomponente* eingesetzt, die Jobportale periodisch (i.d.R. werktäglich) nach Stellenanzeigen durchsucht und diese in einen lokalen Rohdatenbestand überführt. Dieser Vorgang erfolgt mithilfe von Screen Scraping-Techniken, die das Auslesen von Stellenanzeigen aus der Präsentationsschicht von Portalen gestatten. Der generierte Rohdatenbestand wird anschließend mithilfe von *Dokumentprozessoren* verarbeitet, die der automatischen Extraktion relevanter Merkmale aus den gesammelten Dokumenten dienen (*Information Extraction*, vgl. [2], S. 45 f.). Diese Prozessoren ermitteln z. B. die Quellensprache des jeweiligen Dokuments, zerlegen Wortkomposita in Einzelelemente und extrahieren aussagekräftige Wortarten bzw. Wortfolgen.

Nach der Merkmalsextraktion liegt ein *Analysedatenbestand* vor, auf den *Methoden* zur Textanalyse angewendet werden können. Geläufig sind hierzu etwa Verfahren zur Häufigkeitsanalyse von Worten bzw. Wortarten, zur Identifikation von Assoziationen zwischen Begriffen sowie zur Segmentierung und Klassifikation von Dokumenten [13]. Zur Visualisierung steht schließlich ein Dashboard zur Verfügung, das aktuelle Analyseergebnisse über eine Benutzerschnittstelle präsentiert.

Sämtliche Schritte der dargestellten Analysepipeline sind mithilfe des Softwaresystems *IBM Content Analytics 3* umgesetzt worden [25]. Dieses datenbankgestützte Analysesystem ist speziell auf die Verarbeitung von Dokumenten ausgelegt und stellt eine Reihe von Textanalysemethoden zur Verfügung. Zur Analyse der Häufigkeiten spezifischer Kompetenzen (vgl. Bild 3) ist ein wörterbuchbasierter Ansatz realisiert worden. Für jede Kompetenzkategorie ist ein Wörterbuch mit relevanten Begriffen und deren Synonymen angelegt worden, die vom Analysesystem zur automatischen Erkennung der Qualifikationsanforderungen in den Stellenanzeigen herangezogen werden. Ein Auszug aus dem Wörterbuch für Sprachkompetenzen wird in Bild 5 dargestellt.

Die Abbildung zeigt zeilenweise unterschiedliche Elemente des Wörterbuchs, bei denen es sich um Substantive zur Bezeichnung gängiger Sprachen für die Softwareentwicklung handelt. Dabei wird dem Wort *SQL* eine Reihe von äquivalenten Begriffen zugeordnet, wie etwa *mySQL*, *PL SQL*, etc. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass auch Synonyme erkannt und der jeweiligen Kategorie zugeordnet werden.

Die Präsentation des Dashboards und erzielter Analyseergebnisse ist Gegenstand des folgenden Abschnitts.

Auswählen	Wortart	Wort	Äquivalenter Begriff	Facette	Wortoptionen
	Substantiv	Ruby		Sprachen	
	Substantiv	Ruby on Rails		Sprachen	
	Substantiv	SQL	mySQL PL SQL PL/SQL Transact-SQL	Sprachen	
	Substantiv	VBA		Sprachen	
	Substantiv	Visual Basic	VB	Sprachen	
	Substantiv	XML		Sprachen	

Bild 5: Wörterbuch für Sprachkompetenzen (Auszug)

4 Präsentation des Dashboards und gewonnener Analyseergebnisse

4.1 Datengrundlage

Über einen Zeitraum von vier Kalendermonaten (Juni-September 2012) sind Stellanzeigen aus einschlägigen Jobportalen für IT-Fachkräfte kontinuierlich gesammelt und in einem Analysedatenbestand zusammengeführt worden, sodass schließlich mehr als 40.000 Stellenanzeigen zur Auswertung vorlagen. Diese empirische Basis bezieht sich auf Unternehmen verschiedener Branchen, sodass grundsätzliche Aussagen über die Nachfragesituation getroffen werden können. Zu den Branchen der ausschreibenden Unternehmen gehören primär die Bereiche Personaldienstleistungen, IT und Telekommunikation, Automotive-Aeronautics-Engineering (einschließlich Zulieferer), sowie Consulting und Handel. Bild 6 zeigt die Verteilung der gesammelten Stellenanzeigen auf die Jobportale und Branchen.

Es ist erkennbar, dass die Jobportale *ITJobBoard* (63%), *Jobpilot* (17%) und *Stepstone* (16%) dominieren. *FAZJob*, *Xing* und das Jobportal der Deutsche Telekom AG (*Telekom*) können als Nischenangebote betrachtet werden, die spezifische Anforderungen abdecken (z. B. konzernindividuelle Anforderungen).

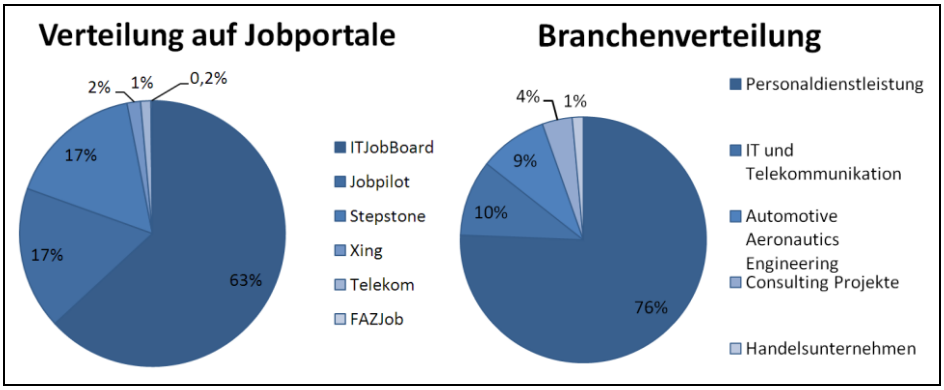


Bild 6: Datengrundlage nach Jobportalen und Branchen der ausschreibenden Unternehmen

Die Branchenverteilung gibt Auskunft darüber, dass 76% der Stellenanzeigen von Personaldienstleistungsunternehmen ausgeschrieben werden. Es ist davon auszugehen, dass der Großteil dieser Stellenanzeigen Ausschreibungen für Dritte darstellt. Es ist allerdings nicht möglich, eine differenziertere Branchenzuordnung durchzuführen, da das beauftragende Unternehmen nahezu regelmäßig

nicht explizit genannt wird. Aus diesem Grund werden Stellenanzeigen, die durch Personaldienstleiter veröffentlicht werden, einer separaten Branche zugeordnet.

4.2 Präsentation des Dashboards

Die exemplarische Anwendung des Dashboards auf den skizzierten Datenbestand wird in Bild 7 dargestellt, das die absoluten Häufigkeiten frequenter Qualifikationsanforderungen (Top 7) in den unterschiedlichen Kompetenzgruppen im Überblick zeigt.

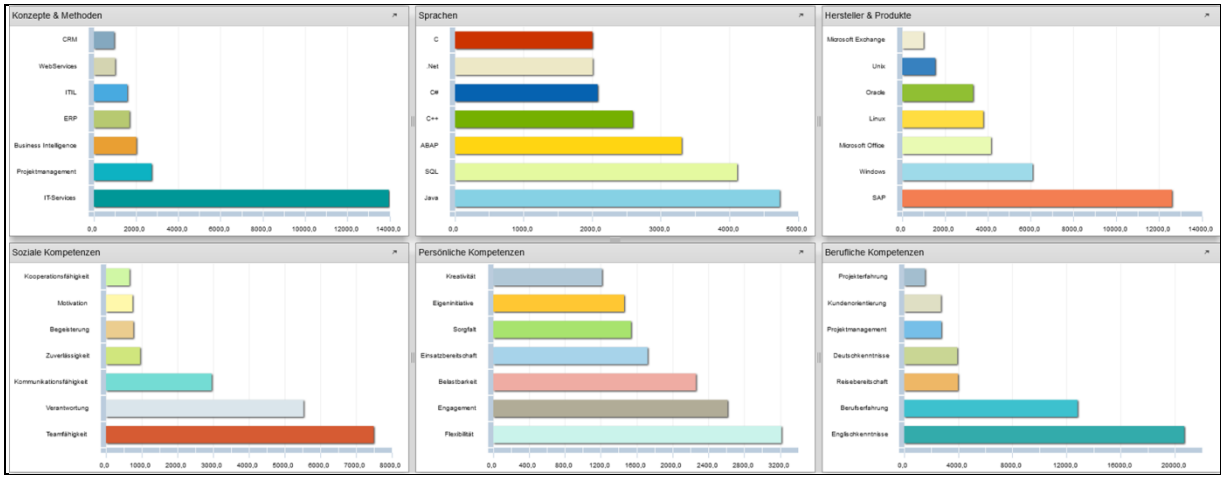


Bild 7: Visualisierung frequenter Kompetenzanforderungen mit dem Dashboard

Mithilfe des dargestellten Ergebnisses konnte zunächst festgestellt werden, welche Kompetenzen über sämtliche Stellenanzeigen dominieren. So ist Bild 7 zu entnehmen, dass im Bereich der Sprachen vor allem *Java*, *SQL* und *ABAP* führend sind, während in Bezug auf konkrete Produkte *SAP*, *Windows* und *Microsoft Office* relevant sind. Im Bereich der berufsbezogenen Kompetenzen legen die ausschreibenden Unternehmen vor allem Wert auf *Englischkenntnisse* sowie vorhandene *Berufserfahrung*.

Im Zuge weiterer Analysen konnte außerdem festgestellt werden, dass ca. 50% der Vakanzen auf vier zentrale Berufsfelder entfallen. Zu diesen Berufsfeldern zählen der *Entwickler* und der *Berater*, sowie – in geringerem Umfang – der *Analyst* und der *Architekt*/*Designer*, wobei in einzelnen Stellenanzeigen bisweilen auch doppelte Zuordnungen auftreten können (z. B.: „Wir suchen einen Software-Entwickler/Software-Architekten“). Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse differenziert für die beiden Berufsfelder *Entwickler* und *Berater* dargestellt. Dazu werden die drei Gruppen der *Konzept- und Methodenkompetenzen*, der *Sprachkompetenzen* sowie der *sozialen Kompetenzen* beleuchtet.

4.3 Konzept- und Methodenkompetenzen

Die führenden konzeptionellen und methodischen Kompetenzen für beide Berufsfelder zeigt Bild 8. Zur Steigerung der Verständlichkeit wird die prozentuale Häufigkeit der jeweiligen Kompetenz in den untersuchten Stellenanzeigen für das jeweilige Berufsfeld dargestellt.

Besonders deutlich zeigt sich die Präsenz der Schlüsselqualifikation *IT-Services*, welche in 14% der Stellenanzeigen für Berater und in 31% der Entwicklervakanzen auftritt. Im Allgemeinen werden unter diesem Begriff Leistungen aus den Bereichen Outsourcing, Schulung, Rechenzentrum/IT-Center, Software- und Application Management, Prozessmanagement und auch Systemintegration

zusammengefasst. Weitere gemeinsame Kompetenzanforderungen sind *Business Intelligence* und *ERP*, die allerdings für Entwickler von geringerer Bedeutung sind. Hervorzuheben ist, dass für den Entwickler eher grundlegende, technische Qualifikationsanforderungen artikuliert werden (z. B. *WebServices*, *UML*), während bei Beratern unterschiedliche Kategorien von Anwendungssystemen (*ERP*, *Business Intelligence*) im Vordergrund stehen.

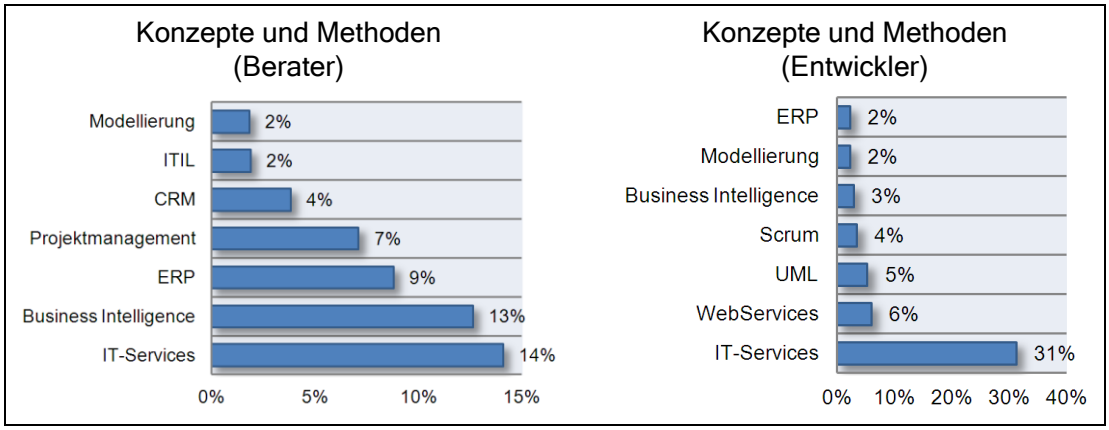


Bild 8: Konzeptionelle und methodische Kompetenzanforderungen an Berater und Entwickler

4.4 Sprachkompetenzen

Die führenden sprachlichen Kompetenzanforderungen für die beiden Berufsfelder werden in Bild 9 dargestellt. Die Ergebnisse zeichnen dabei ein uneinheitliches Bild. Während Entwickler breit gefächert aufgestellt sein sollten, dominiert bei Beratern die Sprache *ABAP* (14%). Grundsätzlich zeigt sich, dass *Java* als auch *SQL* gefragt sind. Für das Berufsfeld Entwickler beziehen sich 31% der Stellenanzeigen explizit auf *Java*, während *SQL* (19%) und *C++* (17%) folgen. Die breite Fächerung der sprachlichen Anforderungen zeigt sich darin, dass auch der siebte Rang (*.Net*) noch 14% der Stellenanzeigen abdeckt. Während bei Entwicklern die weitverbreiteten Softwareplattformen *Java* und *.Net* dominieren, ist bei Beratern neben *ABAP* kein deutlicher Fokus erkennbar.

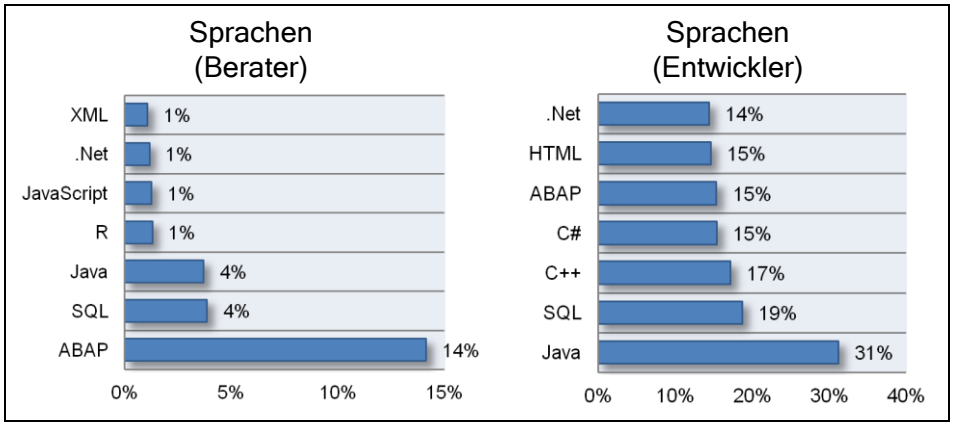


Bild 9: Sprachliche Kompetenzanforderungen an Berater und Entwickler

4.5 Soziale Kompetenzen

Zum Bereich der sozialen Kompetenzen zählen solche Fähigkeiten, die zur Interaktion mit relevanten Akteuren des Tätigkeitsumfelds erforderlich sind und häufig unter dem Begriff der Soft Skills zusammengefasst werden. Die Analyse der Kompetenzanforderungen in diesem Bereich zeichnet grundsätzlich ein relativ einheitliches Bild, wie Abbildung 10 entnommen werden kann.

Über beide Berufsfelder hinweg wird von den Bewerbern insbesondere *Verantwortung* und *Teamfähigkeit* gefordert. Hervorzuheben ist, dass für Entwickler – im Gegensatz zu Beratern – Teamfähigkeit die wichtigste soziale Kompetenz zu sein scheint. Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse, dass die Unternehmen verantwortungsbewusste, teamfähige und kommunikative Mitarbeiter suchen, die aber auch motiviert und begeistert agieren können.

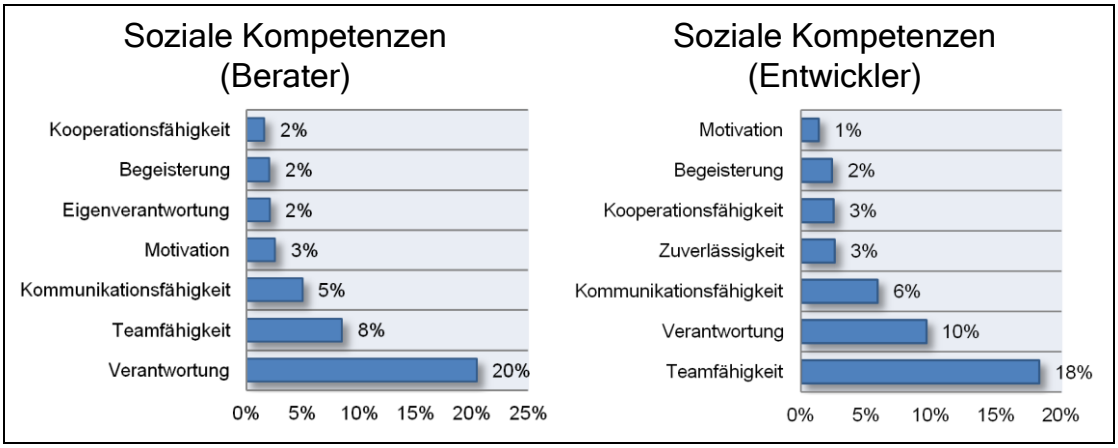


Bild 10: Soziale Kompetenzanforderungen an Berater und Entwickler

5 Nutzenpotenziale und Grenzen des Dashboards

Die Entwicklung des Dashboards erfolgte im institutionellen Kontext einer privaten Hochschule, die unter anderem konzernintegrierte Studiengänge gestaltet und durchführt. Die Konstruktion dieses Werkzeugs wurde durch das Bedürfnis ausgelöst, die fachlichen Inhalte bestehender Aus- und Weiterbildungsangebote in Bezug auf Marktanforderungen kritisch zu hinterfragen, sowie die curriculare Ausgestaltung neuer Studiengänge empirisch zu fundieren. Der Konstruktionsprozess des Werkzeugs folgte somit dem Muster historischer Werkzeugkonstruktionsprozesse im Handwerk. Diese sind dadurch geprägt, dass die Werkzeugherstellung durch den Nutzer in der konkreten Arbeits- bzw. Problemsituation stattfindet und an den situativen Bedürfnissen ausgerichtet wird (vgl. [3], S. 67 u. [11], S. 367). Da hier die Rollen des Konstrukteurs und Nutzers zusammenfallen, wurde das IT-Artefakt und dessen Ergebnisse zur Evaluation interessierten Hochschullehrern vorgestellt, die nicht in den Entwicklungsprozess involviert waren.

Im Rahmen einer anschließenden Gruppendiskussion (vgl. [12]) konnten zwei zentrale Orientierungsmuster identifiziert werden. Einerseits lässt sich eine Gruppe von Akteuren identifizieren, die die Analyseergebnisse als relevant erachten, um Transparenz bezüglich bestehender Qualifikationsanforderungen des Arbeitsmarkts zu schaffen. Dabei wird positiv artikuliert, dass die Analyseergebnisse ein überaus differenziertes Bild unterschiedlicher Berufsbilder zeichnen können und somit Impulse zur Feinabstimmung von Aus- und Weiterbildungsinhalten bereitstellen. Das Informationsangebot wird als innovativ bewertet, da keine alternativen Informationsquellen verfügbar sind, die vergleichbare Erkenntnisse liefern. Andererseits ist eine Gruppe von Akteuren zu

identifizieren, die eine Anwendung des skizzierten Analysesystems nahezu kategorisch ablehnen. Die Begründung für die Ablehnung reichen hierbei von eher interessenbedingten Aussagen, dass die generierten Ergebnisse inhaltlich nicht als adäquat erachtet werden, bis hin zum methodisch motivierten Kritikpunkt, dass keine komplexeren Analysemethoden (z. B. Clustering, Klassifikation, Regression) eingesetzt werden.

Diese Kritikpunkte werden zum Anlass genommen, um bestehende Grenzen des Dashboards und der zugrundeliegenden Analysemethode zu explizieren:

- Die Qualität der generierten Ergebnisse ist abhängig von der materiellen Qualität der publizierten Stellenanzeigen (vgl. [9], S. 45). Werden Anforderungen an potenzielle Fachkräfte nicht detailliert und adäquat artikuliert, folgt das im Umfeld analytischer Informationssystem bekannte GIGO-Phänomen (*Garbage In*, *Garbage Out*).
- Die Entdeckung von Qualifikationsanforderungen erfordert die kontinuierliche Pflege adäquater Wörterbücher, die die relevanten Anforderungskriterien verzeichnen. Infolgedessen sind Domänenexperten erforderlich, welche die Datenbasis kennen und die Kategorisierung gängiger Ausdrücke gemäß der in Bild 2 dargestellten Kompetenztaxonomie leisten können.
- Die Datenbasis liefert lediglich einen Einblick in die aktuell bestehenden Kompetenzanforderungen von stellenausschreibenden Unternehmen. Durch die Konstruktion von Zeitreihen im Zuge einer Dauerbeobachtung können zwar Trends aufgezeigt werden, jedoch herrscht bezüglich der zukünftigen Entwicklungen ein typischer Prognosedefekt.

Vor dem Hintergrund des sich abzeichnenden demographischen Wandels und des hiermit einhergehenden Fachkräftemangels dürfte der Kenntnis der Qualifikationsanforderungen an Arbeitnehmer gesteigerte wirtschaftliche Bedeutung zukommen, insbesondere um eine Früherkennung laufender Entwicklungen zu gewährleisten. Dabei bietet das konzipierte IT-Artefakt das Potenzial, um die eingangs identifizierten Defizite der aktuell vorherrschenden methodischen Praxis der Stellenanzeigenanalyse abzubauen. Durch die automatische Analyse kann auf eine manuelle Codierung von Stellenanzeigen verzichtet werden, sodass tendenziell einheitlichere Ergebnisse erzielt werden. Aufgrund der Automatisierung der konzipierten Analysepipeline besteht zudem die Potenz zur Untersuchung großzahliger Populationen, wodurch der verfügbare Analysehorizont gegenüber dem traditionellen Ansatz der Stellenanzeigenanalyse deutlich erweitert wird.

Zur Weiterentwicklung des dargestellten IT-Artefakts sind insbesondere die Potenziale komplementärer Datenquellen und Methoden zu evaluieren, die einen Beitrag zur Prüfung und Steigerung der Validität der gewonnenen Ergebnisse liefern können (Triangulation). In diesem Zusammenhang ist etwa die Integration weiterer, wirtschafts- und arbeitsmarktbezogener Datenbestände zu prüfen. Aktuell werden die hierfür erforderlichen Techniken unter dem (noch) schillernden Begriff des Big Data thematisiert.

6 Literatur

[1] Bensberg, F (2012): Bildungsbedarfsanalyse auf Grundlage von Stellenanzeigen – Potenziale des Text Mining für das Lern-Service-Engineering. In: Mattfeld, DC; Robra-Bissantz, S. (Hrsg), Tagungsband der MKWI 2012. Braunschweig.

[2] Butscher, R (2005): Text Mining in der Konsumentenforschung unter besonderer Berücksichtigung von Produktontologien. Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität Nürnberg-Erlangen.

[3] Collins, P; Shukla, S; Redmiles, D (2002): Activity Theory and System Design: A View from the Trenches. Computer Supported Cooperative Work 11(1-2):55-80.

[4] Feldman, R; Sanger, J (2006): The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data. Cambridge University Press, New York.

[5] Few, S (2006): Information Dashboard Design. The Effective Visual Communication of Data. O'Reilly Media, Sebastopol.

[6] Gallivan, MJ; Truex, DP; Kvasny, L (2004): Changing Patterns in IT Skill Sets 1988-2003: A Content Analysis of Classified Advertising. SIGMIS Database 35(3):64-87.

[7] Gebel, M (2006): Monitoring und Benchmarking bei arbeitsmarktpolitischen Maßnahmen. ZEW, Mannheim.

[8] Grob, HL; Lange, W (1996): Zum Wandel des Berufsbildes bei Wirtschaftsinformatikern: Eine empirische Analyse auf der Basis von Stellenanzeigen. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 38(2):236-241.

[9] Harper, R (2012): The Collection and Analysis of Job Advertisements: A Review of Research Methodology. Library and Information Research, 36(112):29-54.

[10] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science Research in Information Systems Research. MIS Quarterly, 28(1):75-105.

[11] Kuutti, K (1999): Activity Theory, Work, and Information Systems Design. In: Engeström, Y; Miettinen, R; Punamäki, R (Hrsg), *Perspectives on Activitiy Theory*. Cambridge, New York.

[12] Mayring, P (2002): Qualitative Sozialforschung. 5. Auflage. Beltz, Weinheim.

[13] Meier, M; Beckh, M (2000): Text Mining. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 42(2):165-167.

[14] Mortensen, DT; Pissarides, CA (2011): Job Matching, Wage Dispersion, and Unemployment. Oxford University Press, New York.

[15] Österle, H; Becker, J; Frank, U; Hess, T; Karagiannis, D; Krcmar, H; Loos, P; Mertens, P; Oberweis, A; Sinz EJ (2010): Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. Zfbf 62(9):662-672.

[16] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, M; Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24(3):45-77.

[17] Sailer, M (2009): Anforderungsprofile und akademischer Arbeitsmarkt: Die Stellenanzeigen-analyse als Methode der empirischen Bildungs- u. Qualifikationsforschung. Waxmann, Münster.

[18] Scholz, C; Stein, V (2010): Dynamisches Human-Capital- und Kompetenz-Controlling im innovativen Mittelstand. Rainer Hampp Verlag, München.

[19] Simon, B (2006): Neue Geschäftsmodelle für Bildungsangebote von Hochschulen. Zeitschrift für Betriebswirtschaft Special Issue (2):105-123.

[20] Simon, B (2010): Gestaltungstheoretische Überlegungen zu Kompetenzmanagementsystemen. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 52(6):327-337.

[21] Simon, DS; Jackson, K (2013): A Closer Look at Information Systems Graduate Preparation and Job Needs: Implications for Higher Education Curriculum Enhancements. World Journal of Education 3(3):52-62.

[22] Strohmeier, S (2008): Informationssysteme im Personalmanagement: Architektur – Funktionalität – Anwendung. 1. Auflage. Vieweg + Teubner, Wiesbaden.

[23] Todd, PA; McKeen, JD; Gallupe, RB (1995): The Evolution of IS Job Skills: A Content Analysis of IS Job Advertisements from 1970 to 1990. MIS Quarterly 19(1):1-27.

[24] Wippel, J; Mayer, JH.; Reinshagen, F (2008): Umsetzung eines One-Page-Reportings – Executive Dashboards als Leitstände für Unternehmenssteuerungssysteme. Zeitschrift für Controlling & Management 52(2)(Supplement):42-53.

[25] Zhu, W-D; Iwai, A; Leyba, T; Magdalen, J; McNeil, K; Nasukawa, T; Patel, N; Sugano; K (2011): IBM Content Analytics Version 2.2. 2. Auflage. IBM, Armonk.

COMET: From HR Management Concepts to HR Data Warehouse Implementation

Franca Piazza

Saarland University, Chair of Managementinformationsystems, 66123 Saarbrücken,
E-Mail: f.piazza@mis.uni-saarland.de

Friedrich Röhrs

Saarland University, Chair of Managementinformationsystems, 66123 Saarbrücken,
E-Mail: f.roehrs@mis.uni-saarland.de

Stefan Strohmeier

Saarland University, Chair of Managementinformationsystems, 66123 Saarbrücken,
E-Mail: s.strohmeier@mis.uni-saarland.de

Abstract

In order to support HR decisions with information HR data warehouses play an important role. The successful application of HR data warehouses strongly depends on the ability to comprehensively consider HR domain requirements and to transfer them consistently into multidimensional data warehouse models. Yet, such "transfers" are notorious for their effort and complexity, since well-proven procedure models are missing and thus tedious and error prone interactions of HR- and data warehouse-specialists are necessary. To broadly support this transfer process, we therefore present the system COMET which allows for defining HR information requirements based on a prominent HRM approach, the HR scorecard, and automatically transfers these requirements into a multidimensional data model as systematic basis for physical HR data warehouse design.

1 Introduction

Data warehouse systems as a major component of Business Intelligence Systems play an important role in order to support decisions concerning human resources (HR) e.g. [20], [15]. Data warehouse systems allow the fast, multidimensional, hierarchical and interactive analysis of metrics and thus provide data storage possibilities as well as analytical functionalities such as OLAP (Online Analytical Processing). However, data warehouse systems provide pure technological functionalities i.e. the possibility to design multidimensional data models, to store corresponding data, and to analyse these data with specific analytical functionalities. The success of data warehouse systems in supporting HR decisions strongly depends on the capabilities of responsible HR professionals and data warehouse specialists to translate the HR requirements into respective multidimensional data models. In order to offer relevant decision support, firstly the underlying HR management concept and HR metrics necessary to support the underlying HR management concept have to be formulated carefully, and secondly necessary HR metrics have to be transferred into a multidimensional data model. It is obvious, that this process demands an interdisciplinary communication between HR and IT, while the effort and problems of such interdisciplinary interactions are notorious. Our article thus addresses the gap between HR domain specific management concepts and the respective translation into multidimensional IS data models as the problem class to be tackled. There is an agreement that the process of data warehouse design follows the four phases of requirements analysis, conceptual design, logical design and physical design (e.g. [11], [7]). We focus on the first two phases because these reflect the intersection of the HR domain (requirements analysis) and the IT domain (conceptual design). The conceptual design formalizes the HR requirements into a platform independent multidimensional data model (e.g. [11], [17]). We provide a new solution to transfer a prominent HR management concept into multidimensional data models by developing a corresponding information system (Composer of metrics: COMET). COMET supports the formulation of an HR scorecard based on a knowledge base containing a comprehensive collection of HR metrics and allows an automatic transformation of the resulting information requirements into multidimensional data models. According to the design science research approach our research can be classified as improvement research because it provides a new solution which aims at eliminating the weaknesses of existing solutions that address the aforementioned problem class [8]. Therefore, our paper is organized as follows. In section 2 the problem class is elaborated by introducing HR management concepts, HR metrics and HR data warehouses and by discussing techniques that support the data warehouse design process. Based on these elaborations, requirements for the solution are derived and the developed prototype is presented in section 3. In section 4 the application of the prototype to solve the problem class is demonstrated and finally conclusions are drawn.

2 HR Information and Decision Support

2.1 Components of HR Information and Decision Support

For supporting HR managers with information habitually different managerial and technical components are discussed. HR management concepts and metrics constitute the major managerial component and HR data warehouses constitute the major technical component.

Starting with the *managerial components*, a large variety of different HR metrics (n > 1,000) is documented in scholarly (e.g. [1], [4], [9], [16]) as well as practitioner literature (e.g. [5], [10], [19], [23]). HR metrics are used to manage, i.e. plan and control, the broad variety of numerous HR related

aspects. Literature thus initially offers denominations, descriptions and calculation rules for these HR metrics. The metric external hire rate, for example, can be described by "people hired externally as a percentage of headcount" with the calculation rule total new hire divided by headcount [10]. There are also diverse attempts to categorize HR metrics in order to simplify their selection and usage. A common approach is the categorization concerning the HR function such as for example development, performance, appraisal and recruitment etc. Another approach categorizes HR metrics according to their level: Efficiency metrics measure how well HR performs administrative tasks while human capital metrics aim at measuring the value of human capital and HR cost benefit metrics measures the effectiveness of HR programs and practices [4]. However, HR metrics do not constitute an end in itself and not every HR metric is relevant for every organization. Rather, HR metrics are necessary to support a specific concept of managing human resources. Thus, the concrete HR management concept in use determines which specific HR metrics are necessary and which are not (e.g. [1], [4], [16], [19]). Besides specific concepts of managing HR (e.g. [19]) there are also general suggestions such as HR scorecards, HR portfolios, or HR value driver trees among others. HR scorecards, for instance, constitute a well-known and common general concept of planning and controlling HR [1]. The aim of HR scorecards is to enable the measurement of HR performance and its contribution to strategy. HR goals are derived from business goals by creating a so called strategy map, as a model of interdependent strategic goals which details organizational processes and capabilities which drive performance. The strategy map serves to specify HR related goals according to, for example, the four different categories of the general balanced scorecard [14]: financial, customer, operations and strategic [1]. Thus, company-specific goals in these four categories have to be specified. Furthermore, possible linkages between the specified HR goals should be clarified as well. To measure the respective (degree of) goal achievement, different HR metrics are used. The HR scorecard distinguishes between two types of metrics: metrics which measure the indicators that drive performance, the so called leading measures, and metrics which measure the results, the so called lagging measures. For each goal, correspondent leading and lagging metrics have to be defined [1]. In this way, the HR scorecard in use determines the specific HR metrics necessary. In a similar vein, further individual as well as general concepts of managing HR show specific information needs and, thus, determine necessary HR metrics.

As major *technical component*, data warehouses constitute a category of information systems to support management decisions by providing comprehensive functionalities to store and analyze data [12]. According to this, HR data warehouses focus on the support of HR management (e.g. [15], [20]). They serve as a central data base which integrates a plethora of relevant data sources such as HCM systems, learning management systems, payroll systems, document management systems, web data etc. and store the data in multidimensional data models, called data cubes. Key concepts of the multidimensional data model are facts (i.e. metrics), dimensions and hierarchies (e.g. [11]). The dimensions allow the specification of HR metrics by different characteristics such as time, region or organization. Each dimension contains elements which allow the storage and analysis of HR metrics among years, countries or department. Furthermore, elements of a dimension might be organized in a hierarchical way allowing the aggregation and disaggregation of metrics. The dimension time, for example, can be modelled using the hierarchy levels day, month and year. In doing so, HR metrics such as personal costs, headcount or absence quote can be analyzed interactively on different aggregation levels such as month or year combined with other aspects such as department or country. These analytical functionalities are subsumed under the term Online Analytical Processing (OLAP). The implementation of a data warehouse raises many technical questions reaching from the integration

of diverse heterogeneous data sources to optimization of data structures as well as query structures in order to fulfil the promise of fast multidimensional interactive hierarchical analysis of data.

To systematically support HR managers with information and decision support, these managerial and technical components have to be integrated. In brief, the HR management concept in use determines the necessary HR metrics (together with useful dimensions and hierarchical levels), while these metrics define the necessary data and query structures of a HR data warehouse that actually supports the HR management concept in use (see fig. 1).

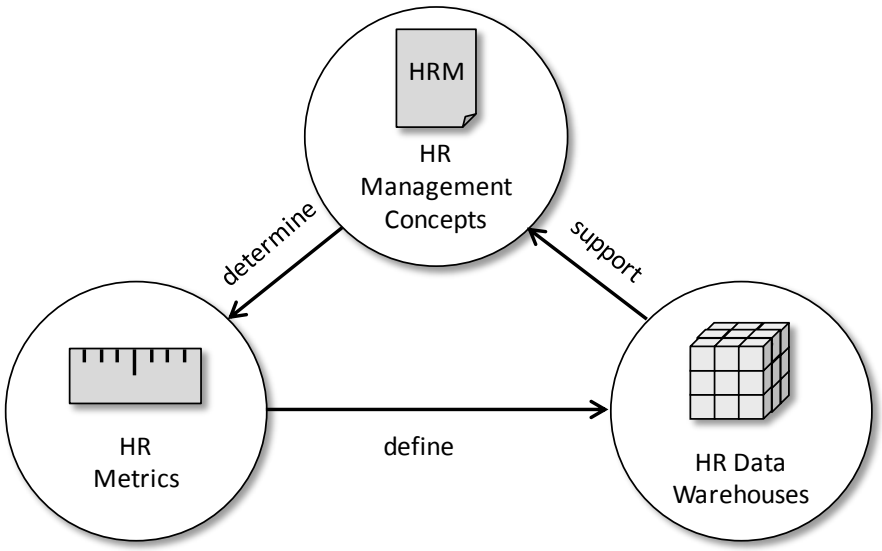


Figure 1: Managerial and Technical Components of HR Information and Decision Support

2.2 Work Related to HR Information and Decision Support

Work relevant for HR information and decision support can be found in HR as well as in IS research.

HR research so far especially addresses HR management concepts and HR metrics (see [1], [4], [5], [16]). While there is also HR research which describes the application of data warehouse in the HR domain (see [15], [20]), the problem of transferring HR management concepts and corresponding HR metrics, i.e. the HR requirements, into useful data warehouse structures, i.e. in particular multidimensional and multilevel data structures is not addressed so far.

On the contrary, IS research initially addresses the transfer of business requirements into data warehouse structures by offering diverse requirement analysis techniques. These techniques can be categorized into supply driven and demand driven approaches (see [7], [22]). Supply driven approaches focus on information supply, i.e. data which are available in existing source systems [13]. Demand driven approaches gather information requirements from different business users ("user driven approach" [24]) or, somewhat overlapping, from managerial objectives ("goal driven approach" [2]). Mixed approaches combine the supply and demand driven approaches by mapping the requirements derived from strategic goals with data schemed available from existing data sources (e.g. [3], [6], [18]). Yet, these approaches are not domain driven, i.e. not based on HR-specific requirements such as concrete HR management concepts and metrics.

Summarizing this situation, current work on HR information and decision support shows a clear disciplinary demarcation. HR research addresses HR management concepts and/or HR metrics, i.e. the managerial aspect, while IS research addresses generic procedures and techniques of data warehouse

design, i.e. the technical aspect. Both research streams are not connected so far, and, to our knowledge, research at the intersection of HR management concepts and metrics and data warehouse design is still lacking (see fig. 2).

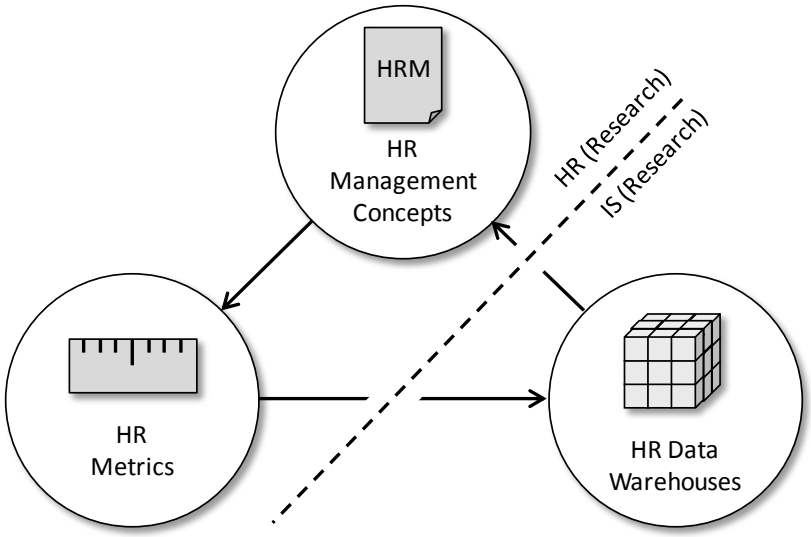


Figure 2: Research areas and disciplines in HR information and decision support

In other words, the necessary integration of managerial and technical components of HR information and decision support is not considered so far. As a consequence, the practical integration of managerial and technical aspects is still unsupported and handed over to the effortful and error prone interactions of HR and data warehouse professionals.

Therefore, our research addresses this intersection of and tries to bridge the gap between managerial and technical aspects of HR information and decision support. In particular, the support of requirement analysis and the transformation of HR information and decision support requirements into a platform independent data warehouse model is intended.

3 Solution Design

3.1 Solution requirements

As discussed before, the main gap is to consider HR management concepts and corresponding HR metrics as well as techniques concerning data warehouse design and integrate them into a comprehensive solution. This approach should enable the HR requirements analysis based on comprehensive HR expertise and integrate it with current knowledge about data warehouse design and hence bridge the gap between HRM and IT. We propose to develop and use an information system (COMET) that integrates managerial and technical tasks of HR information and decision support. Based on these elaborations we can derive the following system requirements.

R1: The system must support the formulation of HR management concepts as well as the selection and linkage of corresponding HR metrics and dimensions from the provided knowledge base.

The system should provide the functionality to model HR management concepts, such as e.g. the HR scorecard, and support the HR manager concerning the selection and association of corresponding HR metrics. Furthermore, the following requirement has to be considered as well in order to integrate the

HR domain and the IT domain. (As a prominent example of a HR management concept we employ the HR Scorecard [1] in the following.)

R2: The system must allow the collection and management of a broad range of HR metrics appropriate to support HR management concepts through HR data warehouses.

This collection of potential HR metrics reflects the expertise in the domain of HRM and constitutes the knowledge base of the system. This knowledge base needs administration functions, i.e. adding new metrics, calculation rules, dimensions etc. While the system should provide a comprehensive collection of potential HR metrics, usually only a subset is relevant for an individual organization. This leads to the following requirement.

R3: The system must automatically transfer the HR requirements into a platform independent model using a common multidimensional data modelling language.

Given the support in formulating the HR management concepts and respective HR metrics, it is furthermore necessary that the specified HR requirements are consistently transferred into a multidimensional data model understandable by IT experts.

3.2 Prototype Overview

According to the above requirements we developed the information system called COMET. The overall architecture resulting from the requirements is shown in figure 3. The core component of the system is the knowledge base that contains a comprehensive collection of HR metrics, their description and related literature, potential dimensions and hierarchy levels, and calculation rules.

The system provides three core functionalities: the management of the knowledge base, the definition of HR management concepts and the generation of multidimensional data models. The management supports the extension of the knowledge base by HR professionals comprising the definition of new HR metrics, potential dimensions and hierarchy levels.

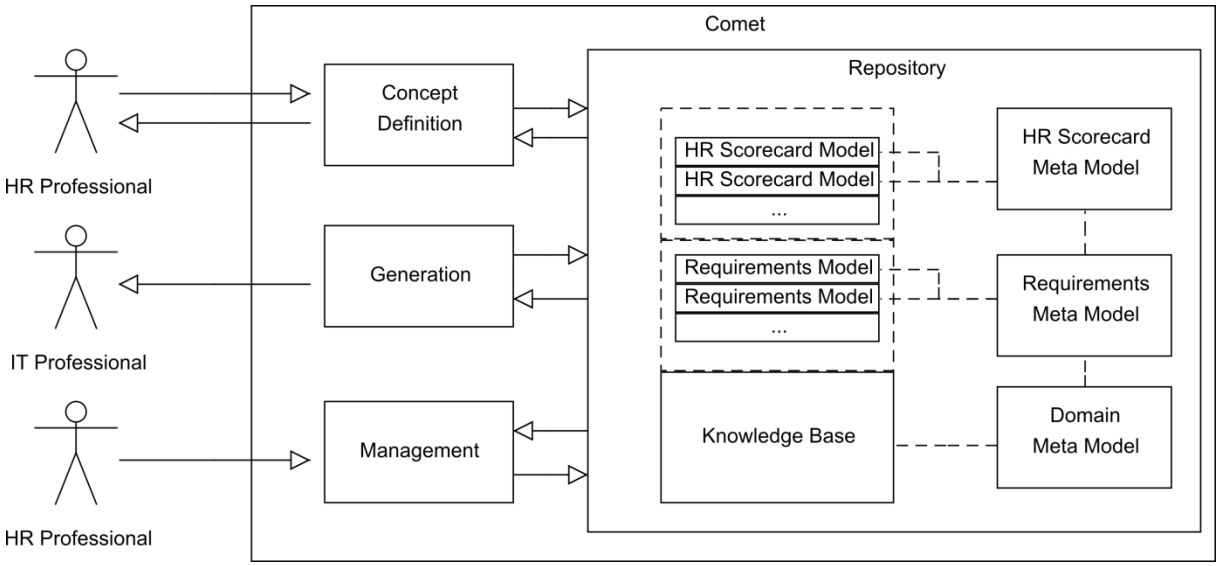


Figure 3: Components of COMET

Furthermore the system supports the HR professional in defining the HR management concept by providing functionality to model the HR scorecard and associate relevant HR metrics selected from the knowledge base. The defined HR scorecard with the respectively selected HR metrics constitute the requirements model which constitutes the base for the generation of the multidimensional data model. The generation functionality allows the automatic derivation of multidimensional data models and a graphical representation in the ADAPTed UML notation [21] as well as the export of these models as an XML document for further editing with independent modelling tools is provided. The repository comprises the knowledge base, requirements models and HR scorecard models each of them basing on related meta models. The elements composing the respective meta models are shown in figure 4.

The HR scorecard meta model extends the requirements meta model which in turn extends the domain meta model. In this way several different management concepts besides the HR scorecard can be linked to the problem domain and the resulting requirement model.

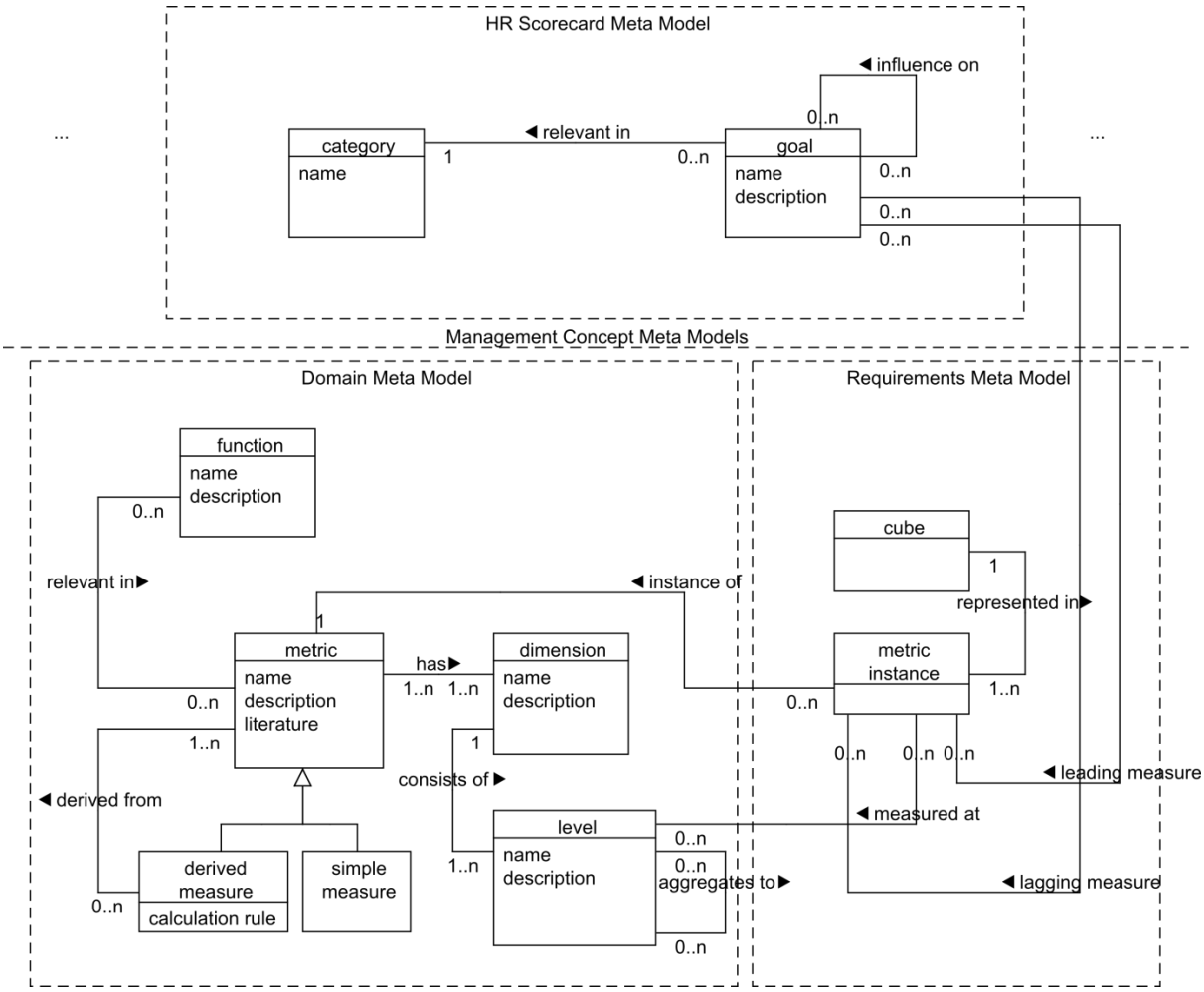


Figure 4: Meta Models of COMET

The main element of the *domain meta model* is the *metric*. Metrics represent a numerical value determined by the value of the dimension providing its context. Metrics can be differntiated into *simple* and *derived* metrics, that are calculated using other metrics. *Dimensions* allow the representation of *metrics* on different aggregation *levels*. The concept *function* can be used to categorize metrics according to HR functions for example. A metric can be relevant for multiple functions and a function can be associated to as many metrics as necessary for categorization. The

metrics *actual working time* and *target working time* might be relevant for the HR function *compensation* as well as *HR planning* for example. Because literature provides collections with categorization according to HR functions (see section 2.1), the system allows this categorization as well. Each concept of the meta model has the property name and description. The property description of the metric contains a detailed explanation of the metric to better understand its meaning. Furthermore, the property literature of a metric can contain bibliographic content pointing to literature with a comprising and detailed definition of the metric. If a metric is calculated by other metrics, the property calculation rule specifies the rules by which a metric is derived from others.

The *requirements meta model* contains the concepts *metric instance* and *cube* which are relevant for representing specified HR information needs. The requirements model represents the connection between the HR scorecard model and the knowledge base. The HR professional determines the information needs by modelling an HR scorecard. In doing so, metrics are selected and instantiated with specific dimensions and levels and then linked to HR goals. Therefore, the specific information needs constitute a specified partition of the knowledgebase which comprises a comprehensive collection of metrics and potential dimensions and hierarchy levels. The metric *target working time* for example includes the potential hierarchy levels minute, hour, day up to year stored in the knowledge base. However, a specific HR information need requires that metric on the more agregated level month and year neglecting the more granular levels for example. To allow this the metric instance concept links the general metric with a specific hierarchy level at which it is measured. The specified metrics and hierarchy levels constitute the cubes.

The *HR scorecard meta model* contains different *categories* into which *goals* can be placed. Each goal can affect other goals in the same category as well as goals in other categories. Metrics are linked to goals and classified as leading or lagging measures regarding that specific goal. These metrics are in fact metric instances from the requirements meta model. A connection between the HR management concept and the metrics from the knowledge base can be constructed this way. Furthermore, this way enables the connection of other HR management concepts such as the measurement plan for example.

3.3 Implementation Details

The system architecture described is realized as a web application created using the PHP and JavaScript programming language. The data managed in the repository is saved in a MySQL database. The metrics, dimensions, hierarchy levels as well as the HR scorecard models are saved in the database. An abstraction layer (or ORM-layer) is placed between the rest of the system and the handling of the database. The different components of the system can then work on those objects without having any knowledge of the underlying persistence layer. The representation on the client side is achieved by an application written in a JavaScript framework as well as multiple dynamic pages that supply either html code for direct consumption by the user or JSON structures for consumption by the JavaScript application. This allows users to access the management functionality as well as the concept definition and generation component. The implementation as a JavaScript application was chosen because it allows a design similar to other desktop applications, while still being a web application there is mostly no need for an installation on the computer of the user.

4 Demonstration of the Prototype

The prototype implemented so far contains a comprehensive knowledge base containing a collection of HR metrics with respective potential dimensions. Each dimension is stored with detailed hierarchies

which reflect the most granular and widest possible spread of the dimension. In the following the application of the prototype is demonstrated showing the integration of formulating an HR management concept based on the HR scorecard by using the HR domain expertise stored in the knowledge base and automatically transform the specified information needs into a multidimensional data model based on ADAPTed UML.

The HR professional defines an HR scorecard relevant for the organization. The system supports a graphical modelling of the HR scorecard and allows the definition of flexible categories, in this case financial, customer, operations and strategic (see fig. 5).

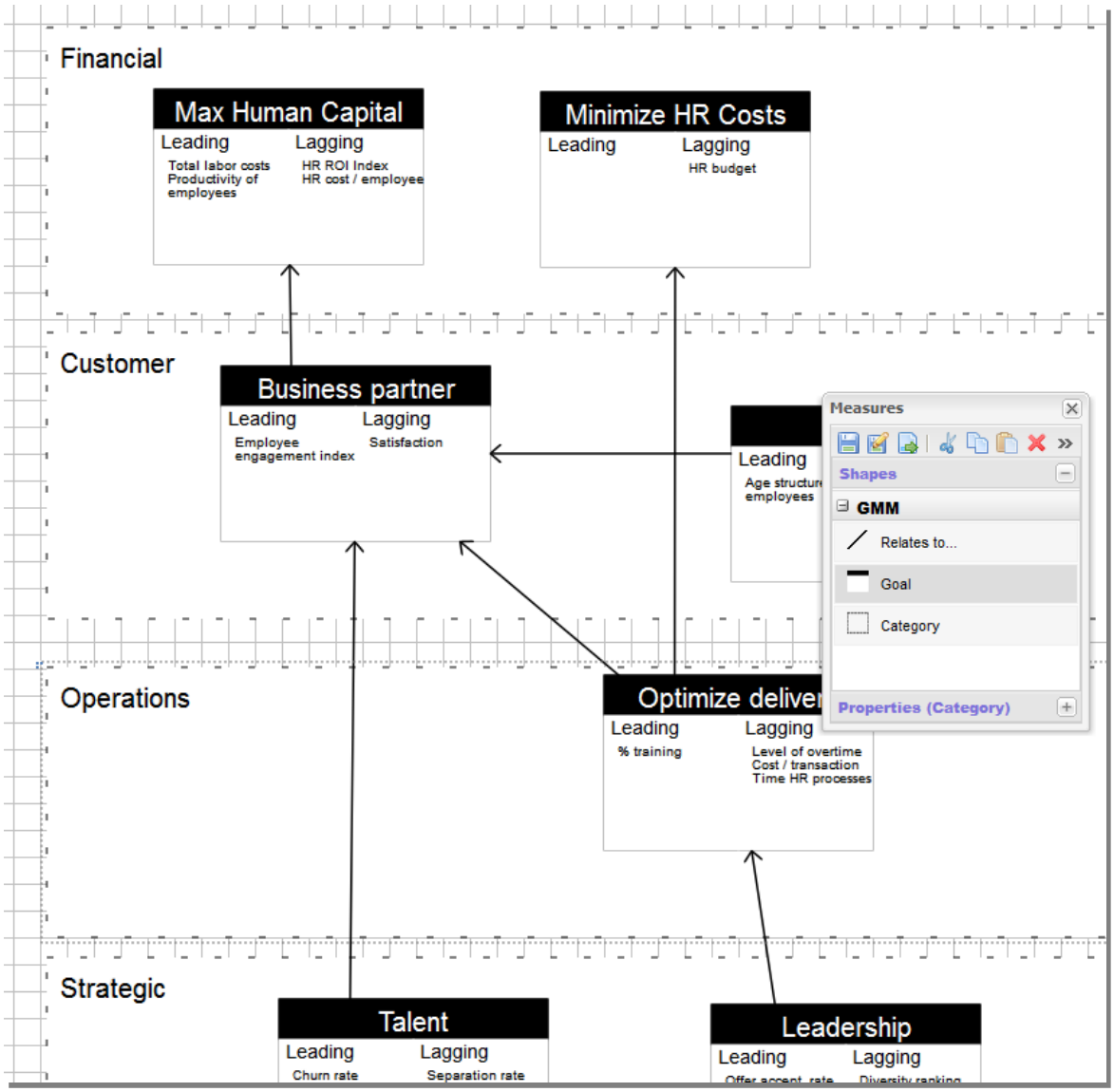


Figure 5: Example of an HR Scorecard Realized in COMET

The system supports the HR professional with the definition of goals according to the defined categories. For example the goal *business partner* aims at achieving the role of HRM to be a business partner to its customers. Furthermore, leading and lagging metrics for that goal have to be selected out of the knowledge base, for example *employee engagement index* and *employee satisfaction*. The system offers a text based search which is parsing the name as well as the description of the HR metrics stored in the knowledge base. This search supports the selection of relevant metrics

concerning the respective HR goal. Furthermore, the HR professional has to determine the aggregation level relevant for this specific HR metric. For example, the metric *employee satisfaction* might be of interest on the levels year, department and region but not per minute or employee (which also might violate data privacy laws). Because the formulation of an HR scorecard depends on the specific strategic goals of an individual organization, the system supports the definition process by providing HR expertise stored in the knowledge base, supporting the search for relevant metrics and offering the functionality to graphically model the HR scorecard according to organizational requirements. The HR professional can easily work with familiar domain specific terms and management concepts and does not have to care about implementation aspects concerning the data warehouse.

After the definition of the specific HR scorecard is finished by the HR professional, the results are stored i.e. the HR scorecard model and the requirements model. The HR scorecard model is an important HR related output of the system and can be published and communicated within the organization. The requirements model resulting from the defined HR scorecard furthermore serves as a basis for the generation of the multidimensional data model. The system supports the automatic transformation of the requirements model into a multidimensional data model based on ADAPTed UML (see fig. 6). Metric instances with the same dimensions and aggregation levels are merged into cubes. The example shows the derived cube of the goal *business partner* with the related HR metrics *employee engagement index* and *employee satisfaction* and the defined hierarchy levels and a cube for the goal *mimize HR costs* with the metric *HR budget* and respective levels. This model can then be used by IT professionals to further implement the data warehouse and develop logical and physical data models.

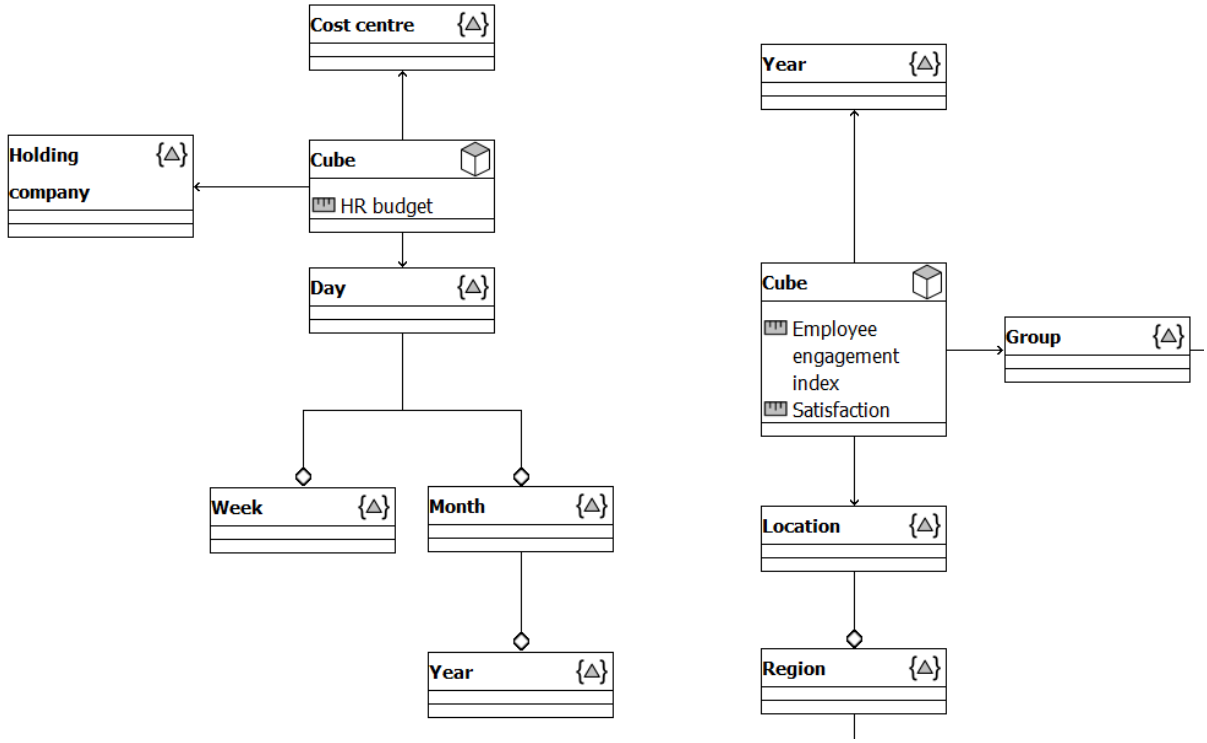


Figure 6: Example of an ADAPTed UML Model generated by COMET

5 Conclusion

Based on the example of the HR scorecard it could be demonstrated that COMET supports the company-specific definition of an HR management concept, the definition of corresponding HR metrics and the automatic transfer into a multidimensional data warehouse model. Therewith the requirements developed (R1 – R3) could be met. By using COMET, HR professionals can produce professional multidimensional data warehouse models customized to the individual requirements of their organizations, without *own* data modelling qualifications and *without* tedious and error-prone interactions with data warehouse specialists. The easily customizable HR scorecared approach, the comprehensive knowledge base with numerous, well-documented HR metrics, the easy search functions, and the automated creation of multi-dimensional data models should make HR data warehouse implementation simpler and faster and therewith also more cost effective and less error prone.

However, there are also limitations to be noted and future tasks to be done. A first task refers to the *further development* of COMET. The knowledge base has to be broadened to offer more HR metrics as to cover also very peculiar information requirements. Referring to this, a self service concept should additionally empower users to complement the knowledge base with the peculiar individual HR metrics needed. Moreover, besides the exemplarily implemented HR scorecard approach, further HR management approaches such as HR value driver trees, could be implemented, to support different approaches. Also the additional implementation of further data modelling languages such as ADAPT can be seen as useful improvement. Another task refers to *the empirical evaluation* of COMET, in particular the contributions to simplicity, speed, cost-effectiveness and error-reduction have to be assessed, so as to demonstrate the usefulness of the approach.

References

[1] Becker, BE; Huselid, MA; Ulrich, D (2001): The HR scorecard. Harvard Business School Press.

[2] Boehnlein, M; Ulbrich vom Ende, A (2000): Business process oriented development of data warehouse structures. In *Proceedings of Data Warehousing 2000*. Heidelberg, Germany: Physica Verlag.

[3] Bonifati, A; Cattaneo, F; Ceri, S; Fuggetta, A; Paraboschi, S (2001): Designing Data Marts for Data Warehouses. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology 10(4):452–483.

[4] Dulebohn, JH; Johnson, RD (2013): Human resource metrics and decision support: A classification framework. Human Resource Management Review 23(1):71–83.

[5] Fitz-enz, J. (2009): Predicting people : from metrics to analytics. Employment Relations Today 36(3): 1–11.

[6] Giorgini, P; Rizzi, S; Garzetti, M (2008): GRAnD: A goal-oriented approach to requirement analysis in data warehouses. Decision Support Systems 45(1):4–21.

[7] Golfarelli, M (2010): From user requirements to conceptual design in data warehouse design – a survey. In Bellatreche , L (Ed.), *Data Warehousing Design and Advanced Engineering Applications: Methods for Complex Construction.* Information Science Reference: Hershey, PA.

[8] Gregor, S; Hevner, AR (2013): Positioning and presenting design science research for maximum impact. MIS Quarterly 37(2):337–355.

[9] Holton III, EF; Naquin, SS (2004): New metrics for employee development criteria for effective metrics. Performance Improvement Quarterly 17(1):56–80.

[10] HR Metrics Service. (2012). *HR Metrics Standards & Glossary*. Retrieved from http://www.hrmetricsservice.org//wp-content/uploads/2013/07/standards_glossary.pdf, 12.09.2013.

[11] Hüsemann, B; Lechtenbörger, J; Vossen, G (2000): Conceptual data warehouse design. In: *Proceedings of the International Workshop on Design and Management of Data Warehouses*. Stockholm.

[12] Inmon, WH (2005): Building the data warehouse. Wiley, New York.

[13] Jensen, M; Holmgren, T; Pedersen, T (2004): Discovering multidimensional structure in relational data. In: *Proceedings of the International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery*. Zaragoza.

[14] Kaplan, RS; Norton, DP (1996). Balanced scorecard: translating strategy into action. Harvard Business Review Press.

[15] Kapoor, B; Sherif, J (2012): Human resources in an enriched environment of business intelligence. Kybernetes 41(10): 1625–1637.

[16] Lawler, EE; Levenson, A; Boudreau, JW (2004): HR metrics and analytics - uses and impacts (CEO Publication No. G 04-8 (460)).

[17] Mazon, JN; Trujillo, J (2008): An MDA approach for the development of data warehouses. In: Proceedings *of the 8th ACM International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP)*, 57-66, ACM Press.

[18] Mazon, JN.; Trujillo, J; Lechtenboerger, J (2007): Reconciling requirement-driven data warehouses with data sources via multidimensional normal forms. Data & Knowledge Engineering 63:725–751.

[19] Pease, G; Boyce, B; Fitz-enz, J (2013): Human Capital Analytics. Wiley.

[20] Prado, AB; Freitas, C; Sbrici, TR (2010): Using OLAP tools for e-HRM. International Journal of Technology and Human Interaction 6(4):49–62.

[21] Priebe, T., and G. Pernul. 2001. "Metadaten-gestützter Data-Warehouse-Entwurf Mit ADAPTed UML." In: *5th Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*. Paper 8.

[22] Saroop, S; Kumar, M (2011): Comparison of data warehouse design approaches from user requirement to conceptual model: a survey. In *2011 International Conference on Communication Systems and Network Technologies*. Washington: IEEE.

[23] Weiss, DS; Finn, R (2005): HR metrics that count: aligning Human Capital Management to business results. Human Resource Planning 28(1): 33–38.

[24] Winter, R; Strauch, B (2003): A method for demand-driven information requirements analysis in data warehousing projects. In *Proceedings of the Hawaii International Conference on Systems Sciences.*

Teilkonferenz: Konzeptionelle Modellierung

Die nachfolgenden Beiträge sind Bestandteil der Teilkonferenz *Konzeptionelle Modellierung* im Rahmen der MKWI 2014. Die von der GI-Fachgruppe *Modellierung betrieblicher Informationssysteme* getragene Teilkonferenz bildet traditionell ein Forum zur Diskussion aktueller Forschungsfragen und Lösungsansätze auf dem Gebiet der konzeptionellen Modellierung. Im Mittelpunkt der Teilkonferenz stehen u. a. folgende Themen:

- Geschäftsprozessmodellierung, Unternehmensmodellierung;
- Unternehmensarchitekturen, Informationssystemarchitekturen;
- Modellierungssprachen, domänenspezifische Modellierungssprachen, Metamodellierung;
- Modellierungsmethoden, Method Engineering, Werkzeuge;
- Referenzmodellierung, Referenzmodelle, Ontologien, Anpassung von Referenzmodellen;
- Kooperative, kollaborative und verteilte Modellierung;
- Modellanalyse, Simulation und Prognose von Systemeigenschaften;
- Qualitätssicherung konzeptioneller Modelle;
- Modellbasierte Softwareentwicklung, Modellierung komponentenorientierter Informationssysteme;
- Erkenntnisgegenstand und Perspektiven der Modellierungsforschung.

In diesem Jahr wurden 17 Manuskripte zur Begutachtung eingereicht, darunter drei Manuskripte als Research in Progress. Basierend auf den Ergebnissen der Begutachtungsphase wurden aus den Einreichungen sechs Manuskripte zur Präsentation und Aufnahme in den Tagungsband ausgewählt.

Dezember 2013

Jörg Becker, Werner Esswein, Sven Overhage

(Teilkonferenzleitung)

Rechnerunterstützte Abbildung textueller Regelwerke des Prüfungswesens einer Hochschule

Katharina Kröger

Universität Osnabrück, Fachgebiet Management Support und Wirtschaftsinformatik, 49074 Osnabrück, E-Mail: kathkroe@uos.de

Research in Progress Paper

Abstract

Textuelle Regelwerke verursachen in der Abbildung für Anwendungssysteme viel Aufwand, da die Inhalte der Texte manuell erschlossen werden müssen. In dieser „Research in Progress"-Arbeit wird ein generisches Konzept für eine rechnerunterstützte Abbildung textueller Regelwerke am Beispiel der Anwendungsdomäne des Prüfungswesens einer Hochschule vorgestellt. Dafür werden die Problemstellung, das Forschungsziel und die Forschungsmethodik beschrieben. Schließlich wird das dreiteilige Konzept aus Metamodell, konzeptioneller Modellierung und Anwendungskomponenten-Transformation detailliert dargestellt.

1 Problemstellung und Forschungsansatz

1.1 Problemstellung

Regelwerke sind domänenspezifisch und enthalten bindende Regeln und Regelungen, die häufig auch rechtlich verbindlich sein können. Regeln bestimmen Schlussfolgerungen für definierte Konstellationen innerhalb der Domäne (wenn „a“ dann “b“), bei Regelungen handelt es sich um allgemeine Spezifikationen, z. B. den Aufbau von Zeugnissen. Regelwerke finden sich in verschiedensten Bereichen wieder, wie z. B. das Regelwerk der deutschen Rechtschreibung, Regelwerke in Sportvereinen oder die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGBs) eines Unternehmens. Da Regelwerke in Textform vorliegen, verursacht die inhaltliche Erfassung dieser Regelwerke für Anwendungssysteme[1] häufig einen hohen Aufwand, da dieser Prozess bislang durch menschliche Bearbeiter stattfindet.

Auch im Hochschulbereich müssen Regelwerke mit hohem Aufwand für Anwendungen abgebildet werden. Hier finden sich Regelwerke in Form von Prüfungsordnungen[2] und Modulhandbüchern. Durch Prüfungsordnungen werden Studiengänge geregelt (bspw. [8]) und sie enthalten dementsprechend vielfältige Regeln und Regelungen, z. B. zur Bewertung von Prüfungsleistungen oder zu Freiversuchen. Modulhandbücher beschreiben die einzelnen Module eines Studiengangs u. a. hinsichtlich Inhalt, Anforderungen und Bewertung eines Moduls [7]. Diese Regelwerke zeichnen sich durch Formulierungen in juristischer Fachsprache aus und sind als Textdokumente nicht computerlesbar, bzw. nicht „computergerecht“ [3]. Deshalb müssen die juristischen Formulierungen manuell in die entsprechenden Anwendungen, sogenannte Prüfungsverwaltungssysteme (PVS)[3] überführt werden. Die Abbildung der Regelwerke in die PVS erfordert, dass PVS-Administratoren die Texte lesen und verstehen, die relevanten Regeln und Regelungen aus den Prüfungsordnungen extrahieren und sie in der Anwendung abbilden. Häufig sind Rückfragen bei Prüfungsamtsmitarbeitern oder Dekanen notwendig, da die Regelwerke nicht alle für eine automatisierte Abwicklung notwendigen Informationen enthalten, bzw. die Informationen widersprüchlich sind. Dieser Abbildungsprozess nimmt nach Erfahrungen der Universität Osnabrück pro Studiengang für einen PVS-Administrator mindestens zwei Tage in Anspruch. Dieser Aufwand könnte erheblich gemindert werden, wenn die Regelwerke in eine computerlesbare Form überführt werden könnten. Eine alternative Lösung wäre es, die Prüfungsordnungen direkt in einer computerlesbaren Form zu verfassen. Erfolgreiche Bemühungen in diese Richtung finden sich jedoch nicht, allenfalls ein Konzept [2], eine Umsetzung dessen blieb jedoch aus. Aufgrund der notwendigen und aufwendigen Qualifizierung der temporär agierenden heterogenen Verantwortlichen bei der Prüfungsordnungserstellung wird diese Alternative nicht als effizient betrachtet.

Zudem steigt die Anzahl der Regelwerke, die im Prüfungswesen einer Hochschule abgebildet werden müssen, an. Da für jeden Studiengang mindestens eine eigene Prüfungsordnung mit mindestens einem zugeordneten Modulhandbuch existiert[4], ist die Anzahl der Regelwerke an die zahlenmäßige Entwicklung der Studiengänge gekoppelt. Die Zahl aller Studiengänge in Deutschland stieg vom Wintersemester (WS) 2007/2008 bis zum WS 2012/2013 um einen Faktor von ungefähr 1,4 auf 16.082 Studiengänge [6]. Die Anzahl der Regelwerke wird dementsprechend mit einem Faktor > 1,4

[1] Ein Beispiel für eine solche Abbildung wäre die Konfiguration eines Onlineshops anhand der AGBs.
[2] Teilweise auch Studienordnungen.
[3] PVS gehören zur Gruppe der Campus Management Systeme (CMS) und unterstützen Prüfungsämter in ihren Aufgaben, die im Zusammenhang mit den Hochschulprüfungen anfallen [12]. Sie werden auch als Prüfungsorganisationssysteme [12] bzw. Prüfungsverwaltungssoftware [14] bezeichnet.
[4] Da so Regelungen wiederverwendet und Redundanzen vermieden werden können.

angewachsen sein. In diesem Anstieg sind noch keine auslaufenden Studiengänge oder Prüfungsordnungs-Versionen berücksichtigt, die nicht mehr zur Neueinschreibung angeboten, jedoch trotzdem noch betreut werden müssen. U. a. dadurch finden sich in bestimmten Bereichen häufig parallel mehrere Prüfungsordnungen für den gleichen Studiengang [5]. Die steigende Anzahl von abzubildenden Regelwerken für die PVS führt zu einem erhöhten Aufwand in der PVS-Administration.

Gleichzeitig hat der Bereich der Administration von PVS unter einem Fachkräftemangel zu leiden. In Universitäten werden die Stellen der PVS-Administratoren schon länger durch Akademiker besetzt. Von 2002 bis 2012 ist die gesamte Nachfrage nach Akademikern im IT-Arbeitsmarkt von 25% auf 33% angewachsen [1]. Zudem überstieg 2012 die Nachfrage nach IT-Experten das Angebot am Arbeitsmarkt [1]. Ebenso wie die IT-Branche leidet auch der öffentliche Dienst unter dem Fachkräftemangel [11]. An der Schnittstelle beider Arbeitsmärkte, also der IT an Hochschulen, ist der Wettbewerb um Arbeitskräfte dementsprechend besonders groß. Eine Unterbesetzung im Bereich der PVS-Administration ist die Folge.

Dieser Fachkräftemangel und die steigende Zahl der Regelwerke resultieren darin, dass der aufwendige Prozess der Prüfungsordnungsabbildung häufig vernachlässigt und beschleunigt wird, wodurch die Fehleranfälligkeit steigt. Aber auch in einer optimalen Situation mit gleichbleibender Anzahl von Prüfungsordnungen und ausreichend Fachkräften, könnten Fehler in der Abbildung nie ganz vermieden werden, da dieser Prozess allein durch seinen manuellen Charakter fehleranfällig ist.

1.2 Forschungsziel

Basierend auf dieser Problemsituation soll ein Konzept entwickelt werden, welches textuelle Regelwerke automatisiert in eine computerlesbare Form für eine ausführende Anwendung überführt. Dabei sollen die Textdokumente im Sinne einer konzeptionellen Modellierung unabhängig von der jeweiligen Endanwendung verarbeitet werden. Durch eine prototypische Implementierung soll beispielhaft die Funktionalität des Systems anhand einer ausgewählten Anwendung vorgeführt werden.

Dieses Konzept zielt darauf ab, dass die Abbildung der Regelwerke im System automatisiert wird und die Fehleranfälligkeit der manuellen Abbildung reduziert werden kann. Zudem könnte eine rechnerunterstützte Abbildung weniger Zeit in Anspruch nehmen und Änderungen an den Prüfungsordnungen könnten schneller eingepflegt werden.

Die Unabhängigkeit von der jeweiligen Anwendung soll gewährleisten, dass das zu entwickelnde System mit minimalem Anpassungsaufwand einsetzbar ist, unabhängig davon, mit welchem CMS[5] an der jeweiligen Universität gearbeitet wird.

1.3 Forschungsmethodik

Die Umsetzung dieses Forschungsziel erfolgt nach der Design Science Research Methodology (DSRM) nach Peffers et al. [10]. Diese unterteilen den Forschungsprozess des Design Science Research in der DSRM in sechs Phasen: Problem identification and motivation, define the objectives for a solution, Design and Development, Demonstration, Evaluation und Communication [10].

[5] Im Einsatz können z. B. CMS der HIS GmbH, der Datenlotsen Informationssysteme AG oder der CAS Software GmbH sein.

In Kapitel 1.1 wurde das Problem identifiziert und die Relevanz aufgeführt (*Problem identification and motivation* [10]). Darauffolgend wurde das Forschungsziel definiert und erläutert, inwiefern der Forschungsansatz die momentane Situation verbessern kann (*Define the objectives for a solution* [10]). Das angedachte Konzept, um dieses Forschungsziel zu erreichen, wird in Kapitel 2 vorgestellt. Die weitere Ausarbeitung dieses Konzeptes wird die Grundlage für den Entwurf des Artefaktes bilden (*Design and Development* [10]). Die beiden Phasen *Demonstration* und *Evaluation* von Peffers et al. [10] werden sich überschneiden, da in der Evaluation der Anwendungskomponente gleichzeitig das Artefakt demonstriert werden wird. Die Kommunikation der Forschungsergebnisse wird über alle Phasen hinweg durchgeführt (*Communication* [10]).

2 Konzept für eine rechnerunterstützte Abbildung textueller Regelwerke

2.1 Überblick über das Konzept

Entsprechend des Forschungsziels gliedert sich das Konzept in eine Modellkomponente und eine Anwendungskomponente. Um die Konsistenz und Konformität der Modellkomponente sicherzustellen [9], wird dem Konzept zusätzlich eine Meta-Modellkomponente als Basis hinzugefügt. Die drei Komponenten und ihr Zusammenspiel sind in Bild 1 dargestellt.

In der Meta-Modellkomponente werden abstrakte Informationen über die Regelwerke aufbereitet und in einem Meta-Modell gespeichert. Laut Ferstl und Sinz definiert ein Meta-Modell „die verfügbaren Arten von Modellbausteinen, die Arten von Beziehungen zwischen Modellbausteinen, die Regeln für die Verknüpfung von Modellbausteinen durch Beziehungen sowie die Bedeutung (Semantik) der Modellbausteine und Beziehungen“ [4]. Durch das Meta-Modell wird das verfügbare Begriffssystem für konkrete Modelle festgelegt [4].

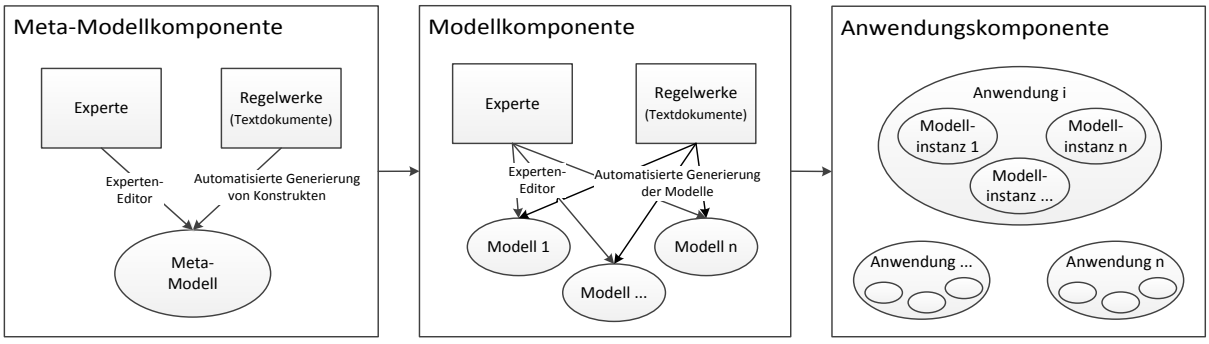


Bild 1: Überblick über das Konzept

Auf diesem Meta-Modell baut die Modellkomponente auf. Laut Stachowiak repräsentiert ein Modell immer ein natürliches oder künstliches Original, wobei auch Modelle selber ein Original darstellen können [15]. In einzelnen Modellen je Studiengang (1…n) werden nach Vorgaben des Meta-Modells die Informationen der Regelwerke gespeichert.

Zuletzt werden in der Anwendungskomponente die konzeptionellen Modelle in Modellinstanzen (1…n) für die Anwendungen (i…n) überführt. Durch die konzeptionelle Modellebene ist es möglich, verschiedene Anwendungen zu bedienen.

2.2 Meta-Modellkomponente

Um das Meta-Modell zu erstellen, werden Konstrukte aus den Prüfungsordnungen benötigt. Bei diesen Konstrukten handelt es sich um Informationen darüber, wie ein Studiengang aufgebaut sein kann. In Bild 2 werden einzelne Konstrukte als Ontologie verdeutlicht. Die Ellipsen stehen für Elemente der Prüfungsordnung und die Pfeile verdeutlichen Beziehungen zwischen einzelnen Elementen. Zwei Elemente, die durch einen Pfeil miteinander in Beziehung stehen, bilden ein Konstrukt. Dem beispielhaften Meta-Modell in Bild 2 ist zu entnehmen, dass sowohl ein Modul als auch eine Prüfung Leistungspunkte und eine Dauer haben können. Zu der Prüfung gibt es außerdem einen Semesterturnus und eine Prüfungsform. Zudem gibt es eine Zuordnung der Prüfung zu dem Modul.

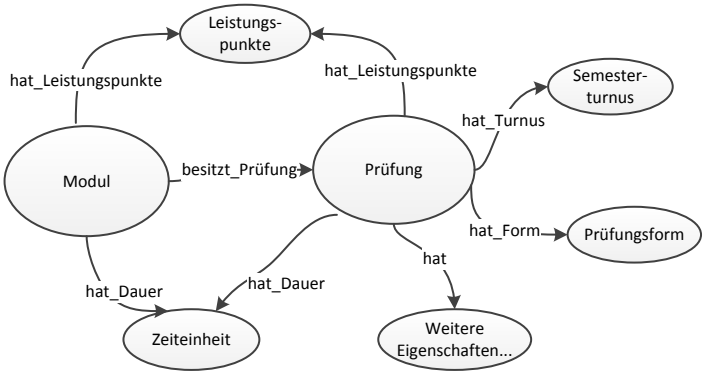


Bild 2: Beispielhafte Darstellung von Konstrukten des Meta-Modells als Ontologie

Es existiert eine große Menge von möglichen Konstrukten, die in Prüfungsordnungen für den Aufbau eines Studiengangs verwendet werden können. Hierbei kann zwischen allgemeinen Konstrukten, die von allen Studiengängen genutzt werden und speziellen Konstrukten, die nur in einzelnen Studiengängen Anwendung finden, unterschieden werden. Ein Beispiel für ein allgemeines Konstrukt ist die Zuordnung von Leistungspunkten (über Prüfungen) zu einem Modul, denn Leistungspunkte müssen für ein Modul vergeben werden [7], dadurch muss dieses Konstrukt in jedem Studiengang vorhanden sein. Eine Zuordnung von Studienabschnitten zu einem Studiengang wäre hingegen ein spezielles Konstrukt, weil es auch Studiengänge ohne Studienabschnitte geben könnte. Im Meta-Modell sollten sowohl die allgemeinen als auch die speziellen Konstrukte enthalten sein, damit in der Modellkomponente alle Konstrukte abbildbar sind.

Um das Meta-Modell aufzubauen, sollen die Konstrukte automatisiert aus den Regelwerken generiert werden[6] (siehe Bild 1). Damit sämtliche Konstrukte in dem Meta-Modell enthalten sind, soll die Menge von zu verarbeitenden Textdokumenten die Regelwerke verschiedener Studiengänge, Fächer, Strukturen[7] und Hochschulen enthalten. Auf diese Art soll versucht werden ein möglichst vollständiges Abbild der Konstrukte von Studiengängen zu erstellen.

Über einen Experten-Editor werden diese Konstrukte zusätzlich mit dem Wissen eines Experten ergänzt (siehe Bild 1), da in den meisten Fällen nicht sämtliche Bestimmungen, die für einen Studiengang entscheidend sind, auch in den Prüfungsordnungen niedergeschrieben sind. Der Experte

[6] Hierfür soll Text Mining (insbesondere das Teilgebiet Informationsextraktion) hinsichtlich seiner Funktionalitäten untersucht werden.

[7] Z. B. Mono- und Mehrfachstudiengänge, wobei ersteres bezeichnet, dass nur ein Fach studiert wird und letzteres, dass mindestens zwei Fächer studiert werden (bspw. Lehramtsstudierende).

überprüft dadurch gleichzeitig, ob das Meta-Modell die Konstrukte der Regelwerke angemessen und vollständig abbildet.

2.3 Modellkomponente

Aufbauend auf den definierten Konstrukten des Meta-Modells wird die Modellkomponente entwickelt (siehe Bild 1). In deren Modellen sind die konkreten Informationen zu einzelnen Studiengängen enthalten, weshalb sie für jeden Studiengang einzeln aufgebaut werden (1…n). Diese Informationen werden (analog zu Bild 2) beispielhaft in Bild 3 dargestellt.

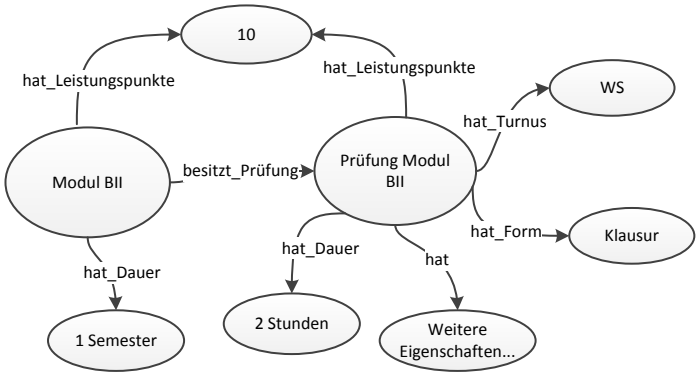


Bild 3: Beispielhafte Darstellung eines konkreten Modells als Ontologie

Die benötigten Informationen werden aus den Regelwerken generiert. Es wird nicht wie in der Meta-Modellkomponente mit einer Menge von Textdokumenten gearbeitet, sondern mit den jeweilig zutreffenden für einen Studiengang. Dazu gehören die Prüfungsordnung und das Modulhandbuch. Bei den Prüfungsordnungen ist zudem zu beachten, dass in manchen Studiengängen mehrere, aufeinander aufbauende Teile der Prüfungsordnung gemeinsam verarbeitet werden müssen. So existieren z. B. Studiengänge, in denen es eine allgemeine (übergeordnete), eine studiengangspezifische und eine oder mehrere fachspezifische Prüfungsordnungen gibt. Da die Regelungen sich überlappen können, muss darauf geachtet werden, dass die jeweils maßgeblichen Regelungen Anwendung finden.

Ebenso wie bei dem Meta-Modell ergibt sich das Problem, dass nicht alle Informationen in den Regelwerken enthalten sind, es wird auch hier ein Experte die Modelle um sein Wissen über einen Experten-Editor ergänzen (siehe Bild 1).

2.4 Anwendungskomponente

In der Anwendungskomponente werden die konzeptionellen Modelle je Studiengang (1…n) in einzelne Modellinstanzen (1…n) überführt. Diese Transformationen sollen mit minimalen Aufwand für jede Anwendung (i…n) ermöglicht werden (siehe Bild 1).

In den PVS werden die Informationen zu den Studiengängen auch in Form von Regeln abgelegt. Um die Informationen aus dem Modell in diese Regeln zu überführen, werden sie in Modellinstanzen aufbereitet und an das jeweilige Datenformat angepasst. Dabei können Probleme entstehen, weil nicht sichergestellt werden kann, dass konzeptionelle Modelle direkt in jede Zielanwendung übersetzt werden können [13]. So kann es vorkommen, dass die Regeln der Anwendung die Abbildung des Studiengangs nicht vollständig unterstützen. Hilfskonstruktionen können erforderlich werden. Ein Beispiel hierfür wäre die fehlende Unterstützung einer doppelten Zuordnung einer Prüfung zu zwei Modulen, wenn die Prüfung also für beide Module ablegt werden kann. Falls die Anwendung dieses

nicht zulässt, muss die Prüfung verdoppelt werden und jeweils einzeln den entsprechenden Modulen zugeordnet werden. Bei einer manuellen Abbildung würde dies schnell zu Redundanzen führen, durch die konzeptionelle Modellebene dieses Ansatzes ist jedoch die Bildung einer kontrollierten Redundanz möglich. Der konzeptionelle Ansatz kann somit helfen, potentielle Schwächen der PVS auszugleichen.

Für die Abbildung in der Anwendung sollen außerdem Schnittstellen bzw. Plug-Ins definiert werden, um die Modellinstanzen der jeweiligen Anwendung zur Verfügung zu stellen.

3 Ausblick

Der in Kapitel 2 vorgestellte Konzeptansatz für eine rechnerunterstützte Abbildung textueller Regelwerke soll als Basis für die Entwicklung eines Prototyps dienen. Hierzu soll in einem nächsten Schritt anhand einer Recherche ausgewählt werden, welche Form sowohl das Meta-Modell als auch das Modell annehmen können, z.B. eine Ontologie oder ein XML[8]-basierter Ansatz. Zudem ist geplant zu recherchieren, welche Methode am geeignetsten wäre, um das Meta-Modell und die Modelle automatisiert zu generieren, hier soll Text Mining und insbesondere das Teilgebiet der Informationsextraktion näher auf eine Eignung untersucht werden. Für die Integration des Wissens des Experten in das Meta-Modell und das Modell soll ein Experteneditor ausgewählt oder entwickelt werden, womit der Experte das bestehende Modell ganzheitlich analysieren und ggf. ergänzen und korrigieren kann.

Durch die Umsetzung des Konzeptes können sich zusätzlich zu der Aufwandserleichterung auch weitere Potentiale ergeben, z. B. eine Rückmeldung für die Prüfungsordnungskonstrukteure nach der Validierung der Modelle durch den Experten im Falle von Fehlern oder Widersprüchen in den Regelwerken. Auch eine Weitergabe des Meta-Modells an die Konstrukteure der Prüfungsordnungen wäre denkbar, da es einen Überblick über verfügbare Konstrukte für neue Entwürfe liefern könnte.

4 Literatur

[1] Beckmann, R; Honheiser, F (2013). Gute Chancen am Arbeitsmarkt für IT-Fachleute und Experten der Mechatronik, Energie- und Elektrotechnik. Informatik-Spektrum, 36(4): 398–418.

[2] Bennemann, B; Braßel, B (2004): Konzept und prototypische Realisierung eines flexiblen Prüfungsverwaltungssystems. In: Wenke, G; Fleischhack, H (Hrsg.), *Entwicklung eines Leistungspunktesystems in den Fachbereichen Elektrotechnik und Informatik* BLK_V2_8/2004, BLK-Verbund 2. Oldenburg.

[3] Brune, H; Carolla, M; Spitta, T (2013). Studiengangsmodellierung - Ein implementierter Diskussionsansatz -. GI: WI-MAW-Rundbrief, 35(2013) 1:14–24.

[4] Ferstl, OK; Sinz, EJ (2006). Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. 5. Auflage. Oldenbourg, München [u. a.].

[5] Hackelbusch, R (2006): EUSTEL-Entscheidungsunterstützung im Technology Enhanced Learning. In: Hochberger, C; Liskowsky, R (Hrsg.): *INFORMATIK 2006-Informatik für Menschen*, 1, 65–69. Dresden.

[6] Hochschulrektorenkonferenz (HRK) (2012). Statistische Daten zu Studienangeboten an Hochschulen in Deutschland. Studiengänge, Studierende, Absolventen. Wintersemester 2012/2013.

[8] Extensible Markup Language

[7] Kultusministerkonferenz (2010): Ländergemeinsame Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.10.2003 i.d.F. vom 04.02.2010).

[8] Niedersächsisches Hochschulgesetz (NHG) (2007) in der Fassung vom 26. Februar 2007 (Nds. GVBl. S.69), zuletzt geändert. durch Art. 1 des Gesetzes vom 10. Juni 2010 (Nds. GVBl. S.242).

[9] Paige, RF; Brooke, PJ; Ostroff, JS (2007). Metamodel-based model conformance and multiview consistency checking. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM) 16(3): 11.

[10] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2007). A design science research methodology for information systems research. Journal of management information systems 24(3), 45–77.

[11] Reichard, C; Schröter, E (2009). Der öffentliche Dienst im Wandel der Zeit: Tradierte Probleme, aktuelle Herausforderungen und künftige Reformperspektiven. der moderne staat – Zeitschrift für Public Policy, Recht und Management 2(1): 17-36

[12] Schmees, M; Appelrath, H-J; Boles, D; Kleinefeld, N (2007). Erweiterung eines LMS um hochschultypische Softwaresysteme. In: Gaedke, M; Borgeest, R (Hrsg.), *Tagungsband zum Workshop Integriertes Informationsmanagement an Hochschulen: Quo vadis Universität?* (Bd. 2, S. 111–127). Karlsruhe.

[13] Schultewolter, C. (2012). Konzeptuelle Modellierung für modellgetriebene Decision Support Systeme. Dissertation, Osnabrück.

[14] Spitta, T; Mordau, J (1995). Entwicklung und Ergebnisse eines allgemeingültigen Fachkonzeptes für die Prüfungsverwaltung an Hochschulen. In: *Schäfer, JP; Grauer, M (Hrsg.): Universitätsverwaltung und Wirtschaftsinformatik. Proceedings.* S.128-147. Siegen.

[15] Stachowiak, H (1973). Allgemeine Modelltheorie. Springer, Wien [u. a.].

Entwicklung einer BPMN-Extension für ressourcen-intensive Prozesse im Maschinenbau

Richard Braun

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, Münchner Platz 3, 01187 Dresden, E-Mail: richard.braun@tu-dresden.de

Werner Esswein

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, Münchner Platz 3, 01187 Dresden, E-Mail: werner.esswein@tu-dresden.de

Abstract

In Grundlagenforschungsprojekten im Bereich des Maschinenbaus werden Verfahren erforscht, die thermisch bedingte Produktionsfehler an Maschinen vermindern sollen. Zur Modellierung dieser Verfahren kann die Prozessmodellierungssprache BPMN verwendet werden, welche aufgrund ihrer generischen Ausrichtung jedoch Mängel in Bezug auf die spezifische Abbildung von Ressourcenobjekten aufweist. Es wurde daher auf Basis des Design-Science-Ansatzes eine BPMN-Erweiterung für ressourcen-intensive Prozesse im Maschinenbau entwickelt. Im Gegensatz zu anderen Forschungsarbeiten wird die BPMN-Erweiterung systematisch auf Basis einer Domänen-Ontologie, des BPMN-Erweiterungsmechanismus sowie des Vorgehens von Stroppi et al. (2011) konstruiert.

1 Einleitung, Motivation und Problemdomäne

In der Produktion werden Teile der bei Bearbeitungsprozessen an Werkzeugmaschinen aufgewendeten Energie in Form von Wärmeströmen an die Maschine oder die Maschinenumgebung abgegeben. Neben der daraus folgenden Verminderung der Produktivität führt dies zu Verformungen am Werkstück oder der Maschine und somit zur Minderung der Fertigungsqualität. Es werden daher Optimierungsmethoden erforscht, welche die Maschine, Steuerungsabläufe und Prozesse so gestalten, dass die Fertigungsqualität durch Vermeidung von thermisch-bedingten Ungenauigkeiten nicht gemindert wird [7]. Dazu werden sogenannte Kompensations- und Korrekturverfahren entwickelt. Kompensationsverfahren gestalten einzelne Maschinenelemente und arbeiten z.B. mit Isolationsstoffen, um Wärmeabflüsse zu reduzieren. Korrekturverfahren befassen sich mit der maschineninternen Steuerung, um in Echtzeit gemessene Bearbeitungsfehler steuerungsseitig auszugleichen (z.B. [7], [8], [3], [18]). Die Optimierungsverfahren sind sehr domänenspezifisch und aufgrund ihres innovativen Charakters nicht trivial (vgl. [8]). Gleichzeitig müssen sie jedoch zur Dokumentation und Kommunikation expliziert werden und sollen als Basis der Integration in praktische Produktionsprozesse verwendet werden. Auch soll eine ökonomische Bewertung ermöglicht werden (z.B. [1], [15]). Hierbei ist v.a. der Anwendungsaufwand einer einzelnen Methode einzuschätzen, was insbesondere notwendige Ressourcen wie z.B. spezielle Messtechnik, Softwarelizenzen oder besonders qualifizierte Mitarbeiter umfasst. Es bietet sich daher an, die Prozessmodellierung zur Abbildung der Optimierungsverfahren zu nutzen (z.B. [5]). Der Gegenstandsbereich dieser Arbeit umfasst somit domänenspezifische Prozessmodelle mit einem starken Fokus auf verwendete Ressourcen. Dementsprechend eignet sich eine Prozessmodellierungssprache, welche über die explizite Möglichkeit einer domänenspezifischen Erweiterung verfügt. Es soll daher die Business Process Model and Notation (BPMN) verwendet werden (vgl. [19], [23], [24]), welche bereits Anwendung in der Produktionstechnik findet (vgl. [6]). Im Gegensatz zu Ereignisgesteuerten Prozessketten aus dem ARIS-Framework (vgl. [29]) verfügt die BPMN über den Vorteil der exakten Sprachspezifikation auf Basis der MOF (vgl. [20]) und beinhaltet die explizite Möglichkeit der Spracherweiterung ([19], S. 57ff und z.B. [20], [28]). Für den eingangs beschriebenen Problembereich weist die BPMN allerdings Defizite auf. So ist es nicht möglich, Ressourcen in einer detaillierten Form darzustellen. Zwar können mit Hilfe von Pools und Lanes Verantwortungsbereiche ausgezeichnet werden, eine fachliche Spezifizierung ist aber nicht möglich. Auch können dedizierte Ressourcen wie z.B. Maschinen oder Betriebsstoffe lediglich mit Hilfe von Datenobjekten dargestellt werden; ohne eine entsprechende attributive Detaillierung.

Es soll daher in dieser Arbeit eine BPMN-Erweiterung für ressourcen-intensive Prozesse im Maschinenbau entwickelt werden, welche insbesondere Aspekte von innovativen Optimierungsverfahren berücksichtigt. Die Konstruktion der BPMN-Erweiterung orientiert sich generell am Design-Science-Vorgehen nach Hevner et al. (2004, 2010) und basiert im Entwurf auf dem BPMN-Erweiterungsmechanismus sowie dem Vorgehen nach Stroppi et al. (2011). Kapitel 2 stellt das Vorgehen vor. Kapitel 3 beschreibt die Analyse-Phase der Artefakt-Bildung im Sinne einer Explikation der Anforderungen an die Erweiterung und der Betrachtung des Ist-Standes. Kapitel 4 stellt die Entwicklung der BPMN-Erweiterung als Artefakt in Form eines Modells dar und Kapitel 5 demonstriert die Anwendung der Erweiterung anhand eines Beispiels aus einem Forschungsvorhaben. Der Beitrag endet mit und einem Ausblick auf weitere Forschungsschwerpunkte.

2 Forschungsmethode

Das Vorgehen zur Entwicklung der BPMN-Erweiterung basiert auf der Design-Science-Methode (vgl. [11], [12]). Nachdem im vorherigen Kapitel die Problemdomäne vorgestellt wurde, schließt sich im folgenden Kapitel die Analyse von konkreten Anforderungen an die Problemlösung an (Relevanz nach [11]). Die Anforderungen (bzw. das Anforderungswissen) wurden auf Basis von unstrukturierten Interviews mit Fachexperten ermittelt und in einem ersten Schritt in Anlehnung an Happel & Seedorf (2006) in Form einer Ontologie zusammengefasst. Anhand der Darstellung des Ist-Standes wird der Nachweis geführt, dass es für das Gestaltungsproblem aktuell keine geeigneten Lösungen gibt. Gleichwohl werden existierende Artefakte (z.B. generische Ressourcen-Objekte, vgl. [30]) hinsichtlich einer Nutzung überprüft [11]. Danach wird das Artefakt in Form der BPMN-Erweiterung zur Problemlösung entwickelt. Hierfür werden zum einen „Meta-Artefakte“ (Extension-Elemente der BPMN; vgl. [19] und Kapitel 4) und Vorarbeiten aus anderen Bereichen verwendet, um eine möglichst gute Rigorosität sicherzustellen [11]. Abschließend erfolgt eine erste Evaluation des Artefaktes in Form einer Anwendung auf ein konkretes Fallbeispiel. Mit Bezug auf Österle et al. (2011) besteht das Erkenntnisziel dieser Arbeit in der Entwicklung von Handlungsanleitungen (Ziel-Mittel-Aussagen), die in Form von konzeptuellen Modellen expliziert werden [22].

3 Analyse

Da der beschriebene Problembereich vielfältig ist und sichergestellt werden muss, dass Domänenexperten und Methodenentwickler dasselbe Domänenverständnis haben, ist es nötig, das Anforderungs- bzw. Domänenwissen der Domänenexperten (vgl. [9]) in einer geeigneten Form zu explizieren. In Anlehnung an Happel & Seedorf (2006) sowie Heijst et al. (1997) wurde hierzu die Technik der Bildung einer Ontologie genutzt, um Konzepte der Domäne herauszuarbeiten.

3.1 Anforderungswissen über die Domäne als Ontologie

In Abbildung 1 wird das nötige Anforderungswissen seitens der Fachexperten konzeptualisiert. Die Ontologie ist syntaktisch einfach gehalten und orientiert sich an der OWL Lite (vgl. [33]).

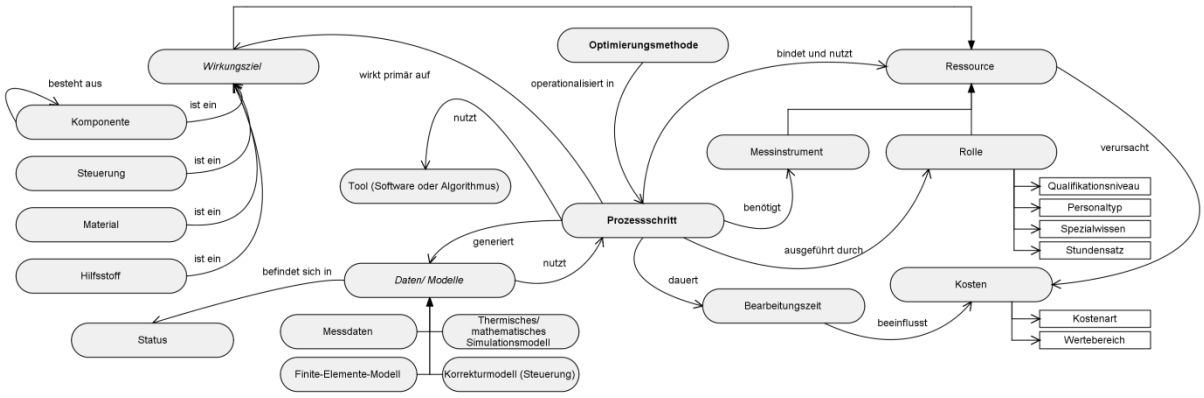


Abbildung 1: Abbildung des Domänen- bzw. Anforderungswissens als Ontologie

Den Kern der Ontologie bildet das Konzept des Prozessschrittes. Prozessschritte operationalisieren eine Optimierungsmethode und ermöglichen somit eine praktische Anwendung in einem Produktionsprozess. Ein Prozessschritt kann auf ein Wirkungsziel eine primäre Wirkung haben. Ein

Wirkungsziel kann eine bestimmte Maschinenkomponente sein, die Maschinensteuerung, ein bestimmtes Material oder ein Hilfsstoff. Für die Wirkung wird in einem Prozessschritt ein Tool in Form einer Software oder eines Algorithmus verwendet. Ebenso generieren Prozessschritte konkrete Daten oder liefern Modelle, welche unterschiedlich spezifiziert sein können: Thermische und mathematische Simulationsmodelle, steuerungs-orientierte Korrekturmodelle oder Finite-Elemente-Modelle. Jeder Prozessschritt benötigt und bindet zur Durchführung verschiedene Ressourcen. Diese verursachen Kosten, die über ihre Kostenart und einen Wertebereich beschrieben werden können. Kosten werden auch durch die Bearbeitungszeit beeinflusst, die ein Prozessschritt in Anspruch nimmt. Die Ausführung eines Prozessschrittes obliegt einer Rolle, welche durch ihr Qualifikationsniveau, einen Personaltyp, den damit anfallenden Stundensatz und anhand von nötigem Spezialwissen charakterisiert werden. Ebenso sind oftmals Messinstrumente zur Abarbeitung eines Prozessschrittes nötig. Die Konzepte „Messinstrument“ und „Rolle“ erben vom Konzept „Ressource“.

3.2 Verwendbare Elemente der BPMN

Mit Bezug auf Abbildung 1 soll im Folgenden geprüft werden, welche Konzepte mit der BPMN 2.0 standardmäßig abgebildet werden können und welche nicht. **Standardmäßig abgebildet** werden können **Prozessschritte** als Aktivitäten. Aktivitätsmarker können spezifizieren, ob es sich um eine manuelle oder automatisierbare Durchführung der Aktivität handelt. Das Konzept „**Tool**“ kann als Lane umgesetzt werden, welche zur Modellierung von Systemen und Anwendungen genutzt werden kann (vgl. [19], S. 306).

Folgende Konzepte können **teilweise abgebildet** werden, benötigen jedoch eine attributive Erweiterung: Die BPMN bietet das Element „**Ressource**“, dessen Instanzen von Aktivitäten referenziert werden können. Unter Ressourcen können Humanressourcen und „alle anderen Ressourcen“ (vgl. [19], S. 95) verstanden werden. Eine Ressource wird durch „Ressource Parameters“ spezifiziert, die durch das generische Element „Item Definition“ typisiert werden (vgl. [19], S. 91f). Die BPMN-Spezifikation betont, dass das Element „Ressource“ abstrakt ist und unterspezifiziert bleibt. Dementsprechend fehlt es auch an einer konkreten Syntax. Das Element „**Participant**“ wird dafür verwendet, um darzustellen, wer für die Ausführung eines Prozesses verantwortlich ist. Die Repräsentation erfolgt anhand von Pools (vgl. [19], S. 113f). Das Element „Lane“ unterteilt einen Pool in vertikaler und horizontaler Richtung und kann für die Modellierung von Rollen verwendet werden (vgl. [19], S. 305f). Angaben zu möglichen Attributen von Rollen fehlen. **Daten bzw. Modelle** können als Data Objects realisiert werden. Eine Spezialisierung von Data Objects in Hinblick auf einen genauen Typ (z.B. ein Simulationsmodell) ist in der BPMN nicht vorgesehen. Der jeweilige **Status** kann über den Objekttyp „Data State“ abgebildet werden (vgl. [19], S. 206). Die Modellierung der **Bearbeitungszeit** eines Prozessschrittes ist explizit nicht in der BPMN vorgesehen.

Folgende Konzepte müssen vollständig **neu entwickelt** werden, da sie standardmäßig nicht in der BPMN abbildbar sind bzw. eine undifferenzierte Abbildung als Data Object aufgrund der mangelnden semantischen Differenzierung nicht empfehlenswert ist: **Kosten** und **Messinstrumente**. Es kann daher festgestellt werden, dass die BPMN hinsichtlich des Konzeptes der Ressourcen oder der Kosten spezifiziert werden muss. Zuerst wird daher auf Basis einer Literaturübersicht ein Stand aus Sicht der Literatur widergegeben. Dies umfasst sowohl Arbeiten aus dem Bereich der Prozessmodellierung als auch Arbeiten zur Konzeptualisierung von Ressourcen.

3.3 Ressourcen-Objekte in BPMN-Modellen und Prozessmodellen

Schuster (2012) konzeptualisiert den Gegenstandsbereich von Ressourcen und entwickelt ein Ressource Meta Model (RMM), ein Competence Meta Model (COMM) und ein Human Ressource Meta Model (HRMM). Das COMM beschreibt im Kern die Kompetenzen und Fähigkeiten sowie das Wissen von Humanressourcen. Jede dieser Größen wird anhand eines Proficiency Level beschrieben (vgl. [30], S. 78ff). Das HRMM verbindet Humanressourcen mit organisationalen Rollen (vgl. [30], S. 91). **Ouyang et al. (2010)** stellen eine Forschungslücke in der Modellierung nicht-menschlicher Ressourcen in Geschäftsprozessen heraus und präsentieren ein konzeptuelles Ressourcenmodell, welches die organisationale Struktur und die Dauer der Ressourcenbindung betont (vgl. [21]). **Awad et al. (2009)** beschreiben eine Erweiterung der BPMN in Bezug auf Resource Allocation Constraints auf Basis der Object Contraint Language (OCL) sowie verschiedener Workflow Resource Patterns nach Russell et al. (2005). Dazu erweitern die Autoren das BPMN-Metamodell um die Elemente „Organizational Role", „Functional Role", „Profile" und „Work Item". Die einzelnen Resource Allocation Constraints werden in Form von textlichen Annotationen an Aktivitäten abgebildet. Der Fokus dieser Arbeit liegt ebenso auf der Workflowunterstützung wie die Arbeit von **Stroppi et al. (2011)**: Die Autoren erweitern das BPMN-Metamodell, um Humanressourcen in Workflow-Modellen abzubilden (v.a. Ressourcen-Struktur, Arbeitsverteilung und Autorisierung; vgl. [31], S. 2). Die grafische Integration erfolgt in Form eines Ressourcenstrukturdiagramms und textlicher Annotationen im Kollaborationsdiagramm (vgl. [31], S. 9f). Hinsichtlich der Modellierung von ressourcen- oder zeit-verbrauchenden Aspekten in BPMN-Modellen finden sich nur wenige Arbeiten in der Literatur: **Korherr & List (2007)** schlagen die Elemente „Quality", „Cost", „Cycle Time", „Working Time" und „Waiting Time" vor, welche im Kontext des Performance Measurements in das BPMN-Metamodell integriert werden (vgl. [14], S. 5). **Magnani & Montesi (2007)** erweitern die BPMN um einfache Elemente zur Annotation von Kosten, Kostenintervallen oder Durchschnittskosten, verzichten aber auf eine genaue Typisierung. **Saeedi et al. (2010)** entwickeln eine BPMN-Erweiterung für Qualitätsanforderungen und stellen neben speziellen Task-Typen auch die Elemente „Cost", „Response Time" und „Reliability" vor (vgl. [28], S. 620).

Hinsichtlich einer Verwendung von BPMN-Modellen im Bereich des Maschinenbaus sind die Arbeiten von Zor et al. (2010, 2011) sowie Garcia-Dominguez et al. (2012) zu nennen. **Zor et al. (2010)** und **Garcia-Dominguez et al. (2012)** betonen die Eignung der BPMN für die Modellierung von Herstellungsprozessen und stellen eine mangelnde domänenspezifische Ausgestaltung fest (z.B. Betriebszeiten von Maschinen, vgl. [6], S. 2). **Zor et al. (2011)** unterbreiten diesbezüglich Vorschläge für Elemente wie zum Beispiel „Manufacturing Tasks", „Machine Data", „Raw Materials", „Parts" oder „Auxiliary Materials". Weiterhin werden sogenannte „Ressource Containers" vorgeschlagen, wobei Ressourcen in „Machines & Tools", „Parts" und „Auxiliary Material" unterschieden werden (vgl. [35], S. 4). Gateways werden für verschiedene Arten der Materialverarbeitung spezifiziert. Die Erweiterung wird nicht im BPMN-Metamodell dargestellt (vgl. [35]).

3.4 Forschungslücke

Wie im vorangegangenen Kapitel aufgezeigt wurde, können nicht alle Anforderungen durch bestehende Forschungsarbeiten erfüllt werden. Insbesondere mangelt es an einer ganzheitlichen Berücksichtigung von Konzepten aus dem Bereich des Werkzeugmaschinenbaus sowie von Messinstrumenten, was gleichwohl vor dem Hintergrund des generischen Anspruchs der BPMN nicht zu überraschen vermag. Zwar werden einzelne Aspekte in verschiedenen Arbeiten thematisiert, eine sinnvolle Konsolidierung und Integration fehlt jedoch. Darüber hinaus liefert die Mehrheit der

Arbeiten keine Umsetzung der vorgeschlagenen Konzepte auf Ebene eines BPMN-Metamodells (Ausnahmen sind [28] und [31]), wodurch ein Vergleich und eine Integration kaum möglich ist.

4 Entwurf

Dem Design-Science-Ansatz folgend wird in diesem Kapitel der Entwurf des Artefaktes in Form von konzeptionellen Modellen vorgenommen. Hierzu wird zuerst der allgemeine Erweiterungsmechanismus der BPMN sowie das Vorgehen nach Stroppi et al. (2011) vorgestellt, welches eine systematische Ableitung von BPMN-Erweiterungen aus Domänenmodellen erlaubt. Darauf aufbauend wird das Meta-Modell der Erweiterung entwickelt.

4.1 Erweiterungsmechanismus der BPMN und Vorgehen nach Stroppi et al. (2011)

Die BPMN beinhaltet einen „Extension by Addition"-Mechanismus (vgl. [32], S. 3), um Standard-BPMN-Elemente unter Beibehaltung eines validen BPMN-Cores mit zusätzlichen Attributen zu versehen (vgl. [19], S. 44). Eine **Extension Definition** gruppiert neue Attribute und bildet somit implizit neue Konzepte, die von BPMN-Standard-Elementen genutzt werden können. Eine Extension Definition besteht aus mehreren **Extension Attribute Definitions**, die wiederum eine Liste von Attributen definiert. Ein **Extension Attribute Value** definiert die Attributwerte eines Attributes (Element-Instanzen) über die MOF (Meta Object Facility, vgl. [20], [19]). Das Element **Extension** bindet eine Extension Definition und dessen Attribute an eine BPMN-Modell-Definition, integriert somit die Erweiterung und macht diese den BPMN-Standardelementen verfügbar (vgl. [19], S. 58). Zwar werden die einzelnen Erweiterungs-Elemente in der Spezifikation beschrieben, ein Vorgehensmodell zur Anwendung existiert aber nicht. In der Literatur existiert nur eine Arbeit, welche ein systematisches Vorgehen zur Konstruktion von BPNM-Extensions beschreibt: **Stroppi et al. (2011)** schlagen vor, zuerst ein UML-Modell der Domäne zu erstellen; das Conceptual Domain Model Extension (CDME). Elemente des CDME werden anhand der Stereotypes „BPMN Concepts" (Standardelemente) und „Extension Concepts" (neue Elemente) klassifiziert (vgl. [27], S. 7). Eine detaillierte Beschreibung der Konzepte findet sich in Stroppi et al. (2011). Abbildung 2 zeigt das CDME-Modell der BPMN-Erweiterung auf Basis der erarbeiteten Ontologie der Domäne.

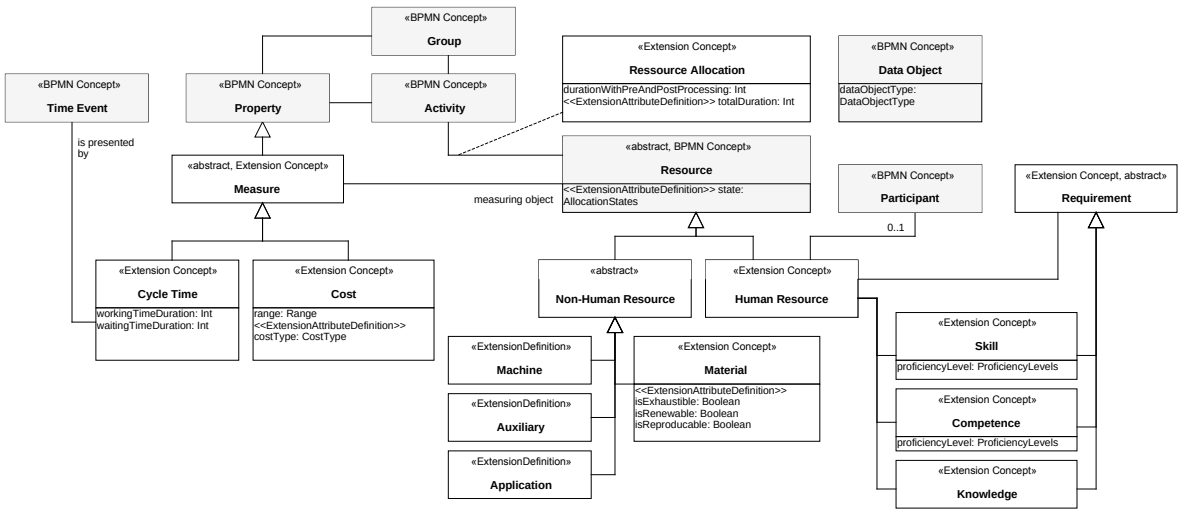


Abbildung 2: CDME-Modell der Extension (BPMN-Standard-Elemente sind grau eingefärbt)

4.2 Abstrakte Syntax der Extension

Nach dem Vorgehen von Stroppi et al. (2011) wird im zweiten Schritt das **BPMN Extension Model** (BPMN+X) erstellt, indem das CDME auf Basis von Transformationsregeln für verschiedene Elementkonstellationen transformiert wird (vgl. [32], S. 10). Darauf folgende Transformationsschritte hin zur Generierung von XML-Schemata werden im Rahmen dieser Arbeit aufgrund der fehlenden Relevanz für das Endergebnis nicht betrachtet. Abbildung 3 zeigt das BPMN+X-Modell.

4.3 Konkrete Syntax der Extension

Auf Basis des entwickelten BPMN+X-Modells wurde in einem Meta-Modellierungstool die BPMN-Erweiterung implementiert. Nachfolgend wird die Semantik der einzelnen Elemente beschrieben sowie eine Übersicht der grafischen Repräsentationen gegeben (vgl. Abbildung 4).

Eine „**Human Resource**“ ist ein menschlicher Aufgabenträger, der über die Properties „Special Knowledge“, „Skills“ und „Competences“ charakterisiert wird, welche das Anforderungsniveau festlegen. Die einzelnen Properties werden über das „Profieciency Level“ typisiert. Eine Humanressource kann verantwortlich für einen Prozess sein und hat somit eine optionale Relation zum Element „Participant“. Das Element „**Machine**“ repräsentiert physische Maschinen, die zur Durchführung einer Aufgabe benötigt werden. Über den „Allocation State“ kann der Maschinenzustand definiert werden (z.B. „ready“ oder „blocked“, siehe Enumeration „Allocation States“). Weiterhin kann die Dauer des Zustandes hinterlegt werden („duration“). Eine Abbildung von Vor- und Nachbereitungszeiten (z.B. für das Rüsten einer Maschine) ist über das optionale Property „durationWithPreAndPostProcessing“ möglich. Die Zeitangaben werden in Klammern unter dem Titel dargestellt.

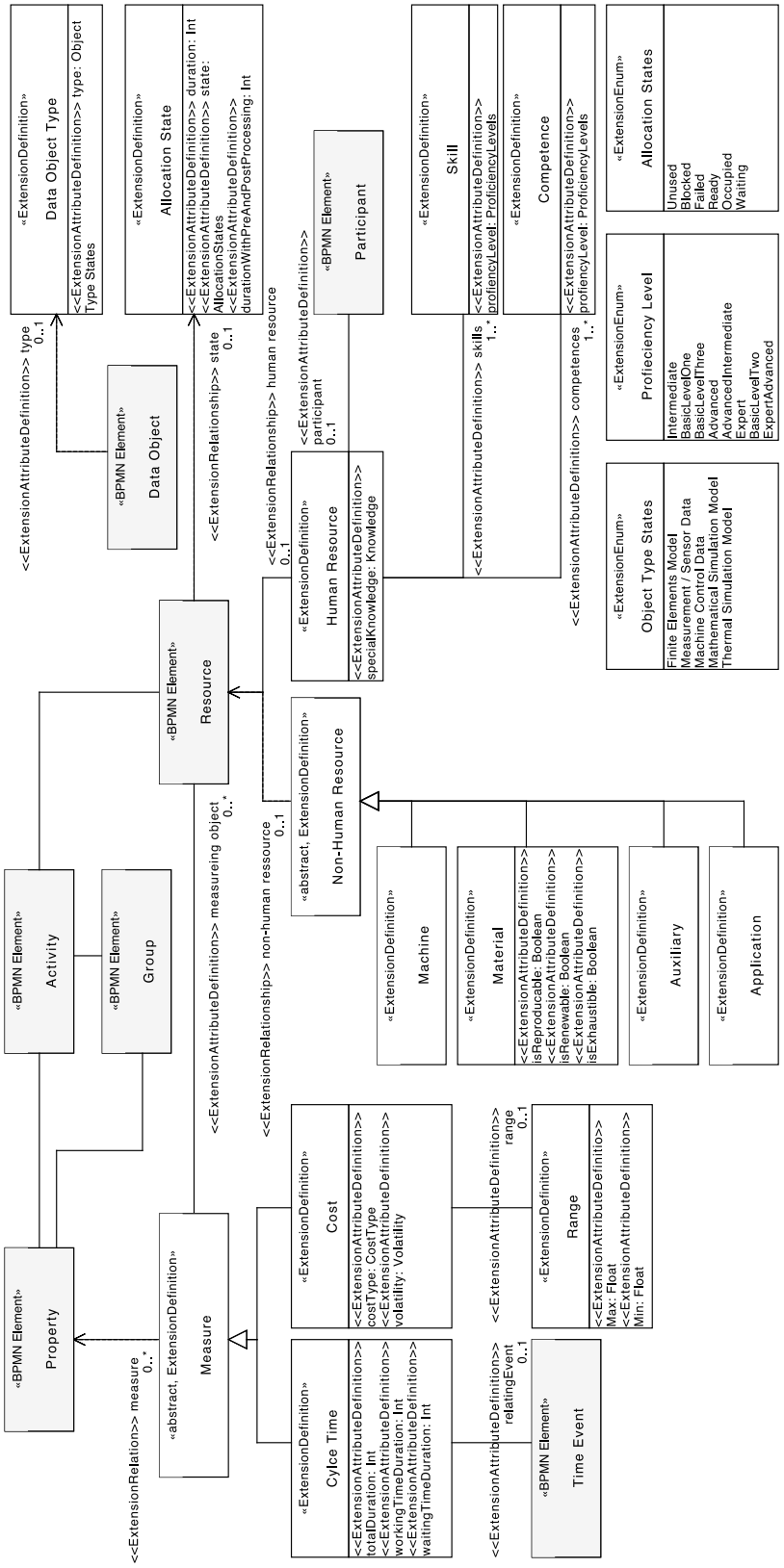


Abbildung 3: BPMN+X-Modell als Basis der Implementierung im Metamodell eines Modelleditors

Das Element „**Material**“ steht für Gebrauchsstoffe, welche von einer Aktivität benötigt werden (z.B. Rohstoffe, Metalle oder Chemikalien). Das Attribut „IsReproducable“ gibt an, ob ein Material

reproduziert werden kann. „IsRenewable“ kann genutzt werden, um bei natürlichen Ressourcen die Erneuerbarkeit zu unterstreichen. „IsExhaustible“ gibt an, ob ein Material erschöpfbar ist und seine Kapazitäten somit beschränkt sind. Das Element „**Auxiliary**“ steht für Hilfsstoffe und Hilfsgeräte (z.B. Kühlschmiermittel, Messinstrumente oder Wärmesensoren). In Übereinstimmung mit den vorherigen Elementen wird der Status des Elements unterhalb des Elementnamens abgebildet. Das Element „Application“ steht für alle Anwendungssysteme, welche verwendet werden können, um Prozesse an Werkezugmaschinen direkt oder indirekt zu beeinflussen; z.B. SPS-Steuerungsprogramme oder Tools zur Erstellung mathematisch-simulativer Modelle. Das Element „**Cost**“ umfasst alle monetären Ausgaben, die mit einer Aktivität, Gruppe oder einer Ressource entstehen. So kann z.B. ein Personenstundensatz angegeben werden. Einer Instanz kann ein Kosten-Typ (z.B. Fixkosten, variable Kosten, Lizenzkosten) und ein Range zugeordnet werden, welcher die minimalen und möglichen Kosten angibt. Das Element „**Cycle Time**“ wird zur Abbildung zeitlicher Aufwände von Aktivitäten, Gruppen oder Ressourcen verwendet. Die Gesamtdauer wird im Attribut „totalDuration“ abgebildet; die Vorbereitungs- oder Rüstzeit im Attribut „waitingTimeDuration“ und die tatsächliche Verrichtungsdauer im Attribut „workingTimeDuration“.

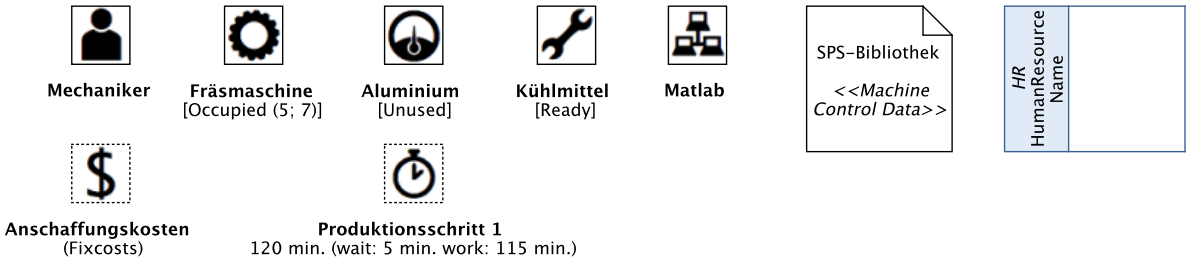


Abbildung 4: Grafische Repräsentation der Erweiterungselemente (v.l.n.r.): Human Resource, Machine, Material, Auxiliary, Application, Data Object (als Erweiterung des Standardelements), Pool (als Erweiterung des Standardelements), Cost, Cycle Time

Nachfolgend werden die BPMN-Standard-Elemente beschrieben, welche erweitert wurden: Data Objects wurden um „**Object Type States**“ erweitert, um sie im Kontext der Problemdomäne zu spezifizieren. Der Typ wird unterhalb des Bezeichners des Data Objects in zwei eckigen Klammern dargestellt. **Pools**: Humanressourcen können auch für die Ausführung von Prozessen verantwortlich sein und somit als Participants agieren, die über Pools oder Lanes dargestellt werden. Erfolgt eine solche Zuordnung, so wird oberhalb des Pool-Bezeichners in eckigen Klammern der Bezeichner der Humanressource verzeichnet.

Bei der Transformation in das BPMN+X-Element wurden Anpassungen nötig, um eine konsistente (Meta-) Modellierung zu gewährleisten: Extension Relationships (Vererbungen) wurden auch im BPMN+X-Modell als Vererbungen modelliert. Weiterhin wurden Ressourcen in Anlehnung an Informationselemente modelliert, welche über „Information Flow Objects“ mit Aktivitäten assoziiert werden. Measures (Kosten und Zeit) wurden über Assoziationen mit den entsprechenden Elementen verbunden. Zum Zwecke der Übersichtlichkeit wurde auf die Metamodellierung dieser Kanten verzichtet.

5 Anwendungsbeispiel

Nachdem im vorherigen Kapitel die syntaktische Definition der Sprache vorgestellt wurde, wird in diesem Kapitel ein kurzes Anwendungsbeispiel präsentiert, welches prototypisch implementiert wurde. Abbildung 5 zeigt die Anwendung der BPMN-Erweiterungen bei der Modellierung einer simplifizierten Korrekturmethode an einer Maschine. Auf eine Darstellung nicht-diagrammatischer Objektattribute wird aus Platzgründen verzichtet.

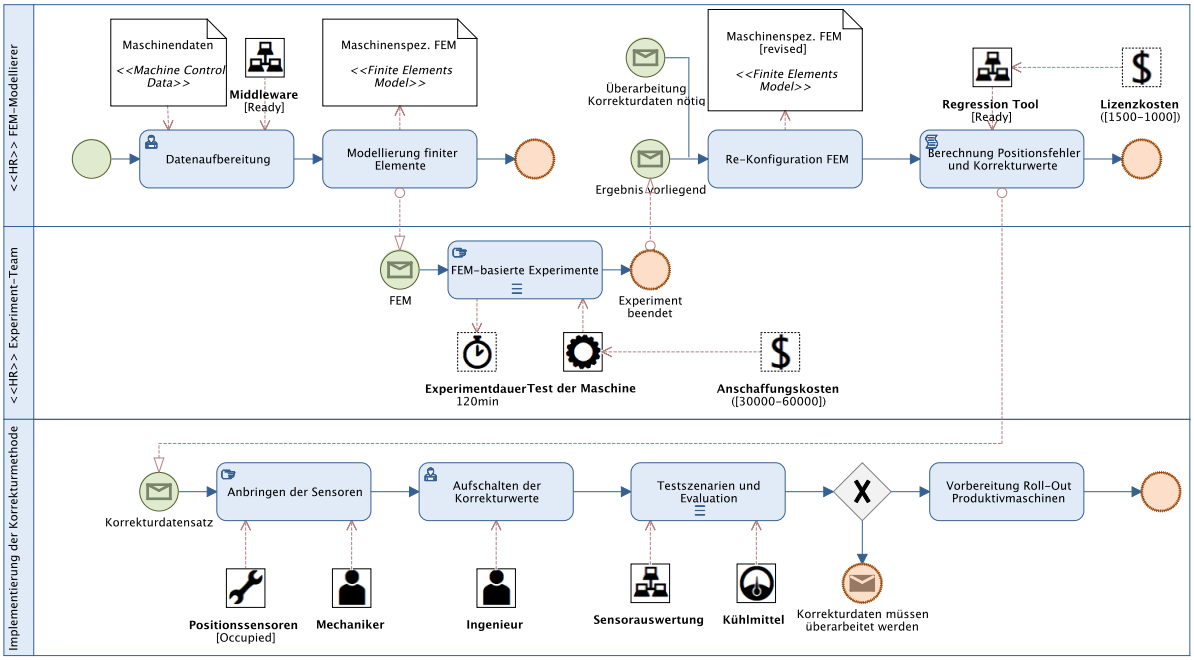


Abbildung 5: Beispielhafte Anwendung der BPMN-Erweiterung

Basierend auf der Geometriedefinition eines Maschinentyps wird ein initiales mathematisches Modell (Finite Elemente Modell (FEM)) erzeugt, welches zur Berechnung von Positionsfehlern verwendet wird. Das initiale FEM wird in Experimentdurchläufen auf einer Testmaschine dem Maschinentyp angepasst und parametrisiert. Die errechneten Positionsfehler begründen nachfolgend die Implementierung von Korrekturwerten an einer Maschine; z.B. in Form eines Satzes von Steuerungsparametern). Um den Erfolg der Maßnahme zu überprüfen, ist wiederum die Installation von Positionssensoren nötig. Danach wird nach einem Testdurchlauf auf der Maschine das erzielte Verbesserungsergebnis evaluiert und entschieden, ob die Neukonfiguration in den Live-Betrieb übernommen wird oder weitere Anpassungen nötig sind. Die meisten Aktivitäten konsumieren während der Bearbeitung Ressourcen, z.B.: Humanressourcen („Arbeiter“, „Ingenieur“), Applications („Middleware“, „Sensor Monitoring“, „Regression Tool“) und Auxiliaries („Kühlungsmittel“). Ferner werden einige Kosten- und Zeitaspekte repräsentiert. Erzeugte Data Objects werden anhand ihres Typens (z.B. Finites Element Modell) spezifiert. Ferner gibt das „HR“-Tag am Pool an, dass eine Humanressource für die Ausführung des Teilprozesses verantwortlich ist.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde mit Hilfe des Design-Science-Ansatzes und des Vorgehensmodells nach Stroppi et al. (2011) systematisch eine BPMN-Erweiterung entwickelt, welche zur Modellierung von Optimierungsverfahren bei Werkzeugmaschinen genutzt wird. Die Spracherweiterung bietet Konzepte, um Standardelemente aus dem Werkzeugmaschinenbau in BPMN-Modellen abzubilden und bietet auf Basis des BPMN+X-Modells die Möglichkeit einer einfachen Adaptierbarkeit. Mit Blick auf die in Kapitel 1 vorgestellte Problemdomäne bietet die BPMN-Erweiterung eine Grundlage, um Verfahren auf Basis ihres prozessualen Aufbaus quantifizierbar und somit vergleichbar zu machen.

Für die weitere Forschung gibt es nach Ansicht der Autoren drei Tätigkeitsschwerpunkte: Die weiterführende Erweiterung der BPMN für die Domäne Maschinenbau, die Erarbeitung eines Vorgehensmodells zur Entwicklung von BPMN-Erweiterungen und die Modellierung von Ressourcenobjekten in Prozessmodellen. Wie bereits von Zor et al. (2010, 2011) betont wurde, hat die BPMN große Anwendungsmöglichkeiten in der Modellierung von Prozessen in der Produktion und im Maschinenbau. Die weiterführende Herausarbeitung dafür nötiger domänenspezifischer Spracherweiterungen der BPMN sollte Gegenstand weiterer Forschungsarbeiten sein. Mit Bezug auf die BPMN allgemein wurde in dieser Arbeit bereits betont, dass es bis jetzt – mit Ausnahme von Stroppi et al. (2011) – keine systematische Vorgehensbeschreibung zur Entwicklung von BPMN-Erweiterungen gibt, was vor dem Hintergrund der Verbreitung der Sprache als unzureichend angesehen werden muss. Auch gibt es in Stroppi et al. (2011) Aspekte, welche nicht eindeutig beschrieben sind; z.B. das Mapping von CDME-Elementen zu Extension-Elementen der BPMN oder die exakte Semantik der „Extension Relationship“. Auch wird die Explikation von grafischen Elementen nicht berücksichtigt. Es wäre daher zu begrüßen, wenn ein ganzheitliches Vorgehensmodell zur Entwicklung von BPMN-Extension entwickelt wird. Ferner sollte die Forschung in Bezug auf Ressourcenobjekte in Prozessmodellen intensiviert werden und dabei insbesondere auf die Frage der optimalen grafischen Modellierung eingegangen werden, da ressourcen-intensive Prozessmodelle zur visuellen Überfrachtung neigen könnten.

7 Danksagung

Die hier vorgestellten Arbeiten werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereiches Transregio 96 („Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen“) gefördert. Die Autoren danken der DFG für die gewährte Förderung.

8 Literatur

[1] Abele, E.; Dervisopoulos, B. K. (2009): Bedeutung und Anwendung von Lebenszyklusanalysen bei Werkzeugmaschinen. In: Schweiger, S. (Hrsg.): Lebenszykluskosten optimieren. S. 51-80.

[2] Awad, A.; Grosskopf, A.; Meyer, A.; Weske, M. (2009): Enabling resource assignment constraints in BPMN. Technical report, Business Process Technology, Hasso Plattner Institute.

[3] Brecher, C.; Klatte, M.; Wenzel, C. (2013): In-Process Measurement of Machine Structure Deformation and Compensation of Resulting Workpiece Inaccuracies. Laser Metrology and Performance X. S. 111-121.

[4] Chinosi, M.; Trombetta, A. (2012): BPMN: An Introduction to the Standard. Computer Standards & Interfaces 34 (2012), S. 124-134.

[5] Frank, U. (1999): Conceptual Modelling as the Core of the Information Systems Discipline - Perspectives and Epistemological Challenges. Proceedings of the AMCIS 1999, Artikel 240.

[6] Garcia-Dominguez, A.; Marcos-Barcena, M.; Medina-Bulo, I. (2012): A Comparison of BPMN 2.0 with Other Notations for Manufactoring Processes. Key Engineering Materials, 502, S. 1-6.

[7] Großmann, K. (2012): Thermo-Energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen - Eine Übersicht zu Zielen und Vorgehen im SFB/Transregio 96. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb; Jahrgang 107 (5), S. 307-314.

[8] Großmann, K.; Galant, A.; Mühl, A. (2012): Effiziente Simulation des thermo-elastischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen-Baugruppen durch Modellordnungsreduktion. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb; 107 (6), S. 457-461.

[9] Happel, H. J.; Seedorf, S. (2006). Applications of ontologies in software engineering. Proceedings of Workshop on Sematic Web Enabled Software Engineering on the ISWC, S. 5-9.

[10] Heijst, G.; Schreiber, A.T.; Wielinga, B.J. (1997): Using Explicit Ontologies in KBS Development. International Journal of Human-Computer Studies, 46(2), S. 183-292.

[11] Hevner, A.; March, S.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design science in information systems research. MIS Quarterly 28 (1), S. 75-105.

[12] Hevner, A.; Chatterjee, S. (2010): Design Science Research in Information Systems. Springer.

[13] Ko, R. K. L.; Lee, S. G. S.; Lee., E. W. (2009): Business Process Management (BPM) Standards: A Survey. Business Process Management Journal 15(5), S. 744-790.

[14] Korherr, B.; List, B. (2007): Extending the EPC and the BPMN with business process goals and performance measures. 9th International Conference on Enterprise Information Systems.

[15] Lindner, R.; Götze, U. (2011): Lebenszykluskostenrechnung als Instrument der energiebezogenen wirtschaftlichen Bilanzierung und Bewertung von Werkzeugmaschinen. In: Neugebauer, R.; Götze, U.; Drossel, W.-G. (Hrsg.): Methoden der energetisch-wirtschaftlichen Bilanzierung und Bewertung in der Produktionstechnik. S. 115-129.

[16] Magnani, M.; Montesi, D. (2007): BPMN: how much does it cost? an incremental approach. Business Process Management, S. 80-87.

[17] Marcinkowski, B.; Kuciapski, M. (2012): A business process modeling notation extension for risk handling. In: Computer Information Systems and Industrial Management, S. 374-381.

[18] Neugebauer, R.; Drossel, W.-G.; Bucht, A.; Ohsenbrügge, C. (2012): Control of thermal flow in machine tools using shape memory alloys. World Academy of Science, Engineering and Technology 71, S. 697-701.

[19] Object Management Group: Business Process Management Notation (BPMN) 2.0: http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/ (Abrufdatum: 16.05.2013).

[20] Object Management Group: Meta Object Facility (MOF) 2.4.1: http://www.omg.org/spec/MOF/2.4.1/PDF/ (Abrufdatum: 11.06.2013).

[21] Ouyang, C.; Wynn, T.M.; Fidge, C.; ter Hofstede, A.H.M.; Kuhr, J.-C. (2010): Modeling complex resource requirements in Business Process Management Systems. In: Rosemann, M.; Green, P.; Rohde, F. (Hrsg.): Proceedings of the ACIS 2010.

[22] Österle, H.; Becker, J.; Frank, U.; Hess, T.; Karagiannis, D.; Krcmar, H.; Loos, P.; Mertens, P.; Oberweis, A.; Sinz, E. J. (2011): Memorandum on design-oriented information systems research. European Journal of Information Systems, 20, S. 7-10.

[23] Recker, J. C. (2008): BPMN Modeling – Who, Where, How and Why. BPTrends, 5(3), S. 1-8.

[24] Recker, J. (2010): Opportunities and constraints: the current struggle with BPMN. Business Process Management Journal, 16(1), S. 181-201.

[25] Rodriguez, A.; Fernandez-Medina, E.; Piattini, M. (2007): A BPMN Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes. IEICE Transactions on Information and Systems, S. 745-752.

[26] Rodriguez, A.; Caro, A.; Cappiello, C.; Caballero, I. (2012): A BPMN Extension for Including Data Quality Requirements in Business Process Modeling. In: van der Aalst, W.; Mylopoulos, J.; Rosemann, M.; Shaw, M. J.; Szyperski, C. (Hrsg.): Lecture Notes in Business Information Processing, S. 116-125.

[27] Russell, N.; ter Hofstede, A. H. M.; Edmond, D. (2005): Workflow resource patterns: Identification, representation and tool support. In: Proceedings of the CAiSE, Lecture Notes in Computer Science, 3520, S. 216-232.

[28] Saeedi, K.; Zhao, L.; Sampaio, P. R. (2010): Extending BPMN for Supporting Customer-Facing Service Quality Requirements. Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Web Services, S. 616-623.

[29] Scheer, A.-W.; Thomas, O.; Adam, O. (2005): Process Modeling Using Event-Driven Process Chains. In: Dumas, M.; van der Aalst, W. M. P.; ter Hofstede, A.H.M. (Hrsg.): Process-Aware Information Systems. Wiley, New Jersey, S. 119-144.

[30] Schuster, T. (2012): Modellierung, Integration und Analyse von Ressourcen in Geschäftsprozessen. Dissertation, Karlsruhe.

[31] Stroppi, L. J. R.; Chiotti, O.; Villarreal, P. D. (2011): BPMN 2.0 Extension to Define the Resource Perspective of Business Process Models. XIV Congreso Iberoamericano en Software Engineering.

[32] Stroppi, L. J. R.; Chiotti, O.; Villarreal, P. D. (2011): Extending BPMN 2.0: Method and Tool Support. In: Business Process Model and Notation, S. 59-73.

[33] W3C (2012): OWL 2 Web Ontology Language Document Overview: http://www.w3.org/TR/owl2-overview/ (Abrufdatum: 03.06.2013).

[34] Zor, S.; Görlach, K.; Leymann, F. (2010): Using BPMN for Modeling Manufacturing Processes. Proceedings of 43rd CIRP International Conference on Manufacturing Systems, S. 515-522.

[35] Zor, S.; Schumm, D.; Leymann, F. (2011): A Proposal of BPMN Extensions for the Manufacturing Domain. Proceedings of 44th CIRP International Conference on Manufacturing Systems.

EPC Generator: A concept to generate Event-driven Process Chains based on an original process model

Peyman Ardalani, Tom Thaler, Peter Fettke, Peter Loos

Institute for Information Systems (IWi) at the German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI) and Saarland University, Stuhlsatzenhausweg 3, Building D3 2, 66123 Saarbrücken, E-Mail: (peyman.ardalani | tom.thaler | peter.fettke | peter.loos@iwi.dfki.de)

Abstract

Business Process Management is an important topic in the Business Informatics field and organizations develop and use business process models as a fundament for their practical operations. However, despite the maturity of business process model concepts and different approaches for merging, integrating and dividing business process models or creating reference models, evaluation and analysis of these approaches has remained a challenge. This problem is mainly caused by the importance of process models and companies' avoidance to make their private data public. In order to overcome this challenge, we present an *EPC Generator concept* to generate different process models based on a real business process model. These generated models can be configured according to their usage and user preferences and are alternatives for real business process models. Moreover, we have implemented a prototype based on this concept to demonstrate the feasibility of our approach.

1 Introduction

Within the Business and Information Systems Engineering fields, Business Process Management (BPM) has advanced to be one of the most intensely discussed subjects [13]. According to the maturity of its concepts, more organizations develop and use business process models as a fundament for their practical operations. However, according to the time and cost of creating individual process models, organizations try to change, reuse and adapt the existed process models to create a conceptual framework for their process models so-called reference models [5]. Regardless of the relevance of approaches for merging, integrating and dividing business process models and creating reference models, evaluating the quality of these approaches is still a big challenge. The quality may concern the efficiency of algorithm which means how fast is it or the effectiveness of an algorithm which points that how good is the solution [14]. The big challenge of evaluating the quality is having access to appropriate data, but these sets of data are always of importance for companies and organizations and they prefer not to publish this valuable information [2]. As an alternative we need a set of test data to determine the average-case behaviour of an algorithm. These test data or test models should simulate the structure and functionalities of real process models. However, they cannot be used as real process models in industry, but they are models for investigating other mentioned approaches like reference modelling. Moreover, frequency and probability of test models and their elements should be configurable according to the purpose of their usage.

The *EPC Generator concept* can be applied in different domains of research and practice. In fact, that is a complement to examine many provided approaches dealing with business process models. To shed some more lights on the role of EPC Generator and test data models we consider three use cases according to our recent research related to business process modelling.

1) An experimental research, which investigates different business process model similarity measures, aims at evaluating these measures with more complex process models. To inquire the behaviour of similarity measures, this approach automatically prepares process models by manipulating SAP reference models. In this case, our suggested concept can perform these manipulations in a more systematic way according to its adjustable configurations. The generated process models provide the required data for this experimental research. Moreover, our approach can generate more complex process models to overcome one of the shortcomings of current research.

2) Another approach, which can benefit from EPC Generator, is the approach presented by Ardalani et al. [1] for inductive development of reference models based on minimal cost of changes so-called MCC approach. This approach analyses given process models and creates a reference model having the minimum cost of change to match the underlying process models. As it has been mentioned in evaluation part of this paper, the MCC approach needs to be evaluated more quantitatively using a variety of business process models. These required process models with different distribution and diversity can be generated using our approach.

3) Another research performing experimental evaluation on automated methods, determines the similarity of nodes in business process models. It defines a similarity matrix for each similarity measure on two business process models. This matrix is created between two sets of nodes in given process models. Then it analyses these measures both semantically and syntactically. To evaluate this approach three scenarios with different numbers of models are defined where each model contains different nodes. In this point, our solution can be a good alternative to automatically create the appropriate models with different characteristics to extend the domain of evaluation in this approach.

The presented EPC Generator in this paper suggests a structure for *EPC Generator concept* to create diverse business process models. Nevertheless, we emphasize that *EPC Generator concept* is beyond the presented structure in this paper and certainly other structures are applicable to support EPC Generator. In this contribution we provide a solution to produce a set of test models based on a real model so-called *original process model*. These generated models partly inherit the features of the original process model, but they have different structures and features in accordance with the configurations of the generation process.

Our contribution takes a *design-oriented research approach* as a basis and is structured as follows: In section two related work in field of generating process models is presented and discussed. Section three introduces an approach towards *EPC Generator concept*. Section four presents our proof of concept and its evaluation before section five introduces one application scenarios for our approach. Finally, section six concludes the paper.

2 Related Work

Generating test data has been of importance for about fifty years and considerable solutions have been provided both in research and practice. There are initial approaches for generating basic test data [3] which create scalar data according to sets of constrains like valid range or inequality in the flow of program execution. As well, there are contributions focusing on generating random graphs based on given sets of edges and nodes which have more in common with our field of study [9;4]. Nevertheless, in spite of the importance of test data representing business process models, only a few efforts have been made to automatically generate test business process models. In literature we differentiate into *variant generators* and *model generators*. Variant generators aim at extracting possible variants of a business process model. These variants indicate probable different structure of a process model; however, these variants can be partly appropriate as test models for some approaches. Model generators attempt to generate different process models as sample test data containing features of real models. In the following we have described four approaches concerning generating test data.

One example of a *model generator* is the PLG framework suggested by Burattin et al. [2]. It contains a tool for generating random business process logs and business process models in the form of Petri nets. It suggests an incremental approach to create business process models according to a predefined grammar and presents the created models via dependency graphs. The generation process is adjustable considering configurations like: number of connectors, loops, nested graphs and distribution settings. Although the purpose of this approach is similar to our contribution, the provided configurations for this approach are limited to some basic operations. Moreover, we cannot control the produced elements because all the elements are created randomly from the first step. As it has mentioned in the conclusion part of Burratin's paper, generation of "realistic" data in this approach is an open issue.

The approach presented by van Hee et al. [14] is another example of *model generator*. It focuses on creating test data as benchmarks to evaluate the quality of algorithms in Petri nets. This approach introduces three rules, namely, construction rules, refinement rules and bridge rules to generate test data. Each rule can have different probability and Petri nets are created according to construction rules such as: number of nodes, average number of fan-in and fan-out nodes. It starts from a single node and extends the model step by step. This approach provides completely random Petri nets having different configurable characteristics. So, in spite of the diversity of generated data, the created process models only have the structure of process model and do not contain elements having meaningful labels.

The so-called Provob (PROcess Variants by OPtions) method [7] is a *variant generator* which extracts relevant process variants - in the form of BPMN - out of one basic process model. Provop supports INSERT, DELETE, MOVE and MODIFY adaptation patterns and creates variants according to define patterns of operations. These variants are not test data, but alternatives for the master process model and therefore these variants are different from what we are focusing on. However, the method of creating variants has some similarities with our approach, especially when it extracts variants from a real business process model.

Pentland [11;10] provides two solutions which can be positioned in *variant generator* category. These solutions measure variability in the sequences of used work processes to indicate flexibility or potential for learning and adaptation of processes. They emphasize the importance of variability and its impact on accuracy and reliability of outputs. These approaches try to configure the different ways of performing processes and suggest a methodology based on optimal string matching, algorithmic complexity and Markov chains [6], to estimate the diversity of processes. These methods do not cover generating different work processes, but aim at collecting data from existing process variants. Apart from the expenses of these approaches for gathering data, they do not cover automatic generation of test data. However, these methods can be combined to our approach for evaluating the generated test data.

EPC Generator aims at generating models based on a so-called original process model to provide more realistic data, therefore it belongs to the *model generators* group. Unlike the introduced approaches, our approach does not generate models by incrementally adding random elements but it starts from a real model and modifies it to generate different models. That means the structure and elements of created models are to some extent extracted from the original model. This method causes the structure and the label of elements in generated models to be similar to real models. It also has the ability to generate correct or incorrect business process models by applying revision rules on generated process models.

3 Generating of Process Models

3.1 Overview

In this section we provide an approach supporting *EPC Generator concept*. This approach produces different *Event-driven Process Chains* totally or partially extracted from real process models. The generated models are based on one real process model. However, it can use other real process models to modify the structure of generated models. In this contribution, we use EPC for the representation of business processes based on the following definition:

Definition 1 – EPC: *EPC be a five-tuple (E, F, C, l, A) in which* [12]*:*

- *E is the set of events;*
- *F is the set of functions ($F \neq \emptyset$, $F \cap E = \emptyset$);*
- *C is the set of connectors ($C \cap E = \emptyset$, $C \cap F = \emptyset$);*
- *$l: C \rightarrow \{AND, OR, XOR\}$ labels connectors with their type;*
- *$A \subseteq (E \cup F \cup C) \times (E \cup F \cup C)$ is the set of arcs.*

As considered in figure 1, the first step of our approach is extracting the required data from given process models. Then different kinds of operations will be performed to generate test business process

models. In the final step, the generated models will be revised according to refinement rules. Considering these steps, three determinants are decisive in our approach: original process model, operations and refinement rules.

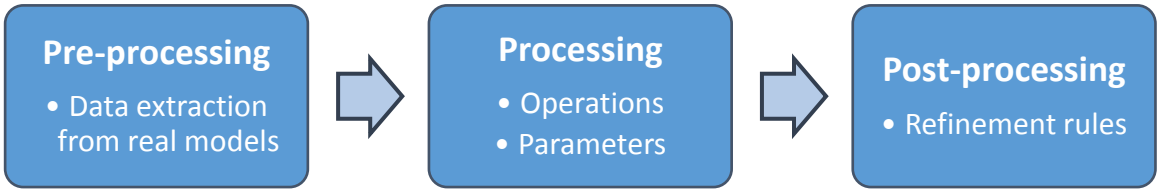


Figure 1: Different Steps of generating test process models

3.2 Pre-processing

In this step the required data for the processing step will be extracted from real models. As we mentioned in section 3.1, our approach generates models mainly based on one original process model. Nonetheless, in some cases other real process models can be used to provide data for the next modifications. The input data is defined according to operations (Definition 4) and contains information like: functions, events, connectors, Event-Function and Function-Event Chains (Definition 3) of given process models.

Definition 2 – Element: *Each event or function of EPC will be considered as an element (Element ⊆ (E ∪ F))*

Definition 3 – Event-Function / Function-Event Chain: *Each function with its preceding event is called Event-Function chain. Respectively, we call an event with its preceding function as Function-Event chain.*

Definition 4 – Operation: *Operations are actions performed on the original process model to change its structure and create a new process model. Operations can remove, insert or change one or many nodes and arcs.*

3.3 Processing

3.3.1 Operations

After extracting the required data from given models, the original process model will be modified to create new models. These modifications will be applied via operations. Operations refine a process model step by step to produce a test process model.

The execution of operations is adjustable during the generation process. There are settings in this approach which help users to determine the probability of each operation. According to these settings, the models can be generated differently, i.e. some models can be produced just by removing elements while others can be generated by changing the order of elements. The provided operations in our approach are described in the following sections.

Removing Elements: One of the basic operations to generate process models from the original process model is removing elements. Using these operations, elements will be removed from the given EPC:

- Removing Functions
- Removing Events
- Removing Event-Function chains
- Removing Function-Event chains

As the list shows, we can remove functions or events from one EPC. Moreover, it is possible to remove events and functions which are right before and after each other (respectively Event-Function chains and Function-Event chains). By removing each element, the preceding element of the removed element will be connected to its succeeding elements. Furthermore, after removing elements, there can be connectors having no input or output, or those who have only one input and output element. These connectors should be removed, too.

Inserting Elements: We can also add elements to extend the diversity of generated models and create larger models. The inserting operations of EPC Generator are listed as below:

- Inserting Functions
- Inserting Events
- Inserting Event-Function chains
- Inserting Function-Event chains

The candidate elements for being inserted into an EPC can be defined randomly or be imported from distinct resources like a list of elements or another process model. These resources are determined in Pre-processing step. Using these operations, a random element from the current EPC will be selected and the candidate element will be inserted between the selected element and its following elements.

Renaming Elements: These operations change the content of EPC by renaming labels of elements. For the purpose of renaming an element of EPC, we suggest label similarity methods to propose a new label for elements. In our approach, these kinds of operations can change labels:

- Adding words and characters to labels of elements
- Removing some words or characters from labels
- Replacing words with synonyms

Changing Element Order: Another operation for creating test models is changing the order of the elements of the process model. Reordering the elements focuses on changing the positions of elements. In our approach we substitute the positions of two elements recursively. Hence, position of each element will change once or a few times with other elements. These substitutions can occur in different ways:

- Substitute functions with functions only
- Substitute events with events only
- Substitute each elements with another element

Modifying Connectors: We can modify the connectors of an EPC to produce new process models. These modifications can change the type of a connector, remove a connector or add a new connector. Even though, in this approach we confine it to changing connector types only. Connectors can be converted into other types randomly or users can configure the mapping of conversion. For example they can adjust generating process to convert all AND connectors to OR connectors. Moreover, as mentioned in the *Removing Elements* section, by removing elements some of their relevant connectors may be deleted.

3.3.2 Parameters

Parameters configure the execution of generating process. They control the probability and execution coverage of described operations in previous section. The determined parameters in our approach are as follows:

- Number of Process Models
- Probability of Operations

Number of Process Models: This parameter simply indicates how many process models we want to generate. Each model will be generated completely independent from other models and the generating algorithm will stop when it meets the number of process models.

Probability of Operations: Probability points to the ratio of performing operations to the size of original process model. Therefore, when we determine the value of *inserting event operation* to 40%, the number of events in generated models will be increased by 40%. There are two methods of performing operations to produce business process models: assigning a *Range of Percentage* or *Fixed Percentage*. In the first case, we set a minimum and maximum value to define the probability of each operation. Hence, for example when we set the minimum percentage to 0% and maximum percentage of removing Functions equal to 50%, it indicates at most 50 per cent of the functions are removed to generate test models; however some models can have 30%, 20% or even 0% removed functions. As the result, we will have more diverse test models.

In the other case, we generate process models exactly with the determined fixed percentage for each operation, i.e. when we set the fixed percentage of renaming element to 50%, it means that exactly half of the element of the given EPC will be renamed to generate a new process model.

3.4 Post-processing

In this step we apply refinement rules to revise the generated models. As there are different purposes for generating test process models, our approach supports generating models regarding different refinement rules. These rules can be defined and applied on generated models to achieve different results. Consequently, EPC generator can create both correct and incorrect EPCs. A few samples of refinement rules are as follows:

- Functions cannot be right after “OR-SPLIT” or “XOR-SPLIT” connectors.
- First nodes and last nodes should be events.
- Functions and events have to alternate, either directly or indirectly when they are linked via one or more connectors.

According to user choices, in Post-processing step the generated models will be revised and final test models will be created.

4 Proof of Concept and Evaluation

In order to evaluate the quality and feasibility of our approach, we have implemented a prototype using JAVA to create sample process models. Our prototype does not cover all mentioned features so far and it is a simple implementation of our idea. However, the achieved results show the abilities and potential usage of our presented concept in the field of process modelling. This JAVA program receives a business process model in the form of *Event-driven Process Chain Markup Language* (EPML) or the *ARIS Markup Language* (AML) and generates the desired process models based on determined configurations.

As can be seen in *figure 2* the original process model will be loaded on the left side and the configurations are placed on the right side. Our prototype supports Delete operation for: events, functions, event-function chains, function-events chains. It can also change the structure of models by changing the order of nodes or the type of connectors. Moreover, it can rename the label of nodes by simply adding some characters. We can set the method of performing operation with fixed percentage by checking it. Otherwise, it will execute using range percentage from zero to an adjusted value.

In our evaluation we want to generate models comparable with sample EPC models presented by Jan Mendling [8]. Then we will calculate the similarity metrics for generated models and compare them with similarity metrics of the sample EPC models. The definitions and calculation formulas of these similarity metrics are completely described in the mentioned reference and we will focus on the calculated results of the sample EPC models. These models are: SAP Reference Model (604 EPCs), Service Model (381 EPCs), Finance Model (935 EPCs) and Consulting model (83 EPCs). In *table 1* the calculated similarity metrics for these models and complete sample are shown. We have selected EPC "1Be_8uyu" from SAP Reference model as the original process model and generated 80 test models based on the given model. The original EPC contains 9 functions, 18 events, 6 connectors and 33 arcs. As shown in *figure 2*, we have used Range of Percentage from zero to user defined percentages (by unchecking "use fixed percentages") to perform the operations. The other configurations are as follow: Remove Functions (65%), Remove Events (90%), Change order of Events (20%) & Functions (40%), Change connector type (10%) and Rename Elements (20%). It means, in some generated models 90 percent of events can be deleted while others may have no removed events. By setting these configurations, we want to generate models comparable to "Complete Sample" and investigate the results to show the ability of our approach in generating random models as alternative for real models.

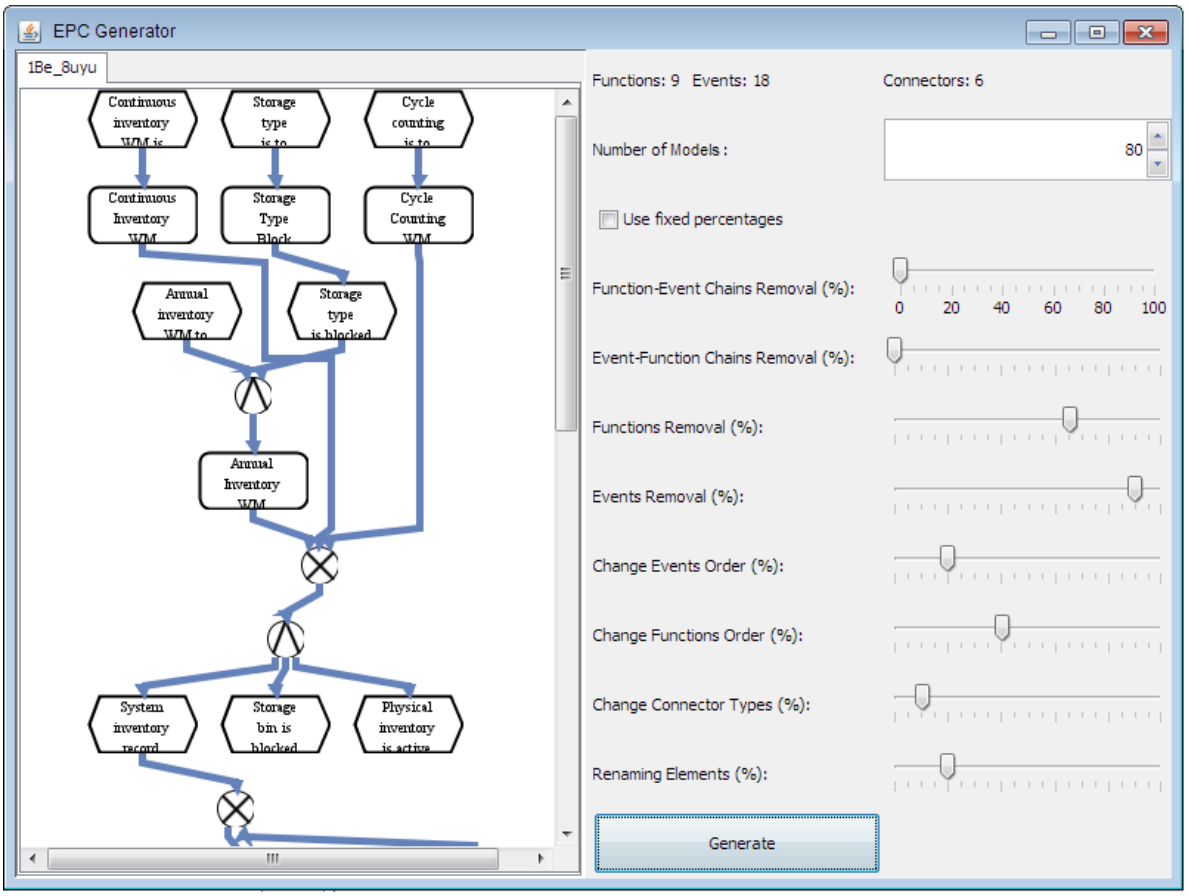


Figure 2: Implemented prototype of EPC generator and adjusted settings

We have calculated Mean and Standard Deviation for these 80 generated models and showed them beside the calculated metrics of the original model. The *Relative Difference* (d_r) between the calculated means of generated models and means of real models are calculated using formula (1) and shown in the last column of table. This formula computes the approximation errors when the relative error of a measurement is required.

$$\text{Relative Difference}(d_r) = \frac{|a-b|}{\max(a,b)} \quad (1)$$

The calculated similarity metric shows, the Standard Deviation for all metrics are somehow lower in our generated EPCs while the Mean of metrics follows a different attitude for each metric category. Mean of Size metric (S_N) in our generated model are almost similar to "Complete Sample", but still we consider differences in connectors. This issue appeared because we have not implemented the mapping of conversion (section Modifying Connectors) in our prototype and we are changing the connector types randomly. The mean of Density metrics (*Density*, *Coefficient of Connectivity*, *Average Degree of Connectors* and *Maximum Degree of Connectors*) which are relative metrics are considerably similar, however, the mean of *Maximum Connector Degree* which is related to only one model, is greater in generated EPCs. *Seperability* is almost equal between two model collections, but generated EPCs have less *Sequentiality* ratio and greater *Depth* value. In our prototype we have not implemented the *Structuredness* calculation of a model and therefore, we have removed it from the table. *Connector Mismatch (MM)* and *Heterogeneity* are also different considering the different

number and kind of connectors in two collections, but the *Control Flow Complexity (CFC)* is largely different between these two sets. The *Cyclicity (CYC)* metric is higher in generated EPCs, because the original model contains also more cycles. Finally, the *Token Split (TS)* metric in the generated models is more than the mean of "Complete Sample" but less than the *Token Split* of SAP Ref. Model. The average of *Relative Difference* in all similarity metrics is about 33%.

Parameter (μ = mean, σ = Standard Deviation, d_r = relative difference)	Real model sets										Original Model (1 EPC)	Generated EPCs (80 EPCs)		
	Complete Sample (2003 EPCS)		SAP Ref. Model (604 EPCs)		Services Model (381 EPCs)		Finance Model (935 EPCs)		Consulting Model (83 EPCs)					
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	μ	σ	d_r
No. of nodes (S_N)	20.71	16.84	20.74	18.74	22.14	15.71	19.50	15.30	27.64	21.35	33.00	20.91	5.85	1%
No. of events (S_E)	10.47	8.66	11.50	10.44	9.54	7.80	9.93	7.41	13.20	9.99	18.00	9.88	4.79	6%
No. of start events ($S_{E,s}$)	2.43	2.70	3.87	3.84	1.99	2.02	1.59	1.12	3.43	3.38	4.00	2.35	1.24	3%
No. of end events ($S_{E,E}$)	2.77	3.20	4.49	4.78	2.35	2.08	1.77	1.24	3.39	3.12	7.00	3.81	2.06	27%
No. of functions (S_F)	5.98	4.94	4.03	3.81	8.23	5.45	6.22	4.79	7.22	5.95	9.00	6.01	1.83	0%
No. of start events (S_C)	4.27	5.01	5.21	6.22	4.37	4.20	3.35	3.90	7.22	6.96	6.00	5.03	1.05	15%
No. of AND-joins ($S_{J,AND}$)	0.63	1.23	1.09	1.60	0.56	0.93	0.27	0.71	1.64	2.01	1.00	0.55	0.57	13%
No. of XOR-joins ($S_{J,XOR}$)	1.01	1.46	1.02	1.51	0.94	1.38	1.00	1.41	1.49	1.93	2.00	1.88	0.46	46%
No. of OR-joins ($S_{J,OR}$)	0.37	0.82	0.46	1.03	0.37	0.69	0.32	0.73	0.22	0.54	0.00	* 0.10	0.30	73%
No. of AND-splits ($S_{S,AND}$)	0.62	1.17	1.08	1.48	0.68	1.06	0.22	0.64	1.51	1.79	2.00	1.44	0.77	57%
No. of XOR-splits ($S_{S,XOR}$)	1.24	1.75	0.93	1.50	1.27	1.76	1.36	1.81	1.88	2.19	1.00	1.03	0.42	17%
No. of OR-splits ($S_{S,AND}$)	0.37	0.86	0.62	1.14	0.33	0.57	0.25	0.74	0.13	0.46	0.00	* 0.04	0.19	89%
No. of arcs (S_A)	21.11	18.87	20.80	20.84	22.50	17.43	20.12	17.54	28.14	22.80	33.00	20.91	5.85	1%
Diameter (diam)	11.45	8.21	9.20	6.46	12.25	7.90	12.27	8.78	14.83	10.50	18.00	11.86	3.07	3%
Density (Δ)	0.09	0.07	0.09	0.08	0.07	0.05	0.09	0.07	0.06	0.05	0.03	* 0.05	0.00	44%
Coefficient of Connectivity	0.96	0.13	0.94	0.13	0.97	0.13	0.96	0.13	1.00	0.12	1.00	1.00	0.00	4%
Avg. Connector Degree	3.56	2.40	3.30	1.46	3.12	1.66	2.50	1.62	3.08	0.81	3.83	* 3.45	0.26	3%
Max. Connector Degree	2.88	1.60	4.36	2.72	3.85	2.30	2.91	2.11	3.81	1.22	5.00	4.13	0.58	30%
Seperability (Π)	0.56	0.27	0.52	0.22	0.56	0.25	0.60	0.30	0.50	0.21	0.52	0.53	0.06	5%
Sequentiality (Ξ)	0.46	0.31	0.29	0.28	0.45	0.26	0.59	0.29	0.32	0.22	0.33	* 0.23	0.08	50%
Depth (Λ)	0.70	0.74	0.55	0.71	0.79	0.66	0.72	0.76	1.00	0.86	2.00	* 1.34	0.55	48%
Connector Mismatch (MM)	3.31	4.55	6.02	6.19	2.84	3.42	1.68	2.49	3.95	3.47	7.00	5.26	2.81	37%
Heterogenity (CH)	0.28	0.35	0.43	0.38	0.31	0.34	0.15	0.28	0.38	0.34	0.00	* 0.13	0.32	54%
Control flow Complexity (CFC)	382.62	8849.48	1187.98	16040.30	101.80	1678.82	10.17	52.79	6.71	7.35	5.00	* 4.23	1.42	>99%
Cyclicity (CYC)	0.01	0.08	0.02	0.09	0.04	0.13	0.00	0.01	0.02	0.09	0.24	* 0.28	0.10	96%
TS	1.82	3.53	3.16	4.89	1.84	2.66	0.91	2.39	2.13	2.63	5.00	2.54	1.70	28%

Cells having max value between real models

Cells having min value between real models

* Calculated metric are out of highlighted range

Table 1: Comparing Mean, Standard Deviation and Relative Difference between real model sets by Mendling[8] and the Generated EPCs by EPC Generator

In spite of the resemblance among the calculated metrics for both set of models, we will describe why there are different values in some of calculated metrics. The first distinction is between the Standard Deviation in almost all metrics which is caused by the configuration of generating phase. As is shown

in figure 2, we are using a rather small model to create test models. To increase the diversity of generated models we can use models having more nodes and increase the execution percentage of remove operations such as: removing Function-Event and Event-Function Chains. We described why some connector types are out of range in generated models. Moreover, in case we want to generate bigger or smaller models we can change the probability of removing operations. Although *Density* and *Average Connector Degree* are not in the range of calculated values for real model sets, they are not largely different from the mean in "Content Sample". *Sequentiality*, *Depth*, *Connector Mismatch*, *Heterogenity*, *Cyclicity* and *Token Splits* also considerably differ in generated models. This issue is because of the structure of our original model. Looking at table 1, original column, we can deduce that the generated EPCs are by some means inherited from original model, but the generated models are more similar to "Content Sample" in comparison with the original model. Meanwhile, the only metric which has large distance to "Complete Sample" is *Control Flow Complexity (CFC)*. As we can see, CFC is largely diverse in real models and its high standard deviation in other real models points to its instability. Moreover, the CFC of the generated models is related to the CFC of the original model. By using an original model with higher CFC, models with higher CFC will be generated. Hence, selecting an appropriate original model according to our purpose of generating models has a decisive role to generate desired models.

One of the limitations of presented approach is the dependency of generated models to a given original model. Finding an appropriate original model for our approach is a challenge for our approach. As an alternative we are investigating to use other sources like log files to generate process models. Controlling over connectors is confined to changing connector types and it does not cover removing or inserting connectors, directly. This shortcoming can be removed by setting appropriate refinement rules in the post-processing step of generating test models. Moreover, suggesting a platform for defining new refinement rules is not covered in our approach.

5 Application scenario

As we mentioned, the main purpose of our paper is to generate test process models to create test data, based on real business process models, which can be used to evaluate the quality of different algorithms in the domain of process modelling.

To describe the wide usage of the concept of EPC Generator, we introduce a research scenario based on our idea to investigate the similarity metrics defined by Mendling [8] based on the size of nodes. In this suggested scenario we use the *Fixed Percentage* option to perform *Remove Operations* on events and functions. As original process model we used the previous original model in section 4. We have created different sets of models by removing functions and events in different percentages (10%, 30%, 50%, 70% and 90%). For each set we have generated 100 EPCs and calculated the mean value of *Density*, *Sequentiality* and *Depth* metrics. The results are shown in *figure 3*. However, further evaluating and analysing this approach is out of this paper's scope.

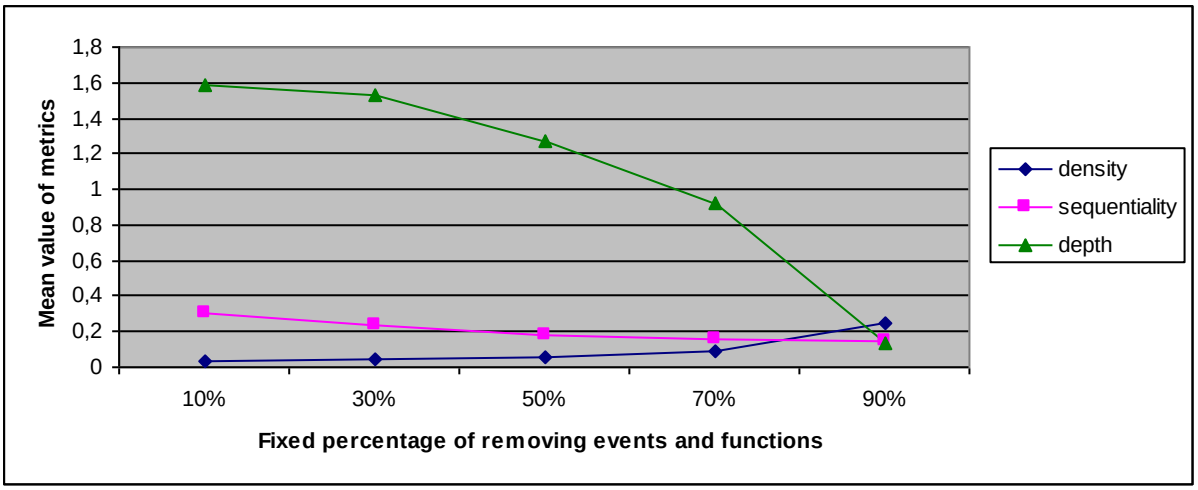


Figure 3: Calculated metrics for generated models with different percentage of removing items

6 Conclusion

The development of business process models has gained tremendous importance in the last years. Therefore, providing well-performing approaches in this field is of considerable importance. However, accessing appropriate data for evaluating these approaches is always a challenge. We have presented the *EPC Generator concept* to generate test data required in these approaches. It suggests an idea to create more realistic business process models with meaningful structures and labels. Therefore, the generated models do no contain just random data, but they are like simulated process models and contain partly meaningful data. These test models are valuable test data considering that they are an alternative for real process models. Based on this concept, we presented an approach to create process models. Our approach can generate both correct and incorrect process models according to defined refinement rules. Furthermore, a software implementation supporting our idea has been developed as a proof of concept. Then, we have compared the generated test models with real models using similarity metrics. Moreover, a suggested application scenario is introduced to explain the potential of our approach to provide data for different purposes. In the future, we will generate test models using EPC Generator to investigate its ability to generate required data for different solutions in this field. We also aim at extending our approach to accept other data sources like log files as its input to generate process models. Moreover, an extension of our approach towards extending the possible operations and the refinement rules for revising the test models is planned for the future.

Acknowledgement: The research described in this paper was partly supported by a grant from the German Research Foundation (DFG), project name: “Konzeptionelle, methodische und technische Grundlagen zur induktiven Erstellung von Referenzmodellen (Reference Model Mining)”, support code GZ LO 752/5-1. The authors would like to thank Constantin Houy, who has given valuable suggestions in order to improve the quality of this paper.

7 References

[1] Ardalani, P; Houy, C; Fettke, P; Loos, P (2013): Towards a Minimal Cost of Change Approach for Inductive Reference Model Development. Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems (ECIS 2013). Utrecht, Netherlands.

[2] Burattin, A; Sperduti, A (2011): Plg: a framework for the generation of business process models and their execution logs. Business Process Management Workshops. 214-219.

[3] Clarke, LA (1976): A system to generate test data and symbolically execute programs. Software Engineering, IEEE Transactions on(3): 215-222.

[4] Cordeiro, D; Mounié, G; Perarnau, S; Trystram, D; Vincent, J-M; Wagner, F (2010): Random graph generation for scheduling simulations. Proceedings of the 3rd International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques. 60.

[5] Fettke, P; Loos, P (2005): Ontological analysis of reference models. Business systems analysis with ontologies: 56-81.

[6] Gottman, JM; Roy, AK (1990): Sequential analysis: a guide for behavorial researchers. Cambridge University Press,

[7] Hallerbach, A; Bauer, T; Reichert, M (2010): Configuration and management of process variants. Handbook on Business Process Management 1. Springer, 237-255.

[8] Mendling, J (2008): Metrics for process models. Springer, 117-138.

[9] Nobari, S; Lu, X; Karras, P; Bressan, S (2011): Fast random graph generation. Proceedings of the 14th International Conference on Extending Database Technology. 331-342.

[10] Pentland, BT (2003): Conceptualizing and measuring variety in the execution of organizational work processes. Management Science 49(7): 857-870.

[11] Pentland, BT (2003): Sequential variety in work processes. Organization Science 14(5): 528-540.

[12] Rosemann, M; van der Aalst, WM (2007): A configurable reference modelling language. Information Systems, 32(1): 1-23.

[13] van der Aalst, WM (2013): Business Process Management: A Comprehensive Survey. ISRN Software Engineering 2013

[14] van Hee, KM; Liu, Z (2010): Generating Benchmarks by Random Stepwise Refinement of Petri Nets. ACSD/Petri Nets Workshops. 403-417.

Evaluating the Evaluation of Process Matching Techniques

Tom Thaler, Philip Hake, Peter Fettke, Peter Loos

Institute for Information Systems (IWi) at the German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI) and Saarland University, 66123 Saarbrücken, E-Mail: (tom.thaler | philip.hake | peter.fettke | peter.loos@iwi.dfki.de)

Abstract

The matching of different process models and their nodes plays an important role, as shown in the manifold matching techniques developed during the last years. A well-established approach for the determination of those techniques' quality is the consideration of precision and recall values related to a reference matching. Nevertheless, it is remarkable that it is not clear, what such a reference matching should be and how to reach a general acceptance. As developing a reference matching requires the decision and a consensus on what a matching should represent, we conceptualize that task as a decision problem, which can be well-structured or even ill-structured. The paper evaluates the evaluation of process matching techniques by theoretical argumentations and in terms of inquiring the process of reference matching development. Based on the results, the authors propose some guidelines containing the three phases *idea*, *definition* and *criteria* supporting that task.

1 Motivation

Business process models are core artifacts of the current information systems research and practice. Organizations have large model repositories containing hundreds or even thousands of models [4, 7], which serve as knowledge base for process execution and further business process management activities. Managing such a great many of process models leads to the need of effective and efficient methods for comprehensive process analyses.

Some applications of these analyses are conformance checking, reusability of models or model fragments, company merges and much more. For these applications it is important to have knowledge on the analogy between process models or their nodes and thus, to have knowledge on their correspondence. Against that background more and more matching techniques were developed during the last years (e. g. [1, 12]). The high relevance of those techniques is also shown by the existence of a Process Matching Contest in context of the BPM Conference 2013 [3], where authors were invited to develop a process matching technique and apply it to two given model repositories. As it is an established approach, evaluating the quality of matching techniques with precision, recall and f-measure values, the contest provided an abstract of a reference matching, which was then used for rating the submitted algorithms.

Evaluating the capacities of particular algorithms by precision and recall and adequate reference solutions is well probed in the area of information retrieval [2]. Like done in the mentioned process matching contest, also other papers in the field of business process model matching try to assign these methods to the context at hand, but an evaluation as well as a discussion on the adequacy of their application is still missing.

Against that background and while analyzing the given reference matching from the contest, it is no surprise that it is sometimes not clear, why a node was matched to another node in the way it is, while oneself would prefer another matching. These different *human matching behaviors* show, that it is not clear what a reference matching should be and how to reach a general acceptance of a reference matching. A missing consensus denotes an unclear definition of a reference matching and thus, leads to misinterpretations of the quality measurement results. Concerning that unclear definition we consider the development of a reference matching as a decision problem, which is sometime well-structured and sometimes ill-structured. As evaluating matching techniques by precision and recall is based on the assumption of an existing and unique reference matching, a major issue is the fact, that ill-structured decision problems are not solvable as is and well-structured decision problems may have several solution.

Against that background, this paper aims at evaluating the evaluation of process matching techniques in general and the development of reference matches in particular. As we do not agree with the assumption of an existing and unique reference matching, we discuss both aspects, namely the existence and the uniqueness. Finally we propose some guidelines containing the phases *idea*, *definition* and *criteria* to address the located defects.

The fundamentals of the topic (especially process matching, decision problems and measuring the quality of process matching techniques) are being clarified in section 2. Section 3 discusses the existence of reference matches based on the fundamentals of decision theory, while section 4 discusses the uniqueness of them based on evaluating the challenges of establishing a reference matching in a real matching scenario. In section 5, the authors propose some guidelines supporting the task of reference matching development, while section 6 demonstrates these guidelines by applying them to the use case of section 4. The paper closes with a conclusion in section 7.

2 Fundamentals

2.1 Structuredness of Decision Problems

Well-structured decision problems have distinct solutions and can be solved easily. However ill-structured decision problems contain defective components within the decision model, which are attributed to a lack of information [9]. An ill-structured decision problem contains at least one defective component and cannot be solved easily. Defects are (1) *perception*: The decision problem is defective in the way that the perception of the decision problem is defective. The problem is not considered as a decision problem and therefore further steps solving the decision problem are not taking into account. (2) *Differentiation:* A decision problem is ill-structured if not all possible solutions are known or the known alternatives cannot be distinguished since they overlap. (3) *Effect:* If the different solutions are known but the effect of an alternative cannot be predicted the decision problem can be considered ill-structured. (4) *Evaluation:* A defective component of evaluation exists if the result of the decision taken cannot be measured according to its influence on reaching the predefined objective of the decision problem. (5) *Objective:* If some objectives of a decision problem are unknown the decision problem can be considered ill-structured. (6) *Solution:* A decision problem suffers from a defective solution if the known solutions are not considered to be efficient.

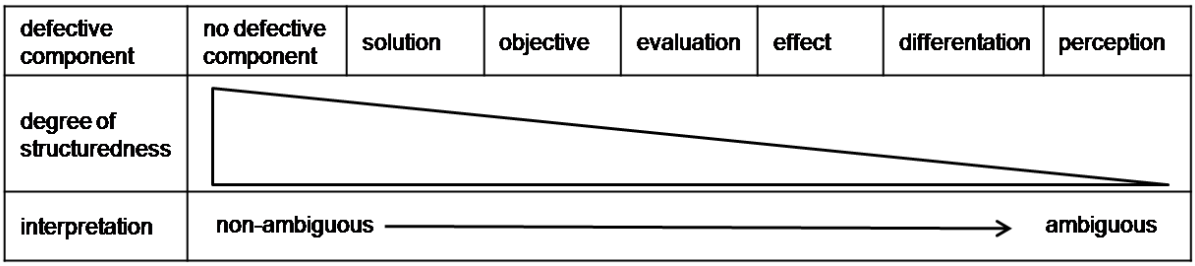


Figure 1: ill-structured decision problems [9]

To obtain a solution the ill-structured decision problem must be firstly converted to a structured decision problem. Figure 2 depicts the different types of defective components ordered descending according to the influence on the structuredness of a decision problem. The figure shows that a decreasing degree of structuredness leads to an increasing ambiguous interpretation of how the defective component can be resolved. Therefore structuring ill-structured decision problems can result in different feasible structured decision problems.

2.2 Process Matching

Matching is described as the process that takes two schemas as input, referred to as the source and the target, and produces a number of matches between the elements of these two schemas based on an particular correspondence [10]. Thereby the term schema has a broad interpretation and can comprise database schemas (e. g. [6]) as well as arbitrary other model schemas.

The term process matching can be divided into two different fields – matching process models (1) and matching nodes of process models (2). Matching process models means, that models are matched to other models based on criteria like similarity, equality or analogy. Mostly different process model repositories serve as a base for that task. An application scenario in that field is the merging of companies, where it is necessary to synchronize different processes, e. g. in context of administration or acquisition.

Matching nodes of process models, which is the focus of the paper at hand, describes the matching of single nodes, set of nodes or node blocks of one model to the corresponding elements of another model. Such matches are used for harmonizing business process models or inductively derive reference models from different individual models. The determination of matches between process models (1) is often based on a node matching as described in [1, 12]. While [1] presents 19 different similarity measures for business process models with their underlying, mostly 1:1 node matching techniques, [12] develops a similarity measure for process models based on M:N node matches. The cardinality describes the cardinal number of node sets, which are being matched to each other. A sample of a node matching with both, 1:1 and M:N matches is visualized in Figure 2.

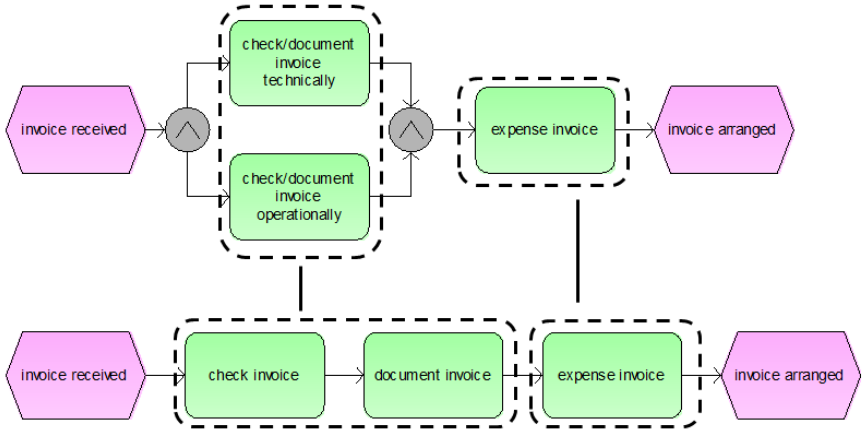


Figure 2: Node matching example

Generally a matching can be observed by the *human matching behavior*. The term describes all matches generated by individuals, without a consideration of their matching intention.

Formally a node matching is formalized as follows, whereby we allude to prescind from a concrete schema or modeling language, as that aspect is of minor importance in the context at hand. We further argue, that it is possible to adapt this generic formalization to an arbitrary modeling language.

Definition 1 (Elementary/Complex Node Matching) [12]. Let $G = (N, E)$ be a business process model with: N is a non-empty set of Nodes and E is a non-empty set of edges. Let A_1 be a subset of nodes of N_1 and A_2 be a subset of nodes of N_2. A match $m \in M$ is denoted by a tupel (A_1, A_2) of two sets of activities. A match (A_1, A_2) is called *elementary match*, iff $|A_1| = |A_2| = 1$ and *complex match*, iff $|A_1| > 1 \vee |A_2| > 1$.

The given definition 1 is not a definition in the strong sense but a formalization. This is founded in the fact, that formal criteria for a match are not given. Therefore, the definition only covers the formal border of a match, while neither necessary nor sufficient criteria are specified. In fact, the instantiation of a match is considered as a decision problem, which can be well-structured or ill-structured. The analysis of real matching problems with regard to the decision theory allows us both to explicate the main defects on the decision how to match and to develop proposals handling these defects.

2.3 Quality of Process Matching Techniques

According to prior work [2], a fundamental requirement for the evaluation of matchtes is the existence of a benchmark. Thereby a benchmark is based on the idea of evaluation scenarios in terms of expected solutions as a basis for comparison. In the following, these expected solutions are called *reference matches*.

Four metrics that have been used extensively in the area of matching technique evaluation are precision, recall, f-measure and fall-out, which are all intended to quantify the proximity of the results generated by a matching technique to those expected [5]. Thereby, the precision, recall and f-measure are of major importance in the domain of information retrieval [11] and, thus, also established in the context of evaluating process matching techniques [8].

Precision is the fraction of found node matches, that is correct in terms of the reference matching. Recall is the fraction of the correct node matches, that are found [12]. The f-measures is the harmonic mean between precision and recall and fall-out is the rate of incorrectly discovered matches out of the number of those non-expected. We classify each match either true-positive (TP), true-negative (TN), false-positive (FP) or false-negative (FN) as visualized in the following Figure 3 [3].

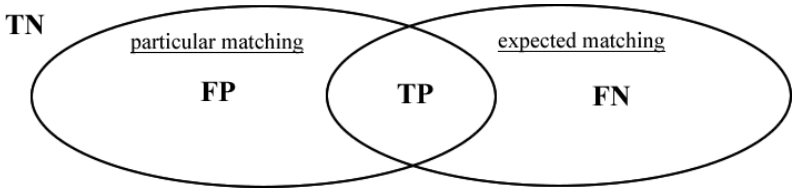


Figure 3: Relevant sets of matches for precision, recall and f-measure calculation

Definition 2 (Precision, Recall, F-Measure). A matching M is a set of matches m (as described in definition 1). Let M_p be a particular matching and M_r be a reference matching, so that:

- TP (true positive) is the intersection of M_p and M_r: $TP = M_p \cap M_r$
- TN (true negative) is the complement of M_p union M_r: $TN = \overline{M_p \cup M_r}$
- FP (false positive) is the difference of M_p and M_r: $FP = M_p \backslash M_r$
- FN (false negative) is the difference of M_r and M_p: $FP = M_r \backslash M_p$

Then $\text{recision} = \frac{|TP|}{|TP|+|FP|}$, $\text{recall} = \frac{|TP|}{|TP|+|FN|}$ and $\text{fmeasure} = \frac{2 \text{ x precision} * \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$ is the harmonic mean of precision and recall.

Note, that these evaluation criteria are based on the assumption that the set M_r is given.

3 The Non-Existence of Reference Matches

How mentioned before, matching nodes of process models is considered as a decision problem, which can be well-structured or ill-structured. Ill-structuredness in that area is often founded in a missing objective, which leads to the problem, that it is not possible to rate different alternatives (defect in effect) and thus, it is not possible to decide on a particular match. According to the decision theory, these cases are considered as ill-structured decision problems, which have no solution by definition. This leads to the finding, that a reference matching does not exist in all cases. Therefore, the concept of evaluating process matching techniques by precision and recall related to a reference matching collapses in case of ill-structured decision problems, as it postulates the existence of such a matching.

Articles in the field of business process matching mostly postulate the existence of a unique reference matching, which is then often developed in an “ad-hoc” manner [3]. This perception disagrees with the achievement of established literature [2]. In fact, reference matches (TP+FN) result from human matching behavior. Thus, two sets of nodes are matched, if there is at least one human, who matches these sets. In many cases different people match nodes in different ways and sometimes they are not

able to decide how to match two particular sets of nodes (ill-structured decision problem). Therefore, those matches are ambiguous. One should not only distinguish between *match* and *not match*, but also take *unsure* into account. As recent works postulate the existence of a unique reference matching, it is acted on the assumptions, that a matching is (1) independent from the matching person, (2) independent from time and (3) independent from the matching objective. As we argue, that different people match nodes in different ways, and as the decision for or against a match may vary over time (e. g. dependent on the knowledge) as well as the dependency of a match on a concrete evaluation or application scenario, these assumptions are not supportable.

4 The Non-Uniqueness of Reference Matches

4.1 Approach

In order to discuss the uniqueness of reference matches we conduct the following matching scenario. Two different model repositories [3], respectively containing nine models were delivered to three experts in modeling. The experts conducted a discourse on how a reference matching could be instantiated for one model of a repository to the other models of the same repository. Thereby, the first repository contains process models describing the admission process of different German universities; the second repository contains process models describing the birth registration process of different countries. Thus, all considered model pairs describe a consistent domain. While discussing the possibilities of instantiating particular matches, the authors faced different challenges. Although we postulate that every single expert has the same knowledge of the given process models, the argumentations of all experts were quite different, nevertheless all arguments were reasonable and comprehensible. Therefore, in many cases a consensus has not been reached, because the different argumentations could not be falsified. These cases are being illustrated, whereby the major issues of matching nodes are noted, subsequently analyzed, abstracted and categorized.

4.2 Illustration of Specific Issues

Extent of a match. Regarding the admission processes of Berlin and Erlangen (Figure 4), we recognized different understandings of correspondence. Matching the functions *send application* turned out to be clearly when assuming equality as correspondence. Then again the matching of the antecedent functions proved to be rather difficult. Considering a strict (exhaustive) equality as correspondence only *add certificate of bachelor degree* is matched. Although only these two functions are considered to be equal, all of the functions seem to overlap in the way that documents are added to the application process. Thus they can be matched if we assume a certain overlapping in meanings as correspondence.

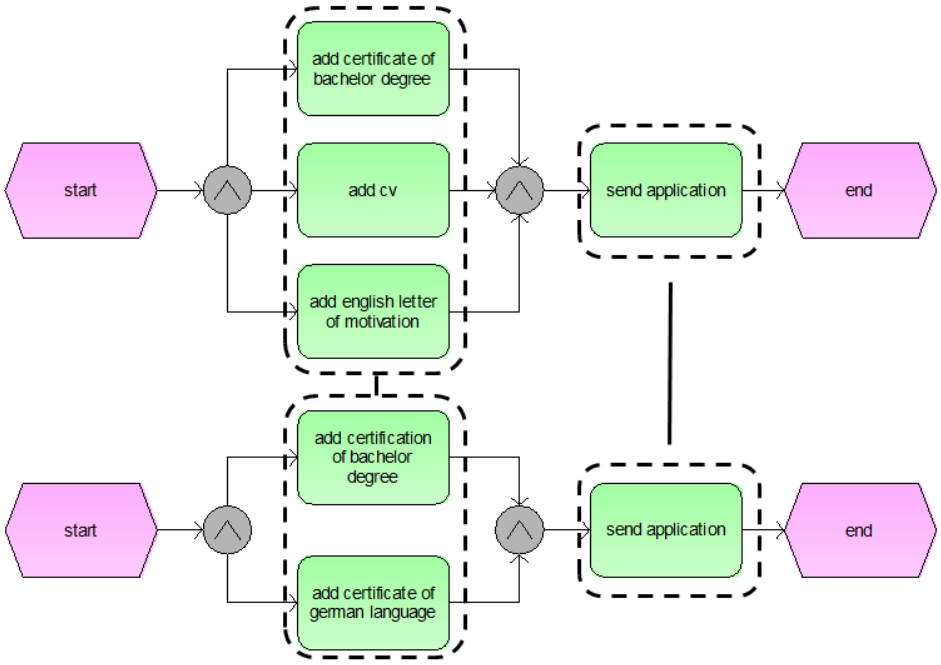


Figure 4: Exhaustive equal and overlapping (Admission processes: Berlin - Erlangen)

Figure 4 depicts a transitive matching of overlapping nodes. The functions described cannot be considered as equal but they share common meanings, hence, they can be described as overlapping matches. The function *check complete* and *complete and in time* can be matched because both perform a completeness check. Furthermore *complete and in time* can be matched to *check valid* according to an overlapping since only a document received in time is a valid document. Other validation steps of *check valid* overlap with the evaluation of *evaluate and decide about acceptance*. Finally *decide about acceptance* can be matched to *evaluate and decide about acceptance*.

On the one hand one could aggregate the discovered overlapping matches by matching the function *evaluate and decide about acceptance* to *check complete* as well as *decide about acceptance* to *complete and in time.* This leads to the fact that some nodes of the match do not overlap at all. On the other hand the matching could avoid a matching of functions that do not overlap. In this way several matches of the process models given are possible. For example the matching could be ({*check complete, check valid}, {complete and in time*}) and ({*decide about acceptance}, {evaluate and decide about acceptance*}) or ({*check complete}, {complete and in time*}) and ({*check valid, decide about acceptance}, {evaluate and decide about acceptance*}).

The defect of the described issue related to the decision theory ranges from differentiation to effect. It could be argued, that there are overlapping solutions, which lead to an indistinguishability and makes the decision problem ill-structured. At the same time there is another defect, as the effect of choosing one of the available solutions is not predictable.

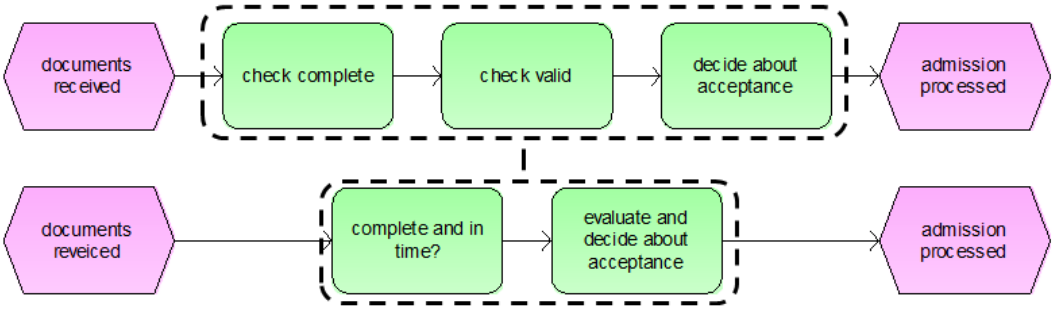


Figure 5: Concatenation overlapping matches

Interpretation of equivalence. Interpreting a match allows the argumentation due to an equivalence of actions or an equivalence of objectives. Figure 5 depicts an application process holding functions that share the same objective but not the same action – there are different processes for choosing adequate applicants. While one university arranges assessment centers, others prefer taking interviews. Thus, they do essentially different things for achieving the same objective, namely the choice of adequate applicants. One could now argue against a match, as the functions do not represent the same tasks. Otherwise, one could argue for a match, as the objective – choosing an adequate applicant – is equal in both processes.

The problem here is the unclarity of objective. As described in section 2.1, an unknown objective makes a decision problem ill-structured, as it not clear how to act in particular cases like this.

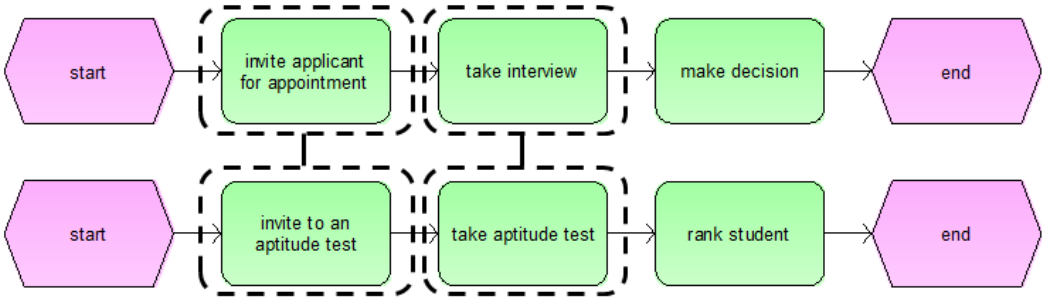


Figure 6: Matching equivalent objectives (Admission processes: Erlangen - Cologne)

Interpretation of meaning. Considering the admission processes of a German and an English university, we identified the German university testing the German language skills of applicants, while the English university checks English skills. Thus, as both universities test different languages, the corresponding nodes in the process model are not equal. This argumentations leads to the decision, that there will no matching established for these two activities. Nevertheless, they are analog since both test the national language skills, what again militates for the matching of both activities. The defect of that issue can also be seen in terms of a missing objective.

4.3 Intermediate result

The illustration of specific issues showed, that in many cases it is not possible to reach a consensus on particular matches, moreover the human matching behavior is diverging and sometimes an individual is not sure how to match. If the human matching behavior is divergent, there are good arguments to match nodes in a specific way and there are also good arguments to match nodes in a different way. In most cases the defect is founded in a missing objective for the matching, which leads to a

consideration as an ill-structured decision problem. As ill-structured decision problems have no solution, also a generally accepted reference matching does not exist without further manifold and context-sensitive hypotheses (e. g. in terms of an evaluation or application scenario). Acting on those hypotheses may transform an ill-structured decision problem to a more well-structured one. In fact, well-structured decision problems are solvable, but they may have several solutions. Thus, if a reference matching exists, it is not unique in all cases. Therefore the assumption of a unique reference matching in the field of reference matching development is not supportable.

We further argue, that a reference matching and thereby also the set M (Definition 2) does not exist a-priori (before developing), but ex-post. Since a reference matching obviously depends on further assumptions and the consensus of a set of experts, a reference matching cannot exist till it is developed. E. g. if a word is being translated to another language for the first time, it is not possible to act on the assumption, that the translation was available before.

5 Reference Matching Development Guidelines

5.1 Overview

To address the found defects, we will now propose some guidelines supporting the process of reference matching development. We already identified different aspects with important roles in that area. These aspects include the definition of a context in terms of an evaluation or application scenario as well as a methodology to reach the acceptance of a reference matching.

The guidelines (Figure 7) consist of the three phases, *idea* (1), *definition* (2) and *criteria* (3). Idea describes several different possibilities of interpreting a matching and thus, allows a transformation of ill-structured decision problems of process matching to more well-structured ones. Definition (2) instantiates these ideas, while criteria (3) describe different possible requirements establishing a concrete match.

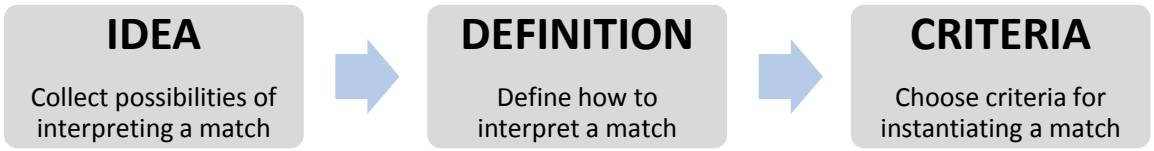


Figure 7: Reference Matching Development Guidelines

This concept of idea, definition and criteria allows us both to discuss different essential aspects of reference matching development in a closed manner and varying these aspects in context of different evaluation and application scenarios.

5.2 Idea

In the following we derive some ideas specifying a reference matching from the issues presented in section 4. These ideas describe a set of definition aspects which should be selected in terms of defining a reference matching and is the basis for transforming ill-structured decision problems to more well-structured ones. In the following no algorithm is presented but some general principles to cope with the challenges of different matching contexts.

Model constructs. Independent from the process modeling language the question arises what elements of a model should be matched and what matching strategy needs to be applied on what

element type. Generally one could distinguish between the matching of nodes and edges. Considering e. g. EPCs, related elements like functions, events and others which hold a label can intuitionally be matched regarding their labels. But when it comes to connectors the label based matching technique cannot be applied. Furthermore in different contexts it can be meaningful to match only particular node types, while others are being ignored.

Extent. The extent of a matching can be described by the following characteristics. (1) *Exhaustive:* A simple way to match nodes is based on the equality of two nodes. This means that only nodes that hold the same meaning are allowed to be matched. Given two functions F_1 and F_2, a match of F_1 and F_2 is only valid if the activities represented by the functions are considered as exhaustively equal, so that one function does not contain more content than the other. This might even include that the activities are carried out by the equivalent organizational unit. (2) *Overlapping:* Another approach to match nodes covers the matching of nodes that are similar in the way that they share at least a common meaning. This approach is a relaxation of the strict equality postulated in the antecedent approach. (3) *Concatenation:* A further relaxation leads to an approach which allows transitive matches of nodes. Given the nodes N_1, N_2 and N_3, $\{N_1,N_3\}$ is a transitive match, iff $\{N_1,N_2\}$ and $\{N_2,N_3\}$ represent overlapping matches. Matches which contain transitive matches are referred to as thematic concatenation.

Equivalence. Due to the interpretation of a match it can be differentiated between an equivalence of action and an equivalence of objective. Equivalence of actions means nodes or (sub)paths representing the same action(s) for achieving an objective, while equivalence of objective means, that only the objectives are equal.

Meaning. One should also differentiate between the analogy and the equality of meanings. Considering the example, mentioned in section 4.1, it is often easy to check the analogy by abstracting. Thus, "check German language skills" as well as "check English language skills" can be abstracted to "check national language skills" in that context.

5.3 Definition

In the definition phase, the characteristics of a reference matching in context of a particular evaluation or application scenario are specified. This specification is based on the ideas introduced in the prior section and thus, explains what a matching should represent. The definition phase leads to more clarity concerning ill-structured decision problems, which therefore become well-structured. A concrete definition in the context of a sample evaluation scenario is given in section 6.

5.4 Criteria

Generally, the meaning of a statement is considered as its sense. There are several different possibilities to reach a general acceptance on the intended sense of a statement, which can be distinguished. Accepting a statement as true by consensus means the possibility to reach an unconstrained consensus solely based on arguments. In contrast to that, a statement can be accepted as true, if it agrees with facts of the real world, thus, it can be observed. Moreover one could regard truth as coherence within a system of statements. All these possibilities are considered as criteria for a particular match and may be meaningful in different contexts. It is also possible to combine these criteria. E. g. a match is considered as correct, if a consensus is reached on it, but it must also be coherent in the system of the whole reference matching. It depends on the scenario, which solution is being selected. However, we present some thoughts, which can be used for selecting the most suitable criteria.

As the systems of statements changes with different models, which can lead to different interpretations of truth, it can be hard keeping coherence within a reference matching. Nevertheless coherence is an important criterion in general, especially in the context of process model matching. In case of a homogenous system of statements, this criterion might be very helpful.

An examination of statements may often be unpractical in context of high level business process models, as these are only restricted representations of reality. If the process model is detailed enough for observing the process in real world, the assignment of that criterion may be meaningful.

In many contexts, the consensus seems being suitable, whereby the accepted matches should be coherent in the whole. This criterion can be applied in terms of reference matching development, if the involved experts have the knowledge to assess models or schemas and their elements adequately. Thus, experts must have detailed knowledge on the processes in general and on the meaning of the containing node (labels) to decide about the correctness of a match related to a matching definition.

Nevertheless we presented criteria for establishing a reference matching in a particular context, we argue, that adequate and generally accepted criteria are still missing.

6 Application Scenario

To illustrate the presented guidelines, we prepared a sample scenario based on the models analyzed in section 4 with a focus on the different university admission processes. The objective is to generate a reference model in an inductive manner, based on the given individual models.

Idea. In terms of collecting the possibilities on how to match, we generally use the proposed ideas in section 5.2. As the available business process models are EPCs, we adapt the constructs to our data material. Thus, we consider the constructs *functions*, *events*, *connectors* and *edges.* Further adaptions are not necessary.

Definition. In order to inductively generate a reference model for university admissions based on a set of given individual models, we are interested in both, the needed activities and the structure of the different processes. Therefore functions and connectors are focused, the other EPCs constructs will not be matched. One characteristic of an inductively developed reference model is an abstraction from details. Thus, it is important to know the objective of particular activities, while the detailed action is of minor importance. This means, that facts are being matched, if they are equivalent in objective respectively have an analogue meaning. Against that background, concatenations are allowed as well, since it is possible to match model fragments (node blocks) which have the same objective in the whole but are different in detail.

Criteria. Reference models are high level in general, which is especially founded in their generalization. Therefore it is hard to observe particular aspects in real world. This leads to the decision accepting a match as correct, if a set of domain experts reach a consensus on it. Moreover, a particular match must be coherent in terms of the whole reference matching.

Considering the illustration of specific issues in section 4.1 in context of our matching scenario, it is much easier to decide for or against the presented alternatives. Following the guidelines leads to a definition of the context, which makes ill-structured decision problems on how to match process models more well-structured. The mentioned scenario shows the high dependency of a reference matching on the context in terms of a concrete scenario, whereby the characteristics of a definition can

differ in an extensive manner. Against that background the given example should not be understood as a final solution for this specific matching problem, but as one possibility.

7 Conclusion

The paper at hand brought several findings to the light. In contrast to the recent literature, we recognized, that the only generally accepted reference matching does not exist for two process models. If single matches lead to ill-structured decision problems, there is no solution for a reference matching, as it is not possible to reach a consensus about a matching. In case of well-structured decision problems there is a reference solution, but not only one solution. In fact, a reference matching always depends on further assumptions, derived from concrete evaluation or application scenarios. Thus, depending on the scenario definition and the criteria of accepting a match as correct, there may be several reference matches.

That is also grounded in the finding, that a reference matching does not exist until its establishment. As neither necessary nor sufficient criteria are specified in the matching definition and since we detected, that the unproblematic deduction of a generally accepted reference matching it not possible in most cases, it must be given by an external resource, e. g. a set of experts. This leads to the result, that a reference matching does not exist a-priori, but ex-post to its establishment.

We also brought to the light, that there are many challenges establishing an accepted reference matching. We analyzed these challenges and proposed some guidelines containing the three phases *idea*, *definition* and *criteria* to support the development of reference matches in context of individual evaluation scenarios. We explicitly point out, that these guidelines, especially the presented *ideas* are only an assistance supporting that task and do neither constitute a final solution for the problem, nor impose the demand on completeness. Therefore, the guidelines should be discussed in the community and further developed in future work.

8 Literatur

[1] Becker, M., Laue, R. (2012): A comparative survey of business process similarity measures. Computers in Industry 63, 148-167

[2] Bellahsene, Z., Bonifati, A., Duchateau, F., Velegrakis, Y. (2011): On Evaluating Schema Matching and Mapping. In: Bellahsene, Z., Bonifati, A., Rahm, E. (eds.) Schema Matching and Mapping, pp. 253-291. Springer, Berlin, Heidelberg

[3] Cayoglu, U., Dijkman, R., Dumas, M., Fettke, P., Garcia-Banuelos, L., Hake, P., Klinkmüller, C., Leopold, H., Ludwig, A., Loos, P., Mendling, J., Oberweis, A., Schoknecht, A., Sheetritt, E., Thaler, T., Ullrich, M., Weber, I., Weidlich, M. (2013): The Process Model Matching Contest 2013. 4th International Workshop on Process Model Collections: Management and Reuse (PMC-MR'13), Beijing

[4] Dijkman, R., Dumas, M., van Dongen, B., Käärik, R., Mendling, J. (2011): Similarity of business process models: Metrics and evaluation. Information Systems 36, 498-516

[5] Euzenat, J., Shvaiko, P. (2007): Ontology Matching. Springer-Verlag New York, Inc.

[6] Evermann, J. (2009): Theories of meaning in schema matching: An exploratory study. Inf. Syst. 34, 28-44

[7] Houy, C., Fettke, P., Loos, P., van der Aalst, W., Krogstie, J. (2011): Business Process Management in the Large. Business & Information Systems Engineering 3, 385-388

[8] Kunze, M., Weske, M. (2013): Methods for Evaluating Process Model Search. In: 4th International Workshop on Process Model Collections: Management and Reuse (PMC-MR'13), pp. 1-12.

[9] Piazza, F. (2010): Data Mining im Personalmanagement: Eine Analyse des Einsatzpotenzials zur Entscheidungsunterstützung. Gabler

[10] Rahm, E., Bernstein, P.A. (2001): A survey of approaches to automatic schema matching. International Journal on Very Large Data Base 10, 334-350

[11] Van Rijsbergen, C.J. (1979): Information Retrieval. Butterworth-Heinemann

[12] Weidlich, M., Dijkman, R., Mendling, J. (2010): The ICoP Framework: Identification of Correspondences between Process Models. In: Pernici, B. (ed.) Advanced Information Systems Engineering: 22nd International Conference, CAiSE 2010, LNCS 6051, pp. 483-498. Springer, Berlin, Heidelberg

A Genetic Algorithm for the Inductive Derivation of Reference Models Using Minimal Graph-Edit Distance Applied to Real-World Business Process Data

Alexander Martens, Peter Fettke, Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: alexander.martens@iwi.dfki.de

Abstract

Business process management has become an important topic and a subject of lively discussion, especially the conceptual modeling of business processes. This task is time-consuming and the outcome depends strongly on the mindset of the designer. Meanwhile, recent research is focusing on inductive reference modeling, especially based on minimal graph-edit distance. In contrast to related work, this innovative approach operationalizes reference models as an abstract model that can be transformed in a minimal number of steps towards individual business process models. The formulated optimization problem of minimal graph-edit distance is approximated using a variant of genetic algorithms. The method is applied to relevant real-world examples of individual business process models to evaluate inductive reference model development following evolution strategies. Therefore, the presented approach is implemented prototypically as proof-of-concept, and thus proves its practical usage.

1 Introduction

1.1 Motivation

Business Process Management (BPM) has become an important topic and a subject of lively discussion, especially the conceptual modeling of business processes. BPM provides important concepts, methods and techniques for the organizational practice, e.g. different languages for business process modeling. In general, individual models are developed to document and analyze business processes, e.g. for the purpose of process optimization [19]. The modeling task is time-consuming and the realized value of the result depends strongly on the mindset of the process designer. Among other reasons, that is why the trend within organizations is going into the direction of reusing existing practices as a reference for the design process in order to save costs and to assure a higher quality of one's own individual business process models [3]. Therefore, reference models are an important topic that is still being discussed and researched.

Reference modeling approaches can either follow the deductive or inductive development strategy [12]. While deductive development is based on general theories, the inductive modeling is based on consolidation of real-world business process data. Beside the described use case of optimizing the modeling process within one organization by having a reference model at hand, the inductive reference model development might be of great use in other current problem fields as well. The harmonization of business processes that are typically behind of individual business process models, evolving as output of controlled modeling from different perspectives and point of views of different employees for example is one interesting use case. Another one is the analysis of discrepancies between different business processes within the same application domain, which is also supported by reference model mining. So far, research has mainly focused on the deductive strategy, and only partially on the inductive one. Furthermore, no consistent definition of the reference model terminology exists, although a common understanding in the reference modeling community has developed into the direction of universal applicability and reusability as most important characteristics [2], [12], [28].

- Universal applicability: A reference model has to be valid for as many organizations as possible within the same domain, which were not necessarily considered during the inductive development process.
- Reusability: A reference model has to be adapted to individual models describing the same business process in as few modeling steps as possible.

These characteristics lead to positive economic benefits [2], increasing modeling effectiveness and efficiency, resulting in cost and time reduction [3]. Motivated by the unused potential of the inductive strategy, the relevance for a systematic method to operationalize reference models is given. This fact is addressed by the following work that can be classified as design science research [18].

1.2 Problem statement

Given individual business process models as input, each model is considered as directed graph. The input data is required to consist of several real-used and proven business processes of satisfying quality, modeled in the same modeling language, preferably with SESE regions to simplify recombination. It is assumed that business process models add up to a representative selection, including as many variants as available of business processes out of the same application domain in order to represent profound data. For example, the individual models can be acquired by professional

service firms (e.g. strategic consulting companies) among different organizations. The presented method integrates over this set of individuals in order to find a reference model similar to the variants by definition, using a genetic algorithm for solving the classical NP-hard [14] optimization problem of minimal graph-edit distance (GED) between the reference model and all individual models, proven by the reduction to the travelling salesman problem. No special optimization procedure exists, so that a general method has to be applied to obtain an approximated solution. This strategy of finding an abstract model is opposed to the integration of the individual models into some kind of super-model. The minimal graph edit distance [13] is defined as the minimal number of operations to transform one graph into another. Valid operations are the insertion, substitution and deletion of nodes and edges. In general, the problem belongs to the class of NP-complete problems [31] due to the underlying mapping problem. Regarding this problem, it is assumed in this paper that the mapping between the nodes of two different graphs is given a priori. Identical nodes are identified by identical labels or defined as gold standard, provided for example in form of a map file to the algorithm. Evolutionary algorithms [16] are initialized by an initial population of individuals in a first generation. A genetic algorithm belongs to the classical variants of evolutionary algorithms, being the closest ones to the paradigm of the biological evolution in the sense of terminology and methodology. It provides a framework for solving optimization problems. The variant described in this paper is designed for the application to real-world business process data.

This paper is organized as follows: After a survey of recent related work (section 2), the calculation of graph-edit distance as fitness function is introduced (section 3). Then, an overview of the entire optimization process is presented, describing each component of the genetic algorithm in detail (section 4). Afterwards, the results of the method are shown and evaluated (section 5), applied to real-world examples of business processes. Furthermore, the overall approach is discussed (section 6) and findings are concluded based on the results (section 7). Finally, future work is exposed, addressing the current limitations of the method in relation to the requirements and assumptions (section 8).

2 Related work

In recent research, especially the graph-edit distance has been applied to inductive reference model development approaches. Ardalani et al. [1] demonstrate a heuristic method, defining a minimal cost of change function based on minimal graph-edit distance. The reference model is iteratively developed by using this function in order to match the underlying individual business process models. Compared to our approach, we have formulated the problem as optimization problem, approximated by the powerful concept of genetic algorithms, not limiting the possible solution in the way it is constructed. In general, genetic algorithms are easy to extend and generally applicable without the need of making assumptions about the optimization problem itself. That is the reason why more and more genetic algorithms are considered for modeling and optimization purposes. For example Genetic Process Mining (GPM) tries to derive processes based on logs [7]. Chang et al. [6] and Gen et al. [15] apply genetic algorithms for project management purposes to solve resource planning, network model and optimization problems. Yahya et al. [30] have used first genetic algorithms for the inductive derivation of reference models. However, the fitness function is defined by proximity distance measure based on incoming and outgoing edges of nodes. The proposal in this paper, making use of GED to measure the similarity, is more evident as operationalization. Also, the results suffer from the fact that no business process language for modeling is used. The application to real-world examples and the evaluation thereof are missing.

Instead of using genetic algorithms, related work tries to generate reference models based on other heuristic methods and metrics. Li et al. [23] present a cluster-driven approach that encompasses a reference model out of business process variants, minimizing its average distance to the variants. Necessary preconditions restrict the application to block-structured models. Simulated-annealing approaches (cf. [26], [29]) divide the individual models first into isomorphic sub-graphs. Subsequently, relative frequencies are calculated for each sub-graph to determine the sub-graphs together with an abstraction parameter, thus incorporating the sub-graphs into the reference model. In contrast to that, genetic algorithms maintain a pool of solutions rather than one. Other recent research activities are going into the direction of generic algorithms for automatic merging of two business process models in order to build a union, comprising the behavior of both [22]. The instrumentation of such generic algorithms allows abstraction-based inductive reference model development using elimination and aggregation as operations upfront (cf. [25]), which is not required by the application of our method.

In the research area of pattern recognition, the introduction of finding a graph that is a pattern for a set of others by means of a genetic algorithm is known as median graph computation problem. The concept is introduced in [20] based on graph-edit distance as similarity measure, but defined differently in comparison to our definition (cf. section 3). This work brings first together genetic algorithms with GED, but applied in different variations and research areas. In [10], [24] the problem is motivated from biological imaging application and other biomedical applications. Nevertheless, the concept is inspiring this work, but adapted to the application to real-world business process models as another variant, dealing with their characteristics in order to find a reference model. Apart from different problem fields, the calculation of median graphs varies especially in applied optimization methods. A reduction of complexity is tried to be achieved in [11] by embedding graphs in vector space instead of using genetic algorithms, where the median graph is computed based on graph-edit distance, applied to biological image analysis. The question for the right optimization method is supported by a comparison of genetic algorithms and a combinatorial solution [5].

Overall, this presented algorithm differs from existing methods in different aspects regarding design of genetic operations, graph-edit-distance calculation, initial population initialization and internal graph representation, even though the concept is not a wholly new idea. The novelty of this paper lies more in the application and evaluation of genetic algorithms as global optimization solver for the optimization problem of minimal graph-edit distance in the sense of inductive reference model operationalization as an important part of conceptual business process modeling. The specifics are identified and discussed. As proof-of-concept, the application of the prototypical implementation to individual business process models is validated with the aim of determining a valid reference model. Thus, the practical usage is demonstrated.

3 Graph-edit distance

Business process models like event-driven process chains (EPCs) are representable as directed graph structures, underlying certain syntactic rules. In general, a graph consists of a set of nodes and a set of edges, each edge connecting two nodes. In the context of business process models, different types of nodes and edges exist, e.g. in EPCs a node represents an event or function, implicating a different meaning. A widely-accepted similarity measure for graph comparison is the minimal GED [4]. The similarity is defined by the number of edit operations necessary to transform one graph into another. Insertion, deletion as well as substitution of nodes and edges are possible edit operations [8].

Combinations of these edit operations allow the splitting of a node into two nodes and the combination of two nodes into a single one. The calculation of GED requires a mapping between nodes and edges in both graphs. In a general graph, the problem of finding such a mapping, minimizing the GED, is NP-complete. But independent of the used modeling language, business process models describe a process flow, represented as directed graph, inducing a pre-defined order of nodes. Starting at the root nodes of two process models, subsequent nodes are successively integrated extending breadth-first-search (BFS). It ends up with a heuristic one-to-one mapping, based on the plausibility that nodes closer to the start of a process should be mapped to nodes closer to the start of the other process. A reasonable trade-off between complexity and precision is in the main focus. Given two graphs $G_1 = (V_1, E_1)$ and $G_2 = (V_2, E_2)$, this greedy algorithm allows us to find an approximate solution for this mapping problem under a reasonable trade-off between complexity and precision. The method is separated into two phases. First, the nodes that occur only once in a business process model are considered. Afterwards, the nodes occurring multiple times complete the mapping as possible. For example, in many EPC models the same operator is used multiple times and events and functions can occur in different control flow branches. In equation 1 the node mapping function is specified.

$$\mathrm{map}(v_1) = \begin{cases} v_2 & \text{if } \mathrm{label}(v_1) = \mathrm{label}(v_2), v_1 \in V_1, v_2 \in V_2 \\ \text{undefined} & \text{else} \end{cases} \quad (1)$$

Finally, the mapping of an edge $(u, v) \in E_1$ is established, if either map(u) or map(v) are undefined or if $(\mathrm{map}(u), \mathrm{map}(v)) \in E_2$. Unmapped nodes and edges are regarded as inserted or deleted, because they appear only in one of both graphs. In case a node is neither inserted nor deleted, it is substituted [8] and the incident edges are preserved. This concludes that no edit operation is necessary, as defined by term *subv*, under the condition that the mapped nodes are identical. Let *sn* be the set of inserted or deleted nodes, *se* be the number of inserted or deleted edges and let *sim* be a function that assigns a similarity score to a pair of nodes. Then, the GED similarity measure (see equation 2) is defined as follows (cf. [9]), gained directly from the number of graph edit operations that are needed to transform one graph into another, given the underlying mapping of nodes and edges a priori.

$$\mathrm{GED}_{\mathrm{sim}} = 1 - \frac{\mathrm{snv} + \mathrm{sev} + \mathrm{subv}}{3} \quad (2)$$

$$\mathrm{snv} = \frac{|\mathrm{sn}|}{|V_1| + |V_2|} \quad (3)$$

$$\mathrm{sev} = \frac{|\mathrm{se}|}{|E_1| + |E_2|} \quad (4)$$

$$\mathrm{subv} = \frac{2\sum_{v_1 \in V_1, \mathrm{map}(v_1) = v_2} 1 - \mathrm{sim}(v_1, \mathrm{map}(v_1))}{|V_1| + |V_2| - |\mathrm{sn}|} \quad (5)$$

4 Genetic algorithm

Evolutionary algorithms [16] are a class of stochastic-heuristic optimization methods that are based on principles of biological evolution. Instead of problem-specific heuristics, these algorithms are universal and the flow of single steps can be applied to many different kinds of problems. An important advantage in comparison to traditional optimization methods is that evolutionary algorithms do not make any assumptions about the optimization problem itself, resulting in better approximated

solutions. The type of evolutionary algorithms closest in terms of terminology and methodology to biological evolution are genetic algorithms. Evolutionary algorithms are able to solve also non-linear or discontinuous problems, but the computing time is comparatively high and unpredictable.

```
Input: n individual business process models P = {I_1, ..., I_n}
Output: a reference model R
initialP ← deep copy of P;
forall the individual I ∈ P do
    updateFitness(I);
end
threshold ← 0.05 * getOverallFitness(P);
while getOverallFitness(P) does not converge or getOverallFitness(P) >
threshold do
    random selection of a pair (U,V) ∈ P;
    get (U',V') as a deep copy of (U,V);
    crossover(U',V');
    get (U",V") as a deep copy of (U',V');
    mutation(U");
    mutation(V");
    T ← {U,V,U',V',U",V"};
    replace (U,V) in P with fittest pair (U*,V*) ∈ T;
    check and remove duplicates in P;
    updateFitness(U*);
    updateFitness(V*);
end
return fittest individual R ∈ P;
```

Algorithm 1: geneticReferenceModelMining(P)

```
Input: n individual business process models P = {I_1, ..., I_n}
Output: Σ_{k=1}^{n} fitness value of I_k
overallFitness ← 0;
forall the individual I ∈ P do
    overallFitness ← overallFitness + fitness value of I;
end
return overallFitness;
```

Algorithm 2: getOverallFitness(P)

```
Input: individual business process model I_k(1 ≤ k ≤ n)
fitness ← 0;
forall the individual J ∈ initialP do
    fitness ← fitness + GEDsim(I,J);
end
set fitness value of I equal to fitness;
```

Algorithm 3: updateFitness(I)

Figure 1: Genetic algorithm for inductive reference model derivation in pseudo-code

The focus regarding the variant design of genetic algorithms lies mainly on the internal representation of individuals, the initialization of the first generation, the specifically tailored functionality of genetic operations and the selection criterion as well as selection process of individuals from generation to generation. Given a set P of individual business process models as input, the described genetic algorithm in figure 1 integrates over the individual models in order to find inductively a reference model, minimizing the overall graph-edit distance. The function that has to be minimized is called fitness function, assigning to each individual a fitness value. The individual business process models represent the initial population of size n, building up the first generation as possible reference model candidates that are evolved during the algorithm to better solutions. Beginning with the first generation, in each iteration a pair $(X, Y) \in P$ is randomly selected and the genetic operations crossover and mutation are applied sequentially. The random function is influenced by the fitness values of every individual in the sense that the probability for selecting a specific individual decreases quadratically from strongest to weakest fitness, showing a positive effect on the results. The crossover operation determines randomly one node in graph X and Y out of single-entry single-exit regions (SESE). SESE [21] is defined for a node x when:

- node x dominates a node y in a directed graph (an ordered edge is connecting x and y) if every path from start to y includes x.
- node y post-dominates a node x in a directed graph (an ordered edge is connecting y and x) if every path from y to end includes x.
- every cycle containing x also contains y and vice versa.

SESE fragments representations of business process models (e.g. EPCs) into connected, control-independent sub-graphs with one control flow entry as well as one control flow exit without back-edges, entering or exiting the region. In general, nodes which are start or end nodes of SESE regions are unique points for splitting graphs in multiple sub-graphs in order to exchange those parts between graphs during the crossover operation. Here, the graphs X and Y are split in an upper and a lower part

at such two points. The tail of X^{upper} is connected to head of Y^{lower} and the tail of Y^{upper} is connected to head of X^{lower}. In the case that no SESE fragments can be identified depending on the business process modeling language, the identification of the first connected component starting BFS downwards at the randomly selected node enables also the splitting into two independent graph components with discrete set of nodes and edges in the end. But, it is necessary to define and follow a set of rules, which is increasing the complexity of recombination. Given a mutation probability, the mutation operation is applied or not. During mutation process, two nodes are randomly defined and exchanged, or one node is deleted randomly. The mutation fulfills the purpose of overcoming local optima in order to find a global one. Both operations are designed independently from a concrete modeling language by definition on the graph structure as abstraction layer, but syntactical correctness of the outcome is assured by general rules, valid for all modeling languages. Furthermore, these probabilistic operations allow the growth of new individuals forming the next generation, but only the fittest ones survive. This process is repeated until the termination criteria are fulfilled. The solution of the optimization problem is found in the fittest individual within the final generation that is defined as the individual with the minimal graph-edit distance to all other individuals.

The designed algorithm (see figure 1) has to fulfill the following requirements:

- Correctness: In economics, many different kinds of business process modeling languages exist. A very common example, where this paper is exemplary based on, are EPCs that are representable as directed graphs with different node types – events followed by functions. In addition, logical operators like AND, OR or XOR are available, connecting two branches of a business process. Based on this example, it is evident that syntactical correctness is important and has to be satisfied for resulting reference models. The correctness is not destroyed whatever the different modeling languages of the different business process models as input of the algorithm, because the structural order and flow of nodes of different types are preserved by applying operations only to nodes of the same type. The deletion of nodes only takes place if there is a clear predecessor and successor node. In this exceptional case, the structural order of different node types can be destroyed, but the automatic correction is done in a post-processing step in dependency of the modeling language.
- Efficiency: The complexity of real business process models is generally high due to a large number of entities, having a strong impact on runtime and memory consumption. In computer science, different data structures for representing graphs are possible. These structures are different in runtime complexity regarding the implementation. The efficient handling of the genetic operations requires a data structure that enables efficient structural graph transformations and the storage of business process model metadata information, e.g. the type of a node. In our implementation, a pointer structure of modeled objects is used instead of a simple adjacency matrix.

5 Evaluation

5.1 Software prototype

The described algorithm is prototypically implemented in the Java programming language and integrated in a self-developed application within our research group, providing the functionality of loading business process models that are represented in a common XML-based interchange format as for example EPC Markup Language (EPML) or ARIS Markup Language (AML). For the implementation of the algorithm itself, only the JAMA library (http://math.nist.gov/javanumerics/jama) is re-used for calculative purposes. The algorithm is

iteratively executed until a state of convergence is reached. In a definable interval of iterations, a snapshot of the current population is taken and the final iteration is visually presented as result in a multiple business process model viewer. It is possible to jump back to every stored snapshot in between in order to be displayed in the mentioned user interface. One of the most important key factors for the relevance of the result is the verification of the implementation to assure that it is working in a correct manner without hidden bugs. Therefore, certain software features for the purpose of analysis are required. So, the essential algorithmic steps are made traceable and transparent in order to enable intensive and profound method testing. First, the evolution from generation to generation is verifiable, because the application of genetic operations on the selected individuals is highlighted by color coding the node where a crossover or a particular mutation takes place during every iteration. For example, the correctness of crossover can be checked, while comparing the resulting graphs with the initial ones, shown on demand in the multiple business process model viewer functionality for each generation. Secondly, the underlying mapping that is used as foundation for graph-edit distance calculation between two individuals is stored in the background. In the integrated mapping viewer (see figure 2), those mappings are made visible. Mappings are identified by different colors. The white color is reserved for unmapped nodes. Matching nodes are additionally listed in a table in the right area of the window. An accurate mapping is the main and most important requirement for the correct calculation of the GED. Because of formulating the optimization problem based on the GED as fitness function, the correct and exact calculation has to be verified, apart from the correct implementation of the genetic operations.

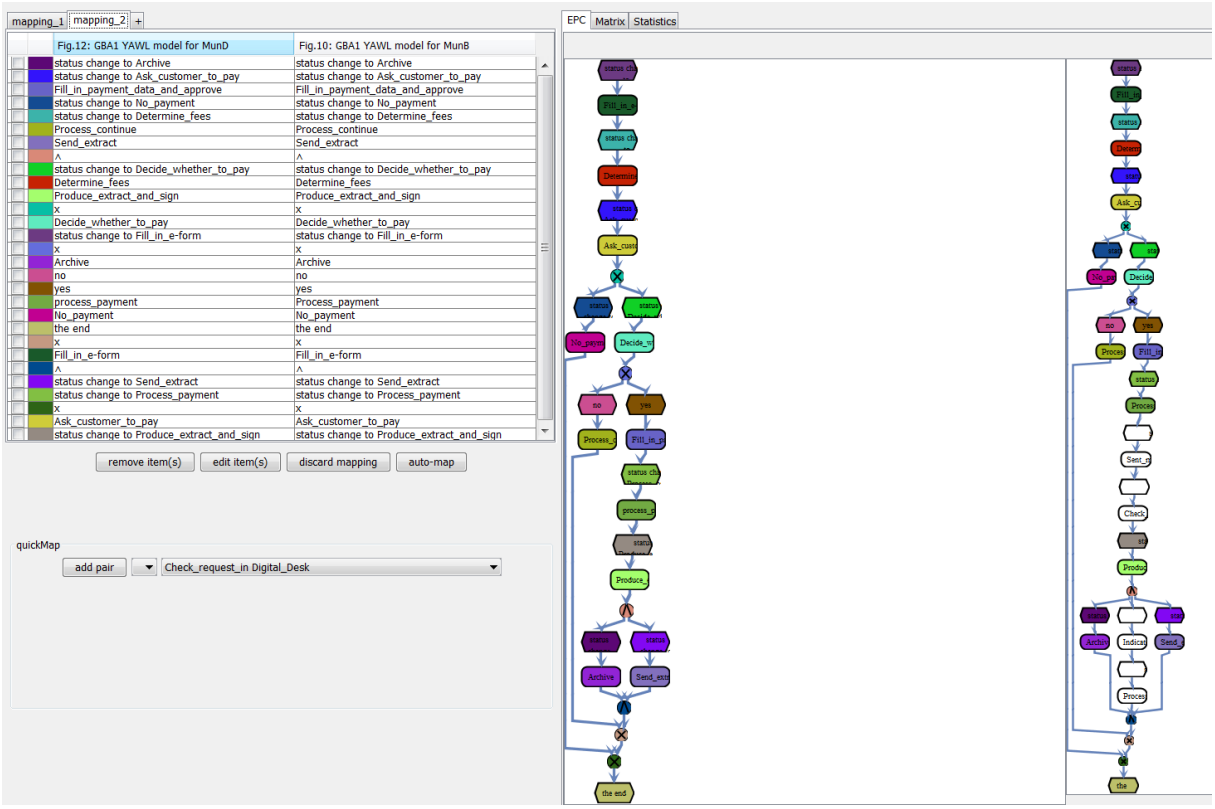


Figure 2: Viewer for the underlying mapping of graph-edit distance calculation

5.2 Scenarios

The evaluation of the described approach is following two different strategies, based on the same real-world business process data set. Within the CoSeLoG project, Vogelaar et al. [27] retrieved 80 business process models (8 different business processes for 10 Dutch municipalities). The GBA1 business process is used as input for the different evaluation scenarios.

- Scenario 1: In a first step, the first variant R* describing the GBA1 business process of the Dutch municipality A is used to generate 20 variants by inserting, deleting and exchanging model elements by a certain probability in order to obtain a diverse synthetic data set of business process models. In a second step, the resulting models are provided as input to the algorithm, deriving inductively a reference model. It is expected that the generated reference model R has to be similar to the GBA1 variant R*, served as pattern for the automatic variant generation. In this scenario, the average number of nodes is 26 and the average number of edges 29. In average, the execution time is below two hours and the number of iterations between 5,000 and 10,000.
- Scenario 2: The 10 individual variants of the GBA1 business process are integrated into one reference model. The generated reference model R is evaluated against a manually developed reference model R* by hand of two independent designers that were separated locally from each other while modeling without knowing the result of the described algorithm and discussing about the modeling task upfront. Afterwards, the different modeled versions have been reasonably merged into a single model based on discussions. While designing the reference model by hand, different practices are possible for creating a reference model. On one side, only the matching nodes and edges can be considered in order to build up a reference model. On the other side, the incorporation of all nodes into some kind of super-model is also a possibility. The compromise on this choice is the selection of nodes that occur with a given probability. The designers followed this way, but in addition, nodes that seemed to be of high importance for the overall process have also been integrated even with a low occurrence. Finally, the result was reviewed and classified as plausible representative. In this scenario, the average number of nodes is 33 and the average number of edges 31. In average, the execution time is below one hour and the number of iterations up to 5,000.

5.3 Measures

For a successful evaluation, meaningful and appropriate measures have to be defined. The most obvious measure is the calculation of the GED between the generated reference model and the expected result, in terms of the distance to the Pareto front. A high GED similarity value within the interval [0, 1] indicates a good result. In the research field of information retrieval, precision and recall are the standard measures for the understanding of relevance. In this paper, the main question is how relevant the obtained reference model is compared to the expected one. This is the reason why it makes sense to transfer these measures as noted in equation 6 and equation 7 from information retrieval area towards the use case of retrieving reference models.

$$\text{precision} = \frac{|R^*| \cap |R|}{|R|} \tag{6}$$

$$\text{recall} = \frac{|R^*| \cap |R|}{|R^*|} \tag{7}$$

In equation 8 the F-measure is defined and interpreted as weighted average (harmonic mean) of precision and recall, rating the accuracy of the retrieved reference model. The values of these measures lie in the interval [0, 1]. A higher value indicates a more relevant and accurate result.

$$F = \frac{2 * \text{precision} * \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \tag{8}$$

5.4 Results

In general, it is difficult to provide a formal proof on the whole purpose of a method. That is the reason why in this paper the presented approach is being evaluated against the following three points:

- Requirements: The stated requirements in section 4 - correctness and efficiency - are fulfilled. The result shows that the reference model is following the event-driven process chain specification. The runtime of the algorithm in order to generate a reference model is in a reasonable relation to the number of individual models. The generation is possible in real-time. This makes the method relevant for practical usage.
- Example of use: The algorithm is applied three times to a different number of different variants. The different relevant evaluation measures are calculated and consolidated as average values in table 1, supported by the visual evaluation of the results that compares the designed to the generated reference model. The numbers do not indicate a significant difference in the comparison of both scenarios. The evaluation was performed on today's standard hardware (Intel Core i7 vPro 2,3 GHz processor, 16 GB RAM) under Windows 7 64-bit version and Java Runtime Environment 7 64-bit version.
- Proof-of-concept: A software prototype implements our method to simulate, iteration-based, the on-going development of the initial towards the final population in detail. The single steps are traceable and transparent.

		Event	Function	Operator	All
Scenario 1	GED	0,73	0,70	0,40	0,65
	Precision	0,89	0,88	0,50	0,81
	Recall	0,62	0,58	0,33	0,55
	F-measure	0,73	0,70	0,40	0,65
Scenario 2	GED	0,78	0,86	0,40	0,74
	Precision	0,82	0,90	0,50	0,80
	Recall	0,75	0,82	0,33	0,69
	F-measure	0,78	0,86	0,40	0,74

Table 1: Comparison of the described scenarios based on different evaluation measures

6 Discussion

The proposed idea in this paper operationalizes a reference model as an abstract model that can be transformed in as few steps as possible in as many practices as possible by different edit operations, because it is constructed on the idea of having a minimal graph-edit distance to all individual business process models. It is implicitly assumed by applying the GED that the least common denominator of individual models qualifies as a reference model, which is not necessarily describing a best practice

for any organization within the same domain. It may even be the case for a specific organization that only a minority of individual business processes is efficient and effective. More or less, a common practice is developed, which serves as a universally applicable and reusable reference model, helping designers to develop new individual business process models for their organizations based on a representative mindset. The least common denominator as common practice, integrating valid business process variants, referring to the same process, allows this conclusion. In the opposite, a super-model as reference model would provide some form of a superset, providing a large solution space for derived and customized business process models, but cluttering a designer's mindset and preventing him from developing and applying his own creative ideas. Beginning the modeling task given a common practice as template opens up space for extensions while being guided in order to design appropriate business process models for specific organizations in an efficient and effective way. Apart from that, the availability of reference models, based on individual sets of validated business process models, will increase the quality of newly designed processes. However, the availability of high-quality individual business process models [23] or alternative process execution logs [17] as solid foundation is necessary for realizing those advantages.

Discussing the minimal GED calculation leads us to the strongly connected underlying matching problem. An optimal mapping is nothing but an equivalence relation, defined on the set of nodes and edges, minimizing the GED between two graphs. A priori, it has to be satisfied that the individual business processes fit together regarding application domain, forming a representative selection for a common practice. Different similarity measures for establishing such an equivalence relation exists. Behavioral similarity is induced by this representative business process selection upfront, and it is assumed as given that the process flows fit together. Semantic similarity can be considered by embedding linguistic background knowledge a priori. For syntactical similarity, different possibilities exist for quantifying similarity among different labeled nodes. But, regardless how the mapping is determined at the end, the validity and meaningfulness with respect to the application of the GED do not depend on the underlying matching problem.

7 Conclusion

In this paper, we have presented an approach for the inductive development of reference models based on individual business processes. We have compared our approach to other relevant inductive development methods and other related concepts. Furthermore, it is implemented in a software prototype that allows the validation of the algorithm as well as the evaluation of the results. The evaluation is based on real-world business process data and real reference standards, but the evaluation of the results by subject matter experts is still pending. In comparison to that, the validity of the evaluation in this paper is quite low. Nevertheless, the results (cf. section 5.4) show that this innovative conceptual idea in the area of inductive reference model development is promising, even though several mentioned requirements and assumptions have to be fulfilled (cf. section 1.2). In our example in section 5, substitution as one of the possible edit operations (cf. section 3) does not occur, because the mapping between nodes is based on identical labels. That is why the term *subv* is equal to zero in our example by definition of the GED similarity measure in section 3, leading to equality of F-measure and GED similarity measure calculation in this special case (see table 1).

8 Future work

This research is based on the design science paradigm with focusing on evaluating the developed artifact. Involving the target group of subject matter experts in the area of business process modeling for example is stated not to be part of this paper, but is one of the most important next steps. This will be beneficial in terms of underlining the relevance of the described problem as well as having a vast influence on the evaluation itself. Another important step is to address the requirements and assumptions (cf. section 1). In the future, the integration of latent semantics into the existing genetic algorithm framework is an interesting idea in order to avoid the necessary of a priori defined one-to-one mappings by embedding linguistic background knowledge, e.g. the usage of dictionaries, to discover similarities. Also, the introduction of a preceding, cluster-driven analysis is taken into consideration in order to satisfy a greater robustness concerning non-representative selections of individual models. Another point is the extension and improvement of genetic operations. Furthermore, the actual fitness function could be combined with other metrics, and the way how to set up the initial population plays an essential role in evolutionary algorithms. Another direction of extending the current approach is to reduce the complexity of the problem by projecting it in a low-dimensional space under the condition that real-world process data is suitable. It is also a common strategy in other research areas.

9 Literature

[1] Ardalani, P; Houy, C; Fettke, P; Loos, P (2013): Towards a minimal cost of change approach for inductive reference process model development. Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems (ECIS).

[2] Becker, J; Knackstedt, R (2004): Referenzmodellierung im Data-Warehousing – State-of-the-Art und konfigurative Ansätze für die Fachkonzeption. Wirtschaftsinformatik 1: 39-49.

[3] Becker, J; Meise, V (2011): Strategy and Organizational Frame. In: Becker, J; Kugeler, M; Rosemann, M (eds.), A Guide for the Design of Business Processes, Springer, Berlin: 91-132.

[4] Becker, M; Laue, R (2012): A comparative survey of business process similarity measures. Computers in Industry 63(2): 148-167.

[5] Bunke, H; Münger, A; Jiang, X (1999): Combinatorial search versus genetic algorithms: A case study based on the generalized median graph problem. Pattern Recognition Letters 20(11-13): 1271-1277.

[6] Chang, CK; Christensen, J; Zhang, T (2001): Genetic algorithms for project management. Annuals of Software Engineering 11: 107-139.

[7] De Madeiros, AL (2006): Genetic Process Mining. PhD Thesis, Technical University Eindhoven.

[8] Dijkman, R; Dumas, M; García-Banuelos, L (2009): Graph matching algorithms for business process model similarity search. In: Dayal, U; Eder, J; Koehler, J; Reijers, HA (eds.), Proceedings of the Business Process Management, LCNS 5701, Springer, Berlin: 48-63.

[9] Dijkman, R; Dumas, M; van Dongen, B; Käärik, R; Mendling, J (2011): Similarity of business process models: Metrics and evaluation. Information Systems 36(2): 498-516.

[10] Ferrer, M; Karatzas, D; Valveny, E; Bardaji, I; Bunke, H (2011): A generic framework for median graph computation based on a recursive embedding approach. Computer Vision and Image Understanding 115: 919-928.

[11] Ferrer, M; Valveny, E; Serratosa, F; Riesen, K; Bunke, H (2010): Generalized median graph computation by means of graph embedding in vector spaces. Pattern Recognition 43(4): 1642-1655.

[12] Fettke, P; Loos, P (2007): Perspectives on Reference Modeling. In: Fettke, P; Loos, P (eds.), Reference Modeling Business Systems Analysis, Idea Group Hershey: 1-20.

[13] Gao, X; Xiao, B; Tao, D; Li, X (2009): A survey of graph edit distance. Pattern Analysis & Applications 13(1): 113-129.

[14] Garey, MR; Johnson, DS (1990): Computers and Intractability; A Guide to the Theory of NP-Completeness.

[15] Gen, M; Cheng, R; Lin, L (2008): Network Models and Optimization Multiobjective Genetic Algorithm Approach, Springer, London.

[16] Gerdes, L; Klawonn, F; Kruse, R (2004): Evolutionäre Algorithmen: genetische Algorithmen – Strategien und Optimierungsverfahren – Beispielanwendungen, Vieweg, Wiesbaden.

[17] Gottschalk, F; van der Aalst, WMP; Jansen-Vullers, MH (2008): Mining Reference Process Models and Their Configurations. In: Meersman, R; Tari, Z; Herrero, P (eds.), On the Move to Meaningful Internet Systems – OTM 2008 Workshops, LNCS 5333, Springer, Berlin: 263-272.

[18] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1): 75-105.

[19] Hung, RYY (2006): Business process management as competitive advantage: a review and empirical study. Total Quality Management & Business Excellence 17(1): 21-40.

[20] Jiang, X; Münger, A; Bunke, H (2001): On median graphs: properties, algorithms, and applications. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 23(10): 1144-1151.

[21] Johnson, R; Pearson, D; Pingali, K (1994): The program structure tree: computing control regions in linear time. PLDI '94 Proceedings of the ACM SIGPLAN 1994 conference on Programming language design and implementation 29(6): 171-185.

[22] La Rosa, M; Dumas, M; Uba, R; Dijkman, R (2010): Merging Business Process Models. In: Meersman, TSD; Herrero, P (eds.), Proceedings of the International Conference on Cooperative Information Systems, LNCS 6426, Springer, Berlin: 96-113.

[23] Li, C; Reichert, M; Wombacher, A (2010): The Minadept Clustering Approach for Discovering Reference Process Models out of Process Variants. International Journal of Cooperative Information Systems 19(3-4): 159-203.

[24] Mukherjee, L; Singh, V; Peng, J; Xu, J; Zeitz, MJ; Berezney, R (2007): Generalized Median Graphs: Theory and Applications. IEEE 11th International Conference on Computer Vision: 1-8.

[25] Rehse, JR; Fettke, P; Loos, P (2013): Eine Untersuchung der Potentiale automatisierter Abstraktionsansätze für Geschäftsprozessmodelle im Hinblick auf die induktive Entwicklung von

Referenzprozessmodellen. In: Alt, R; Franczyk, B (eds.), Proceedings of the 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik: 1277-1291.

[26] Song, W; Liu, S; Liu, Q (2008): Business Process Mining Based on Simulated Annealing. The 9th International Conference for Young Computer Scientists: 725-730.

[27] Vogelaar, JJCL; Verbeek, HMW; Luka, B; van der Aalst, WMP (2012): Comparing Business Processes to Determine the Feasibility of Configurable Models: A Case Study. In: Daniel, F; Barkaoui, K; Dustdar, S (eds.), Business Process Management Workshops, Lecture Notes in Business Information Processing 100, Springer, Berlin: 50-61.

[28] Vom Brocke, J (2003): Referenzmodellierung – Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen, Logos, Berlin.

[29] Wegener, L (2005): Simulated Annealing Beats Metropolis in Combinatorial Optimization. Proceedings of 32nd International Colloquium on Automata, Languages and Programming, LCNS 3580, Springer, Berlin: 589-601.

[30] Yahya, BN; Bae, H; Bae, J; Kim, D (2012): Generating Valid Reference Business Model using Genetic Algorithm. International Journal of Innovative Computing, Information and Control 8: 1463-1477.

[31] Zeng, Z; Tung, AKH; Wang, J; Feng, J; Zhou, L (2009): Comparing Stars: On Approximating Graph Edit Distance. Journal Proceedings of the VLDB Endowment 2: 25-36.

Erweiterung des Aachener PPS-Modells um Aspekte von Handelsunternehmen zur einheitlichen Beschreibung von Verbrauchsgüter-Supply-Chains

Günther Schuh

FIR e. V. an der RWTH Aachen, 52074 Aachen, shu@fir.rwth-aachen.de

Theo Lutz

FIR e. V. an der RWTH Aachen, 52074 Aachen, lu@fir.rwth-aachen.de

Research in Progress Paper

Abstract

Volatilitäten in Beständen, Bestellmengen und Produktionslosgrößen stellen Verbrauchsgüter-Supply-Chains vor große Herausforderungen. Auto-ID-Technologien wie RFID sollen helfen, diese zu reduzieren. Dieser Beitrag beschreibt eine Erweiterung des Aachener PPS-Modells um Aufgaben und Prozesse von Handelsunternehmen, wodurch alle Unternehmen entlang einer solchen Supply-Chains einheitlich beschrieben werden können. Anhand eines solchen Modells soll später identifiziert werden, wie unterschiedliche Auto-ID-Technologien die Robustheit von Verbrauchsgüter-Supply-Chains gegenüber Volatilitäten beeinflussen.

1 Einführung und Problemstellung

Verbrauchsgüter sind Produkte des täglichen Bedarfs wie Lebensmittel, die nur einer kurzen, häufig einmaligen Nutzung unterliegen und mit hoher Frequenz verkauft werden [18], [11]. Verbrauchsgüter-Supply-Chains sind geprägt von großer Produktvielfalt, hoher Umschlagshäufigkeit und starkem Wettbewerb (vgl. [4]). Dieses Umfeld führt zu hohen Anforderungen an die Lieferfähigkeit und zu Unsicherheiten in der Planung, welche beispielsweise durch teils hohe Sicherheitsbestände in allen Stufen der Lieferkette kompensiert werden sollen. Zudem schwanken Bestellmengen, Losgrößen und Bestände entlang der Supply-Chain. In der Praxis wird immer wieder diskutiert, ob diese Probleme durch einen verstärkten Technologieeinsatz gemildert werden können. Besonderes Potenzial wird Auto-ID-Technologien wie Radiofrequenzidentifikation (RFID) und dem verstärkten Austausch von Planungs- und Bestandsdaten zugeschrieben (vgl. [5], [6]). Neben Automatisierung und Bestandsreduktion soll dadurch vor allem die Robustheit der Supply-Chain gegenüber Einflüssen erhöht werden, welche Instabilitäten entlang derselben erzeugen. Unter Robustheit wird hier die Eigenschaft der Supply-Chain verstanden werden, auf sie einwirkenden Veränderungen ohne strukturelle Anpassung standzuhalten [20]. Die Autoren von [8] sehen Robustheit, zusammen mit Reaktionsfreude und Widerstandsfähigkeit, als eine der drei wesentlichen Eigenschaften erfolgreicher Supply-Chains. Vor diesem Hintergrund ist die Frage zu klären, wie die Nutzung der verschiedenen Auto-ID-Technologien wie RFID und serialisierter oder unserialisierter Barcodes auf Ebene von einzelnen Artikeln, Umverpackungen oder Paletten die Robustheit von Verbrauchsgüter-Supply-Chains beeinflusst. Hierzu bedarf es zunächst eines Modells zur einheitlichen Beschreibung der relevanten Prozesse der Unternehmen entlang einer Verbrauchsgüter-Supply-Chain. Dieser Beitrag widmet sich diesem Aspekt, indem er eine Erweiterung des Aachener Produktionsplanungs- und -steuerungs (PPS)-Modells als Referenzmodell für die Produktionsplanung und -steuerung produzierender Unternehmen um eine Beschreibung der relevanten Aufgaben und Prozesse von Handelsunternehmen vorstellt. Später sollen anhand des einheitlichen Prozessmodells diejenigen Prozesse identifiziert werden, in denen Auto-ID-Daten generiert oder verwendet werden. Für diese Prozesse soll beschrieben werden, wie sich die Nutzung unterschiedlicher Auto-ID-Technologien auswirkt und welcher Einfluss sich auf die Robustheit der Verbrauchsgüter-Supply-Chain ergibt.

Dazu werden zunächst in Abschnitt 2 die wichtigsten inhaltlichen und formalen Anforderungen an eine Beschreibung der Unternehmen in einer Verbrauchsgüter-Supply-Chain diskutiert und in Abschnitt 3 das Aachener PPS-Modell und das Handels-H-Modell kurz vorgestellt. Die Erweiterung erfolgt in Abschnitt 4 mit einer Beschreibung der Vorgehensweise bei der Erweiterung und der Identifikation der wesentlichen Aufgaben und Prozesse des Handels-H-Modells. Abschnitt 5 fasst die Ergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf die oben beschriebenen nachfolgenden Schritte.

2 Anforderungen

Den Ausgangspunkt zur Beantwortung der oben beschriebenen Fragestellung soll eine einheitliche Beschreibung aller Unternehmen entlang einer Verbrauchsgüter-Supply-Chain bilden. Anhand der Beschreibung sollen diejenigen Prozesse identifiziert werden können, in welchen Auto-ID-Daten entstehen und verwendet werden. Das Modell muss daher operative logistische Prozesse und operative Planungsprozesse sowohl von unterschiedlichen produzierenden Unternehmen als auch von Handelsunternehmen so beschreiben können, dass die Unterschiede zwischen diesen Unternehmen abgebildet werden. Gleichzeitig muss von der konkreten Ausgestaltung im Unternehmen abstrahiert werden, um die Allgemeingültigkeit für die Verbrauchsgüterindustrie zu wahren.

Im Bereich der formalen Anforderungen sind vor dem Hintergrund der Anpassung eines Referenzmodells vor allem die Forderung nach Reliabilität, Validität und Utilität methodischer Verfahrens- und Konzeptentwicklung (vgl. [10], [16]) und die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) [2] zu berücksichtigen. Entsprechend der Forderung der Utilität, welche auch wesentliche Anforderungen der GoM abdeckt [12], soll sich die Übertragung auf zentrale Bestandteile der Modelle durch die Fokussierung auf Kernaufgaben und die wichtigsten Verzweigungen und Verknüpfungen zwischen den Modellbestandteilen beschränken.

3 Das Aachener PPS-Modell und das Handels-H-Modell

Existierende Modelle (unter anderem [15], [17], [3], [13]) beschreiben entweder nur produzierende Unternehmen oder Handelsunternehmen in der Supply-Chain oder sind in der Darstellung von Prozessen nicht spezifisch genug. So ist es beispielsweise mit dem SCOR-Modell [17] zwar möglich, eine vollständige Supply-Chain zu beschreiben, die Unterschiede zwischen den einzelnen Unternehmen lassen sich durch die Generalisierung des Modells jedoch nur bedingt abbilden. Die „Supply Chain Planning Matrix“ [13] bildet Prozesse in der Phase „Supply Chain Planning“ ab, jedoch nicht die benötigten Prozesse der „Supply Chain Execution“ Phase. Das Aachener PPS-Modell [15] und das Handels-H-Modell [3] beschreiben die wesentlichen Aufgaben und Prozesse, auch in Bezug auf zentrale IT-Systeme. Sie betrachten aber entweder nur produzierende Unternehmen oder nur Handelsunternehmen. Diese beiden Modelle sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

Das Aachener PPS-Modell ist ein Referenzmodel der Auftragsabwicklung produzierender Unternehmen (vgl. [9]). Es beschreibt in der Aufgabensicht, der Prozessarchitektursicht, der Prozesssicht und der Funktionssicht Aspekte der PPS aus unterschiedlichen Perspektiven [15]. In der Aufgabensicht werden die wesentlichen Aufgaben der PPS und der Auftragsabwicklung festgehalten und in Netzwerkaufgaben, Kernaufgaben und Querschnittsaufgaben gegliedert [15]. Die Prozessarchitektursicht dient der „Verteilung und Koordination von Prozessen und Prozesselementen“ auf Produktionsnetzwerkebene [15]. Die Aufgaben der Aufgabensicht werden in der Prozesssicht detailliert. Dazu werden die vier Auftragsabwicklungstypen Auftragsfertiger, Rahmenauftragsfertiger, Variantenfertiger und Lagerfertiger gebildet, und deren spezifische Prozessabläufe in Anlehnung an DIN 6601 dargestellt [15]. Zur Unterstützung der Auswahl von ERP-Systemen werden schließlich in der Funktionssicht Funktionen beschrieben, welche im Sinne funktionaler Anforderungen den Lösungsumfang von IT-Systemen bestimmen können [15]. Durch die Detaillierung der Auftragsabwicklungsprozesse und die Ausgestaltung dieser Prozesse je Auftragsabwicklungstypen ist das Aachener PPS-Modell geeignet, die produzierenden Unternehmen in einer Verbrauchsgüter-Supply-Chain hinreichend genau zu beschreiben. Handelsunternehmen können in der aktuellen Version jedoch nicht abgebildet werden.

Das Pendant zum PPS/ERP-System produzierender Unternehmen ist in Handelsunternehmen das Warenwirtschaftssystem (vgl. [3]). Es enthält „die warenorientierten dispositiven, logistischen und abrechnungsbezogenen Prozesse für die Durchführung der Geschäftsprozesse eines Handelsunternehmens“ [3]. Diese sind im „H“ des Handels-H-Modells abgebildet, welches den namensgebenden Kern des Modells bildet. In den drei Beschreibungssichten Funktion, Daten und Prozesse beschreibt das Modell wesentliche Bestandteile der Funktionsbereiche Beschaffung, Lagerung und Distribution sowie der indirekten Funktionsbereiche [3]. In der Funktionssicht werden die Funktionsbereiche und ihre Unterfunktionen über Funktionsdekompositionsdiagramme beschrieben. Die Datensicht strukturiert die von den Funktionen verwendeten Datenobjekte in Form

von Entity-Relationship-Modellen. Die Abläufe in den Funktionen werden in der Prozesssicht über ereignisgesteuerte Prozessketten dargestellt. Im Vergleich zum Aachener PPS-Modell ist diese Beschreibung der Prozesse wesentlich detaillierter. Das Handels-H-Modell deckt gemäß seiner Zielsetzung nur die Beschreibung von Handelsunternehmen ab. Wie in Abschnitt 4 gezeigt wird, lassen sich die Sichten beider Modelle aufeinander abbilden. Das Handels-H-Modell bietet daher eine gute Ausgangsbasis für die Erweiterung des Aachener PPS-Modells.

Im Folgenden wird zunächst die Vorgehensweise bei der Erweiterung des Aachener PPS-Modells beschrieben und danach auf die ermittelten Aufgaben und Prozesse eingegangen.

4 Erweiterung des Aachener PPS-Modells

Die Vorgehensweise bei der Erweiterung des Aachener PPS-Modells um Aufgaben und Prozesse von Handelsunternehmen ist in Abbildung 1 dargestellt. Sowohl das Handels-H-Modell, als auch das Aachener PPS-Modell sind in verschiedene Sichten aufgeteilt. Die Funktionsbereiche des Handels-H-Modells erfüllen einen ähnlichen Zweck wie die Aufgabensicht des Aachener PPS-Modells. Beide beschreiben die wesentlichen Aufgaben, die im Unternehmen zu erfüllen sind. Aus den Funktionen werden zu Fokussierung zunächst die Kernaufgaben von Handelsunternehmen bestimmt (1) und damit die Aufgabensicht erweitert. Dazu wird die Definition von Kernaufgaben im Aachener PPS-Modell auf die Funktionen des Handelsunternehmens angewendet. Danach werden die Kernaufgaben detailliert, indem aus den Teilfunktionen der Funktionsdekompositionsdiagramme grobe Abläufe der Auftragsabwicklungsprozesse modelliert werden (2). Diese werden Mithilfe der Prozessbeschreibungen des Handels-H-Modells detailliert (3). Hier werden auch Verknüpfungen zwischen den Kernaufgaben abgebildet.

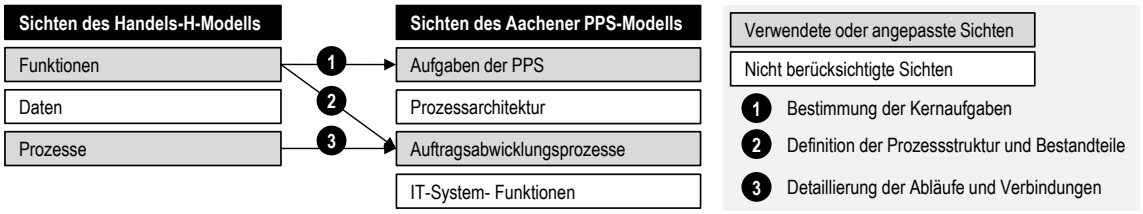


Abbildung 1: Sichten der Modelle und Vorgehensweise bei der Erweiterung

4.1 Handelskernaufgaben

Das Aachener PPS-Modell definiert als Kernaufgaben „sämtliche Aufgaben des eigentlichen Produkterstellungsprozesses, die einen direkten Fortschritt im Produktionsprozess erzeugen“ [15]. Eine ähnliche Bedeutung haben in Handelsunternehmen die Funktionen, welche direkt zum Verkauf der Ware beitragen. Einkauf und Marketing sind eher planerischer und vorbereitender Natur zu sehen und unterstützen den Verkaufsprozess, anstatt aktiv zu ihm beizutragen. Diese beiden Funktionen bestimmen wesentlich die Beziehung zu Lieferanten und zum Kunden und legen das Sortiment fest. Durch ihren vorbereitenden Charakter werden sie aber nicht als Kernaufgaben verstanden. Ebenfalls nicht zu den Kernaufgaben gehören die eher der Finanzbuchhaltung zuzuordnenden Funktionen der Rechnungsprüfung, Fakturierung, Kreditorenbuchhaltung und Debitorenbuchhaltung. Einen direkten Einfluss auf den Warenwirtschaftsprozess leisten jedoch die Funktionen Disposition, Wareneingang, Lager, Verkauf und Warenausgang. In Abbildung 2 sind diese Kernaufgaben des Handelsunternehmens zusammen mit den Kernaufgaben produzierender Unternehmen dargestellt.

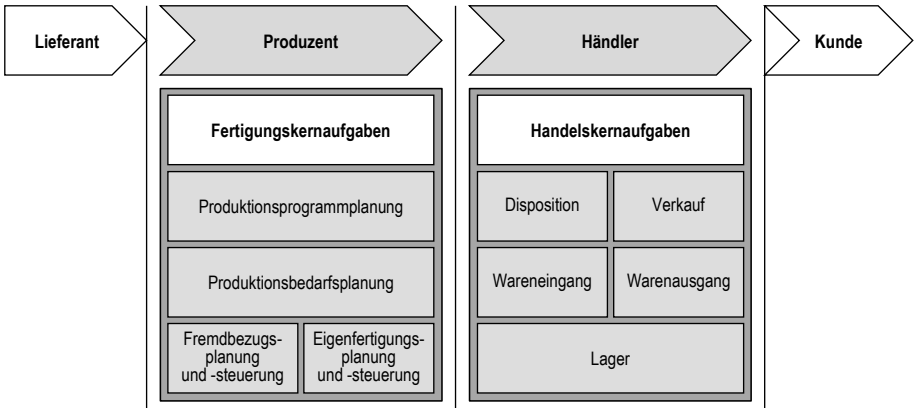


Abbildung 2: Kernaufgaben von produzierenden Unternehmen und Handelsunternehmen

Insbesondere die Disposition zeigt starke Ähnlichkeit zur Fremdbezugsplanung und –steuerung im Aachener PPS-Modell. In beiden wird bestimmt, welche Ware in welchem Umfang wann bestellt wird. Im Wareneingang wird Ware vom Lieferanten entgegen genommen und vereinnahmt. Der Kernprozess Lager sorgt für die Erfassung und Bewertung von Warenbewegungen im Handelsunternehmen und der Steuerung des Lagers. Im Vergleich zum Aachener PPS-Modell kommt dem Lagerprozess bei Handelsunternehmen als Kernprozess eine deutlich stärkere Bedeutung zu. Der Verkauf unterscheidet sich bei unterschiedlichen Handelsunternehmen stark, deckt aber im Wesentlichen die Bearbeitung von Anfragen und Aufträgen ab. Daran anschließend wird im Warenausgang der Warenabgang entweder direkt in der Handelsfiliale erfasst und abgewickelt oder im Fall von Belieferungen die Bestellung kommissioniert, Touren geplant und Ware ausgeliefert. Die Kernaufgaben decken damit den gesamten Weg der Ware durch das Handelsunternehmen ab, angefangen beim Bezug der Ware bis zum Abschluss des Verkaufs.

4.2 Prozesse

Prozesse sind „inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten“ [1]. Demensprechend können aus den Funktionsdekompositionsdiagrammen des Handels-H-Modells Prozesse abgeleitet werden, indem die Reihenfolge der Bearbeitung der Teilfunktionen als Prozessschritt festgelegt wird. Damit kann die Verbindungen zwischen den einzelnen Prozessschritten definiert werden. Abbildung 3 zeigt eine exemplarische Prozesslandkarte für eine Supply-Chain.

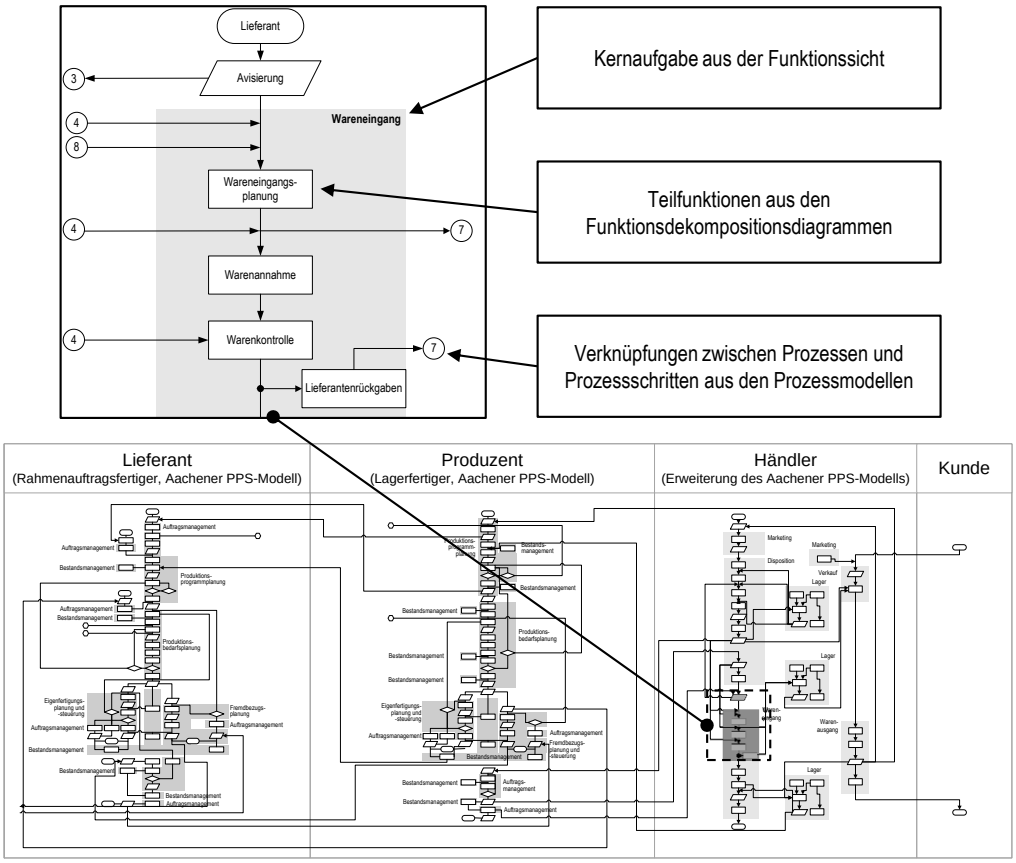


Abbildung 3: Ausschnitt der Kernaufgabe Wareneingang im Kontext einer Supply-Chain aus Lieferant, Händler und Produzent

Sie besteht aus einem Handelsunternehmen (basierend auf dem Handels-H-Modell), einem Produzenten (hier ein Lagerfertiger des Aachener PPS-Modells) und einem Lieferanten (hier ein Rahmenauftragsfertiger des Aachener PPS-Modells). Dabei stellen die grauen Kästen die oben genannten Kernprozesse dar. Im vergrößerten Ausschnitt ist der Kernprozess Wareneingang detailliert dargestellt. Erkennbar sind die Querverbindungen zwischen einzelnen Prozessen, welche im vergrößerten Ausschnitt über Nummern dargestellt sind. Nachdem eine Lieferung avisiert wurde, erfolgt in der hier dargestellten Handelskernaufgabe Wareneingang zunächst die Wareneingangsplanung, welche dafür zusätzlich Bestelldaten (Verbindung vier) und Lieferdaten (Verbindung acht) nutzt. Das Ergebnis wird über die Handelskernaufgabe Lager beispielsweise in den Verkauf weitergereicht (Verbindung sieben). Unter Verbindung drei ist eine Verbindung zwischen dem Wareneingang und der Disposition dargestellt. Hier werden Informationen über avisierte Lieferungen genutzt, um nach der Bedarfsrechnung die richtigen Bestellmengen zu bestimmen. Ebenfalls in Abbildung 3 erkennbar sind die Verbindungen zu den anderen Unternehmen in der Supply-Chain. So können beispielsweise Abverkaufszahlen des Händlers verwendet werden, um beim Produzenten einen besseren Forecast des Absatzes zu berechnen, wodurch die Produktionsplanung optimiert werden kann. Je nach verwendeter Technologie können auch Liegezeiten von Ware oder der Effekt von Sonderaktionen besser gemessen werden. Die geplanten Absatzzahlen können dann dem Lieferanten als Eckdaten für den Rahmenauftrag dienen. Als zweites Beispiel können Bestellungen des Händlers genannt werden, welche in der Disposition generiert werden. Sie gehen beim Produzenten im Auftragsmanagement ein, werden dort bearbeitet und dann ausgeliefert, um dem Wareneingangsprozess des Händlers zugeführt zu werden

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde dargestellt, wie das Aachener PPS-Modell mithilfe des Handels-H-Modells so erweitert werden kann, dass Kernaufgaben und zugehörige Prozesse der unterschiedlichen Unternehmen in einer Verbrauchsgüter-Supply-Chains abgebildet werden können. Die Kernaufgaben von Handelsunternehmen können über die Funktionssicht des Handels-H-Modells bestimmt werden, die Detaillierung in Form von Prozessbeschreibungen erfolgt über die Funktions- und die Prozesssicht.

Im nächsten Schritt werden für die relevanten Prozessschritte Einflüsse beschrieben, die sich durch die Nutzung von Auto-ID-Technologien auf Artikel, Umverpackung oder Palette ergeben. Für diese wird der Einfluss auf die Robustheit der als Regelkreis interpretierten Supply-Chain [vgl. 19] bestimmt. Die Planungsprozesse repräsentieren den Regler, der so ausgelegt werden muss, dass der Regelkreis möglichst robust gegenüber äußeren Einflüssen ist. Es können mehrere Faktoren, wie unter anderem Totzeiten (vgl. [7], [21], [14]), identifiziert werden, die regelungstechnisch auf die Robustheit wirken.

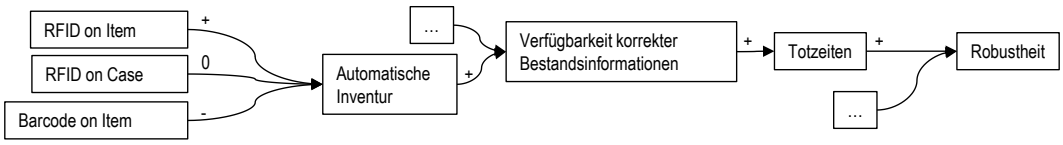


Abbildung 4: Exemplarische Wirkungskette technologischer Auswirkungen auf die Robustheit

Totzeiten beim Erkennen von Bestandsabweichungen können beispielsweise durch die RFID-basierte automatisierte Inventur reduziert werden (vgl. Abbildung 4). Über Wirkungsketten wird der Einfluss der unterschiedlichen Technologieausprägungen dargestellt und beurteilt, um Gestaltungsempfehlungen für den Einsatz von Auto-ID-Technologien geben zu können.

6 Danksagung

Dieser Beitrag wurde im Rahmen des Projekts Smart.NRW erarbeitet. Es wird gefördert im Rahmen des Operationellen Programm für NRW im Ziel „Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung“ 2007–2013. Das Programm wird vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) „Investition in unsere Zukunft“ ko-finanziert.

7 Literaturverzeichnis

[1] Becker, J, Kahn, D (2008): Der Prozess im Fokus. In: Becker, J (Hrsg), *Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung.* Springer, Berlin.

[2] Becker, J, Rosemann, M, Schütte, R (1995): Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. Wirtschaftsinformatik, 37(5):435–445.

[3] Becker, J, Schütte, R (2004): Handelsinformationssysteme. Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 2. Auflage. Redline Wirtschaft bei Verl. Moderne Industrie, Frankfurt am Main.

[4] Bock, D, Weingarten, U, Laforsch, M, Langemann, T, Breithor, T (2003): Studie Supply Chain Collaboration 2003. Unternehmensübergreifende Zusammenarbeit. KAT International AG, Bremen.

[5] Dejonckheere, J, Disney, SM, Lambrecht, MR, Towill, DR (2004): The impact of information enrichment on the Bullwhip effect in supply chains: A control engineering perspective. EURO Young Scientists, 153(3):727–750.

[6] Delen, D, Hardgrave, BC, Sharda, R (2007): RFID for Better Supply-Chain Management through Enhanced Information Visibility. Production and Operations Management, 16(5):613–624.

[7] Hale, JK (1977): Theory of functional differential equations. 2. Auflage. Springer, New York.

[8] Klibi, W, Martel, A, Guitouni, A (2010): The design of robust value-creating supply chain networks: A critical review. European Journal of Operational Research, 203(2):283–293.

[9] Luczak, H, Eversheim, W (Hrsg) (2001): Produktionsplanung und -steuerung. 2. Auflage. Springer-Verlag, Berlin u. Heidelberg.

[10] Nachreiner, F (1997): Grundlagen naturwissenschaftlicher Methodik in der Arbeitswissenschaft. In: Luczak, H, Volpert, W, Müller, T (Hrsg), *Handbuch Arbeitswissenschaft.* Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

[11] Placzek, TS (2007): Optimal shelf availability. Analyse und Gestaltung integrativer Logistikkonzepte in Konsumgüter-Supply chains. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.

[12] Rhensius, T (2010): Typisierung von RFID-Anwendungen. Diss., RWTH Aachen.

[13] Rohde, J, Meyr, H, Wagner, M (2000): Die Supply Chain Planning Matrix. PPS Management, 5(1):10–15.

[14] Schoen, GM (1995): Stability and Stabilization of Time-Delay Systems. Diss, ETH Zürich.

[15] Schuh, G (Hrsg) (2006): Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. 3. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

[16] Sprung, L, Sprung, H (1984): Grundlagen der Methodologie und Methodik der Psychologie. E. Einf. in d. Forschungs- u. Diagnosemethodik für empir. arbeitende Humanwiss. Dt. Verl. d. Wiss, Berlin.

[17] The Supply Chain Council, Inc. (2012): SCOR: The Supply Chain Reference. Revision 11.0. Supply chain Council, Inc.

[18] Trommsdorff, V (2004): Konsumentenverhalten. 6. Auflage. Kohlhammer, Stuttgart.

[19] Werner, H (2008): Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 3. Auflage. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden.

[20] Wieland, A, Wallenburg, CM (2012): Dealing with supply chain risks: Linking risk management practices and strategies to performance. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 42(10):887–905.

[21] Xu, S, Lam, J (2003): Robust stability for uncertain discrete singular systems with state delay. Asian Journal of Control, 5(3):399–405.

Teilkonferenz: CSCW & Social Computing

Die Teilkonferenz ‘CSCW & Social Computing’ adressiert Herausforderungen bei der Entwicklung, Einführung und Evaluation von Informationssystemen zur Unterstützung der Zusammenarbeit in Teams, Communities und sozialen Netzwerken. Die Unterstützung menschlicher Arbeit durch Informationssysteme setzt ein hinreichendes Verständnis für technologische Entwicklungen einerseits und die Arbeitspraktiken der angestrebten Nutzer andererseits voraus. Aus diesem Grund wird bei Kooperationssystemen von soziotechnischen Systemen gesprochen, die eine integrierte Betrachtung des organisatorischen, psychologischen, soziologischen, betriebswirtschaftlichen und technischen Hintergrundes notwendig machen.

Traditionell wird die Teilkonferenz vom Leitungsgremium der gleichnamigen GI-Fachgruppe organisiert. Mit der Hilfe eines 34-köpfigen Programmkomitees konnten auf Basis von 66 Reviews 13 der eingereichten 31 Beiträge angenommen werden, darunter zwei „research in progress“. 8 Beiträge waren unter Vorbehalt angenommen worden und wurden daraufhin von den Autoren nochmals mit erheblichem Aufwand überarbeitet. Die Annahmequote von ca. 42% ist im Vergleich zu den CSCW-Teilkonferenzen der vergangenen MKWIs nahezu unverändert.

Die Beiträge wurden in 4 Sessions mit je drei Präsentationen (Nutzen & Messung, Collective Intelligence, Ideas & Sharing, Design) und eine Session mit einer Präsentation und einem einstündigen Panel zugeordnet.

Dezember 2013

Alexander Richter, Angelika C. Bullinger-Hoffmann

(Teilkonferenzleitung)

Lowering Knowledge Boundaries through Collaboration Technology: A Problem Identification

Marc Marheineke

HHL Leipzig Graduate School of Management, Center for Leading Innovation and Cooperation, 04109 Leipzig, E-Mail: marc.marheineke@hhl.de

Hagen Habicht

HHL Leipzig Graduate School of Management, Center for Leading Innovation and Cooperation, 04109 Leipzig, E-Mail: hagen.habicht@hhl.de

Kathrin M. Möslein

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für BWL insb. Wirtschaftsinformatik 1, 90403 Nürnberg, E-Mail: kathrin.moeslein@wiso.uni-erlangen.de

Research in Progress Paper

Abstract

Within communities knowledge is shared regularly. Although today's communities can rely on sophisticated collaboration technologies, the sharing of knowledge remains impeded by different social mechanisms. Removing impediments that originate from different understandings between knowledge exchanging individuals has been called boundary management by Carlile. Boundary management can be supported by the use of specific objects. We investigate collaboration technology as shared object within an organizational knowledge community. In this sense, collaboration technology is conceived as a means to support the spanning of knowledge boundaries. This research-in-progress proposes a design science research (DSR) approach. It aims for designing and evaluating IT-based shared objects which effectively lower boundaries of knowledge sharing. First empirical findings suggest that a collaboration technology that offers a shared space for communication and exchange can provide fruitful support in contexts where syntactic and semantic boundaries prevail. Hence, the design task for CT as shared object in organizational knowledge communities should focus on lowering syntactic and semantic knowledge boundaries.

1 Introduction

Organizations are with no doubt becoming more complex and organizational units are often globally distributed. For that reason collaboration technologies are needed to cope with the challenges of complexity and distribution. Collaboration technologies provide tools, mechanisms and structures to support the exchange and interaction of geographically dispersed employees [8]. However, existing research points out that structures of technology-in-practice are dependent on social interaction [18]. In a similar vein, Orlikowski [18] inverted the focus from technology adaption (artifacts) to social interactions (technology-in-practice).

The rise of collaboration technologies (CT) for social interaction marks the advent of virtual communities. People voluntarily collaborating and thereby leveraging modern technology are referred to as communities [26]. These communities often reside within the firm and are specific social structures that aims for vivid knowledge sharing [6,13]. According to Wenger & Snyder, communities are characterized by informally collaborating people who share expertise in at least one particular field and are driven by a joint goal which is related to their shared expertise [26]. In line with Brown and Duguid we conceive knowledge sharing deeply anchored in the organization [7]. Hence, we regard communities sharing knowledge within an organization - organizational knowledge communities - a locus of sharing domain specific knowledge enabled by CT.

Knowledge sharing is a process of transmitting (conveying) information and establishing a shared understanding (converging) between actors. But barriers impede this process. Throughout this paper we examine a shared object that is the mean to transmit information from a knowledge giving person to a knowledge receiving person. By using CT that builds upon a mutually agreement knowledge barriers are exhausted. The used shared object lowers boundaries in a way that sense making [24] through mutually practicing takes place.

The relevance for breaking down barriers is discussed as stickiness of information that induces high cost of knowledge transfer[1] [29]. One reason of stickiness is referred to knowledge that is highly embedded within individual experience [1] or deeply anchored within the organization [9]. As a consequence, we conceive CT as a shared object that interconnects community members to mutually work, learn, and share knowledge.

In order to characterize impediments to the free travel of knowledge in organizations, Carlile coined the notion of "knowledge boundaries" [9]. He argues that the more complex information is, the more difficult its boundless sharing will be. It has been argued that community members coping with this complexity gained a competence for boundary spanning [15,19]. In the light of CT this competence is enabled by artifacts that support collaboration [21]. In this proposal we conceive boundary objects as artifacts community members collaborate with in order to gain a shared understanding and consequently name them "shared objects". Hence, CT can be seen as shared object, providing the environment for activities dedicated to boost the flow of knowledge in organizations across time and space.

Recent work on the importance of multifaceted collaboration [10,15] inspired us to further examine the role of CT as shared object for enhancing knowledge sharing in communities by lowering particular knowledge boundaries. Our research question therefore is:

> *What is the role of CT as shared object in lowering knowledge boundaries in organizational knowledge communities?*

[1] We use knowledge sharing and knowledge transfer interchangeable throughout this paper.

In the remainder of the paper we introduce the core notions of collaboration technology as boundary object, knowledge boundaries, and organizational knowledge communities. Afterwards we outline the problem identification of the Design Science Research (DSR) paradigm along with our intended methodological process. Finally we discuss preliminary findings.

2 Research Design

Focusing on the problem identification phase, this proposal characterizes the reveal of important and relevant business problems and aims for grounding the introduction of a DSR artifact – the suggested shared object. It aims for better understanding impediments to knowledge sharing in a chosen social environment. In particular it focuses on identifying boundaries within organizational knowledge communities as well as ways to overcome those by introducing a shared object. The shared object holds as facilitator to establish shared understandings among collaborating community members. The study follows a two-step research approach. First, a narrative literature review will be presented which reviews current literature on CT, knowledge communities, and knowledge boundaries. Second, the actual situation in the field of application will be explored by means of an interview-based single case study. Altogether both research steps reported in this paper represent the phase of "problem identification". It is the first of the six methodological phases of DSR: *Problem identification, definition of the objectives, design & development, demonstration, evaluation, and communication* (cf. [23]). Since it is planned to develop and test an IT-based artefact (shared object) that enhances organizational knowledge communities, DSR is a suitable method. DSR is a methodology developed in the field of Information System based on the findings of Simon [20].

3 Research Step 1: Literature-based Problem Identification

For the purpose of problem identification, the three core concepts, (1) CT as boundary object, (2) knowledge boundaries, and (3) organizational knowledge communities are reviewed in the light of current literature.

3.1 Collaboration Technology as Shared Object

Past research on CT has shed light on how the task-fit and individual use of technology impact knowledge sharing in groups [8]. In this sense, CT needs to support the conveyance and convergence of information among collaborating humans [11].

Conveyance activities are needed in order to provide collaborating humans with all information necessary for individual understanding. With regard to media, conveyance processes require "the transmission of a diversity of new information *[needed to]* create and revise a mental model of the situation" [11], p. 580. Consequently, CT can support conveyance activities mainly with high reprocessability, rehearsability and high parallel information processing [11].

Convergence activities are necessary for achieving and maintaining shared understandings ("sensemaking" [16,24]) within a group. Concerning media, they require "rapid back and forth information transmission", [11] p. 580. Therefore, whenever community members interact virtually, CT can support convergence activities by allowing rich symbol sets and synchronous communication.

In the present study we focus on the activity of "convergence" [4,11]. Enhancing convergence ultimately fosters knowledge sharing in a community [8]. It is based on the technological support processes of reconciling ambiguity and conflicting meanings [12]. By doing so, CT functions as an

object for spanning knowledge boundaries. More precisely, it functions as a *shared object*, that is, a boundary object which is used *simultaneously* by multiple (geographically dispersed) community members *for establishing shared meanings* [12].

As a result it can be stated that by serving as a shared object, CT can enhance knowledge sharing and diminishes boundaries to knowledge sharing within communities.

3.2 Knowledge Boundaries

In order to understand the role of a shared object for knowledge sharing in communities, the obstacles to sensemaking need to be framed. For this purpose we use Carlile's 3-T framework of knowledge management [8]. It builds on three basic problems of knowledge sharing among individuals, i.e., the problems of differences between individual knowledge stocks, of dependencies between knowledge chunks, and the novelty of knowledge for affected individuals [7].

Syntactic boundaries to knowledge sharing stem from differences in individual knowledge stocks and their capability to process syntax (e.g. 0's and 1's). Common lexica of actors, for instance, transfer information between two knowledge domains. The *transfer* of knowledge is essentially about establishing and updating a shared wording (lexicon). Moreover, unclear differences and dependencies among knowledge chunks as well as the ambiguity of meaning form a second boundary to knowledge sharing (e.g. [12]), called *semantic*. In practice this means actors may interpret (translate) information differently. Accordant boundary spanning focuses on generating and maintaining a shared understanding. With the highest level of novelty boundary spanning generates highest efforts for actors because of, 1) the new knowledge gained and 2) due to the *transformation* of individual's domain specific knowledge. Transform means to overcome a *pragmatic* boundary by negotiating meanings that found on differing interests of the actors. For instance one group strives to build a powerful engine but neglects to compromise the corresponding group's interest of aerodynamics.

The concept of knowledge boundaries provides us with an understanding about how shared objects [9] can lower barriers in the context of knowledge sharing within a community. Moreover, community members that engage in boundary spanning activities (see e.g. [2,23]) further reduce boundaries. As a result and following Carlile, we regard impediments to knowledge sharing in communities to be of a threefold nature: syntactic, semantic, pragmatic.

3.3 Organizational Knowledge Communities

Groups of people who actively shape and contribute to the learning process in organizations have been named "communities of practice" (CoP): *"Groups of people informally bound together by shared expertise and passion for a joint enterprise"* [26]. CoP are seen to be particularly effective in (i) solving problems quickly, (ii) transferring best practices, (iii) developing professional skills, and (iv) helping to recruit and retain talent [26].

Amin and Roberts [1] demonstrate the importance for organizations to build on knowledge formation through CoP. Further on Franke & Shah have shown multiple ways by which communities positively impact the diffusion of innovation within organizations. According to them, community interaction ultimately holds as an indicator of organizational performance [13]. As CoP typically consist of widely spread individuals, they employ easy to use CT [17] to support sensemaking among members. Besides the extensive use of CT, organizational communities differ from formal organizational entities such as teams because of the voluntariness of their contributions to the organizational welfare and the acting upon a common understanding ("shared repertoire") [25]. However, it requires constant effort

to sustain their cognitive foundation in the form of a shared repertoire. Ambiguous as well as competing meanings arise permanently within groups and organizations [24]. As a consequence, reconciling activities need to take place continuously in order to sustain shared understandings [16,24].

Many types of CoP have been described (e.g. virtual communities, strategic communities, innovation communities, communities of interest, learning communities, knowledge communities, [3]). As we regard a community that is highly active in organizational knowledge sharing with widely distributed and intrinsically motivated community members, we name this community "*organizational knowledge community"*. As a result, the activities community members conduct in regards to knowledge boundaries need to be highlighted.

4 Research Step 2: Case Study-based Problem Identification

Based on the literature review of the concepts of, *CT as boundary object, knowledge boundaries, organizational knowledge communities*, a qualitative case study analysis was performed. Qualitative data is derived from semi-structured interviews in a multi-national corporation (MNC) operating in twelve countries with its headquarters based in Germany. The company has a reported revenue of about 680 Mio € in 2012 and a total number of employees of about 6500. We investigated an organizational knowledge community that resides within the firm. Members constantly engage in knowledge intensive boundary spanning activities between Germany and Tunisia. Moreover, knowledge sharing within this community is regularly practiced because of the unequal distribution of problem solving competences within the community. Due to the geographically dispersed setting of the community members knowledge boundaries impede the flow of information regularly. The overarching interest of the interview was phrased as: *"What are the obstacles and drivers in collaborating with colleagues within your organization and in particular with geographically dispersed colleagues?*" In the examined field setting competences in regards to setting up a new production line are mainly located in the German part of the community. However, the community strives to collaboratively set up a production line. Community members are thus dependent on domain specific know-how that resides within the community. We interviewed representatives of both physical "sites" of the community, Tunisians as well as Germans, to derive meaningful data on knowledge sharing. Further questions were raised such as, "*How does the collaboration within and across your unit and with others work?*", "*What barriers occur during daily business within and across your unit?*" We put a focus on boundary spanners and the barriers each interviewee (community member) has to overcome. In total we conducted 18 interviews in German, English and French. The total interviewing time was 15 hours and 24 minutes. All interviews were audio-taped, fully transcribed and analyzed.

Figure 1 depicts the aggregated cognitive map [22] of the preliminary results of the coding process. Labels [5] describe non-interpretively the formed categories (in red). Initially, the categories *boundary spanning activities,* all activities that concern the active sharing within the community, *knowledge boundaries,* barriers that impede the knowledge flow, and *boundary spanning object*, artifacts that support knowledge sharing were deductively coded and suggested based on the literature review. The subsequently performed inductive coding explored additional categories, namely *access to information for boundary spanning,* admittance to all relevant information within the community, *competence to boundary spanning,* self-efficacy to engage with others to share knowledge, and *motivation to learn,* motivation to share knowledge in the community. We chose this *mapping* approach in coherence with

case study analysis [12] and pattern matching [27] to systematically analyze the data and to provide better grounding of construct measures [12]. The new categories are a result of constant comparison of codes and an aggregated form of abstraction. In total the six categories are grounded in 403 quotes. Coding was reviewed by a second person and results were collaboratively discussed.

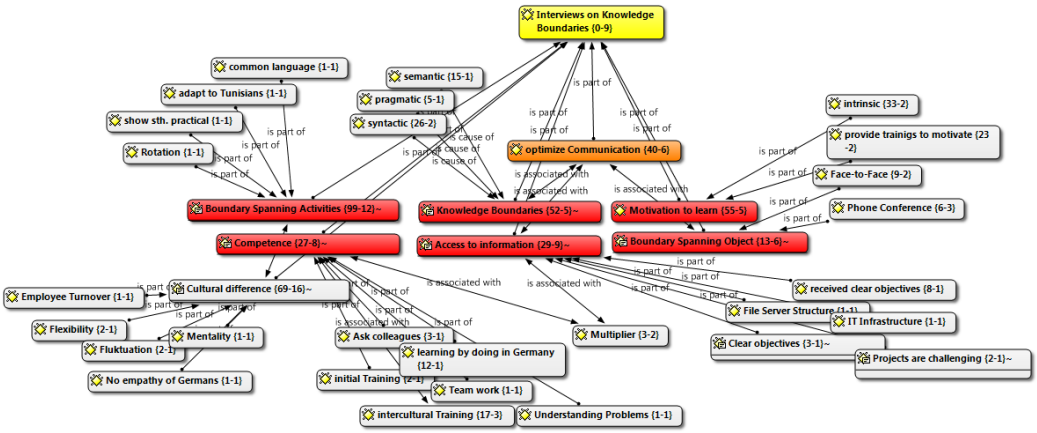


Figure 1: Aggregated cognitive map of the 18 semi-structured interviews (performed using atlas.ti 7)

5 Preliminary Results

This chapter integrates our findings from the narrative literature review and the interview-based case study into comprehensive problem identification. The literature review yielded three fragments of the desired problem identification: (1) the impact of a shared object on knowledge boundaries in general, (2) the specification of knowledge boundaries according to Carlile, and (3) the importance of continuous boundary spanning activities for organizational knowledge communities. It shows the empirical gap of how exactly shared objects lower knowledge boundaries. We use the gathered empirical data to complement our framework. First, our interviews confirm the potential usefulness of shared objects for improving sensemaking. E.g. interviewee I16 stated: *"CAD-drawings and 3D-Models are a foundation to discuss on, currently this solely works with WebEx"(87:87).*

Second, our interview data indicates that knowledge barriers occur in the organization on the three levels of syntax (26 quotes), semantics (15 quotes) and pragmatics (5 quotes). E.g. quotes such as: *"Alright, you know you have to explain it in more detail as you are usually used to, if somebody sits right opposite to you. Sometime one must do a few more visual sketches to transport the meaning"*(I14: 14:65) hinted to the semantic level. Further on besides the few mentions of pragmatic boundaries (5 quotes), we found evidence that they seem to be of minor importance in general. E.g. community members confirm to pursue shared goals: "*yes, we want the people from abroad to reach a certain knowledge level [to perform accordingly]*." (I16 16:57) Hence, we propose to particularly investigate **syntactic** and **semantic boundaries.**

Third, our interviews yield a number of concrete **boundary spanning activities**:*"[…] behaviors intended to establish relationships and interactions with external actors that can assist their team in meeting its overall objectives"* [2] as lowering existing knowledge boundaries. In particular, we found evidence for **competence for boundary spanning** (*"[…] there are three to four people I got to know pretty well in the last eight years. I can get in contact with them and learned to effectively work with them without any big obstacles."* (I16: 120:120), **access to information** (*"[…] communication plays a crucial role for new projects in Tunisia. Regular telephone-conferences and many physical visits in*

Tunisia are necessary to successfully start a production."(I14 14:08), and **motivation to learn** (*"We have people, such as technicians, who learned German. They are deeply engaged to learn German so they are able to communicate [with the mother firm]."(I1 1:3))* to lower existing knowledge boundaries.

Last, numerous quotes suggest particular **boundary objects** for lossless communication: *"Our current tools do not support real-time collaboration. Consequently, I cannot instantly provide my meeting partner with drawings or such things. […] And that is difficult and prone to error"(I14 14:92).* Hence, as both, literature and interviews support each other, we propose that CT-based shared objects such as shared online whiteboards diminish knowledge boundaries. Figure 2 displays our suggested research framework and how the (to be designed) shared object effects knowledge boundaries.

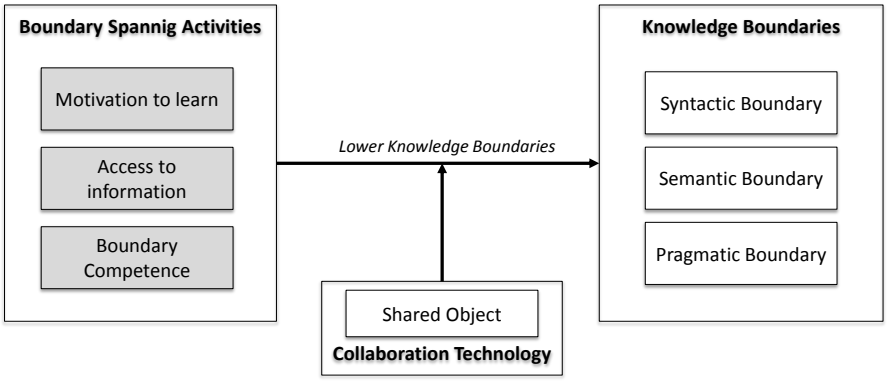


Figure 2: Proposed research framework with constructs from the qualitative study in grey

6 Conclusion

The present research-in-progress reports on the problem identification for investigating the impact of CT on knowledge boundaries within organizational knowledge communities. First results indicate that the problem of sharing knowledge can be framed as three distinct boundaries, of which syntactic and semantic seem to prevail in organizational knowledge communities. Second, in the role of a shared object, CT can contribute to establishing and maintaining shared understandings and ultimately knowledge sharing within such communities. Third, specific boundary spanning activities need to be performed continuously in order to sustain the community. This is the case, because knowledge boundaries arise permanently, hence continued boundary spanning activities are needed.

The study's results are limited due to their grounding in literature in combination with a single case. As every organization has its own "smell" [14], the generalization of our findings beyond the investigated community needs to be based on further studies. Nevertheless, because the main principles are supported by both, data and literature, we have reason to believe that CT in the form of a shared object [21] can indeed effectively support sensemaking as a particular form of knowledge sharing communities. Further research is suggested to quantify the effects of the shared object and boundary spanning activities on existing knowledge boundaries. This goal will guide the subsequent phases of the intended DSR process. Assumed managerial implications are advices on how to employ CT more effectively for enhancing knowledge sharing within communities.

7 Acknowledgements

We gratefully acknowledge support by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF-Verbundprojekt BRIDGE; FKZ 01BEX03A12).

8 References

[1] Amin A, Roberts J. Knowing in action: Beyond communities of practice. Research Policy 2008;37:353–69.

[2] Ancona DG. Bridging the Boundary External Activity and Performance in Organizational Teams. Administrative Science Quarterly 1992:634–65.

[3] Bansemir B. Organizational innovation communities. Wiesbaden: Springer Gabler; 2011. (Markt- und Unternehmensentwicklung).

[4] Bormann EG. Symbolic convergence: Organizational communication and culture. Communication and organizations: An interpretive approach 1983:99–122.

[5] Bougon MG. Congregate Congnitive Maps: A Unified Dynamic Theory Of Organization And Strategy. Journal of Management Studies 1992;29:369–87.

[6] Brown JS, Duguid P. Organizational learning and communities-of-practice: Toward a Unified View of Working, Learning, and Innovation. Organization Science 1991;2:40–57.

[7] Brown JS, Duguid P. Knowledge and Organization. Organization Science 2001;12:198–213.

[8] Brown SA, Dennis AR, Venkatesh V. Predicting Collaboration Technology Use: Integrating Technology Adoption and Collaboration Research. Journal of Management Information Systems 2010;27:9–54.

[9] Carlile PR. A Pragmatic View of Knowledge and Boundaries. Organization Science 2002;13:442–55.

[10] Carlile PR. Transferring, Translating, and Transforming: An Integrative Framework for Managing Knowledge Across Boundaries. Organization Science 2004;15:555–68.

[11] Dennis AR, Fuller RM, Valacich JS. Media, tasks, and communication processes: A theory of media synchronicity. MIS Quarterly 2008;32:575–600.

[12] Eisenhardt KM. Building Theories from Case Study Research. Academy of Management Review 1989;14:532–50.

[13] Franke N, Shah SK. How communities support innovative activities: an exploration of assistance and sharing among end-users. Research Policy 2003;32:157–78.

[14] Ghoshal S. The individualized corporation: An interview with Sumantra Ghoshal. European Management Journal 1997;15:625–32.

[15] Levina N, Vaast E. The emergence of boundary spanning competence in practice: implications for implementation and use of information systems. MIS Quarterly 2005:335–63.

[16] Maitlis S. The social processes of organizational sensemaking. Academy of Management Journal 2005;48:21–49.

[17] McDermott R, Archibald D. Harnessing Your Staff's Informal Networks. Havard Business Review 2010;March:82–91.

[18] Orlikowski WJ. Using technology and constituting structures: A practice lens for studying technology in organizations. Organization Science 2000;11:404–28.

[19] Orlikowski WJ. Knowing in practice: Enacting a collective capability in distributed organizing. Organization Science 2002;13:249–73.

[20] Simon HA. The sciences of the artificial. 3rd ed. Cambridge, Mass: MIT press; 1996.

[21] Star SL. The structure of ill-structured solutions: boundary objects and heterogeneous distributed problem solving. In: Distributed Artificial Intelligence Vol. 2. p. 37–54 .

[22] Tegarden DP, Sheetz SD. Group cognitive mapping: a methodology and system for capturing and evaluating managerial and organizational cognition. Omega 2003;31:113–25.

[23] Tushman ML. Special Boundary Roles in the Innovation Process. Administrative Science Quarterly 1977:587–605.

[24] Weick KE. Sensemaking in organizations: Sage; 1995.

[25] Wenger E. Communities of Practice: Learning as a Social System. System Thinker 1998.

[26] Wenger E, Snyder W. Communities of Practice The Organizational Frontier. Harvard Business Review 2000;January:139–45.

[27] Yin RK. Case study research: Design and methods. 4th ed. Los Angeles, Calif: Sage Publications; 2009.

Designing Target-Oriented Incentive Systems for Online Production Communities

Pujan Ziaie

Technical University of Munich, Arcisstraße 21, Munich, Germany, E-Mail: ziaie@cs.tum.edu

Helmut Krcmar

Technical University of Munich, Boltzmannstr. 3, Garching, Germany, E-Mail: krcmar@in.tum.de

Abstract

Online production communities aim to realize the collective intelligence and leverage the potential creativity, manpower, and knowledge of volunteer users to generate high quality, public content. Introducing appropriate incentives to sustain participation is not a trivial task for community designers due to the dynamic and multi-dimensional nature of such communities. In this paper, we review and synthesize the existing body of research pertaining to user participation and incentive systems and propose a novel approach towards incentive systems based on user desires and lifecycle-based community objectives. The identified relevant user desires drawn from Reiss's theory of basic desires are self-importance, self-development, fun, vindication, socialization, group identity and uniqueness. By using this desire-based approach, we conceptualize a generalizable and target-oriented iterative design model for developing and adapting incentive systems. The theorized model extends the current body of research by accumulating and merging the academic findings from different types of communities into a unified prescriptive model. This model also provides a practical guide for community designers to follow a systematic approach towards designing effective incentive systems.

1 Introduction

Online or virtual communities provide an easy-to-access platform with valuable functions and mechanisms for various purposes including socialization, networking, gaming and content generation. Due to the voluntary nature of participation in many types of online community, social behavior complications and individual dynamism are critical factors for designers and operators to deal with. Designing a successful online community needs, therefore, meticulous and constant attention to different aspects of technical, individual and social layers [52]. Human behavior, in particular, is a multi-dimensional, interactive and sometimes irrational, especially when put into a social context. Moreover, external factors such as new technologies, paradigms and networks require a perpetual adoption of constructs and methods [4].

While early research in this area has been largely descriptive, in recent years there has been a shift toward prescriptive modeling of online communities in particular and STSs in general. The goal of these studies has been to bring a more systematic approach for their design and operation [22; 37] by providing evidence-based and scientific guidance [33].

In this paper, we narrow our focus to (online) production communities[1] as an increasingly important type of online community. In production communities, the primary objective is collecting and/or developing content, with voluntary users as the main explicit[2] producer of content. These communities aim to accumulate, rate and share information, create digital artifacts, foster innovations and solve problems [23] by utilizing the collective intelligence of voluntary participants. Since production communities heavily depend on contributions of voluntary participants (users), sustained participation (not necessarily by the same users) plays a crucial role in their success [32]. In many production communities, incentive systems are introduced as explicit measures to attract new users, keep active users motivated and encourage passive users to become more committed (see [60] for implicit motivational factors). Taking the large number and geographic dispersion of users and the variety of their motives and characteristics into account, introducing effective incentives is a delicate and dynamic process. Also, communities change in scope and direction and set different goals and objectives in the different stages of their lifecycle [28; 57] and so do users [44]. All these factors account for the complexity and dynamism of incentive systems.

There is a large body of literature on theorizing incentive systems for different types of communities including discussion forums [10], open innovation communities [20], open source communities [50] and Wikipedia [40; 56]. The key success factor, and at the same time the major challenge for all these different types of production communities, is their ability to enhance interest and drive users to participate and contribute more frequently, consistently and in alignment with the community's goals and norms. There is, however, no conceptualized framework to theorize on general design flow of incentives that can be indiscriminately applied to all different types of production communities. This paper is dedicated to providing a comprehensive literature review on established theories and best practices for different types of production communities pertaining to user participation and incentive systems.

For this purpose, we try to conceptualize existing relevant theories, approaches, and features from the vast but disperse practices and findings into a comprehensible and concretized design model. Our intent in this exploration is to address underlying differences as well as similar patterns in different types of

[1] In this paper, the term "community" represents an online or virtual community, unless stated otherwise.
[2] This differs from implicit content production, where user activities are captured as content (e.g. in searching algorithms).

production communities that are relevant to user participation and the role of incentive systems. Various influential factors including user desires and community features (goals and lifecycle) are studied with a scientific canon. We hope that the theorized model and the provided approach would shed light on recent discoveries in designing successful incentive systems and help explain the interdependencies and intricacies in this area. The outcome may also pave the way for future research endeavors on other relevant aspects of production communities.

Our study is structured as follows: first we provide a generalized definition of production communities and their characteristics. Then, we outline an integrative framework that surfaces the general determinants of their incentive systems. In the next section, based on the proposed integrative framework, the implicit and explicit incentives and objective of incentive systems are discussed and drawn upon to conceptualize a design cycle for target-oriented incentive systems with clear steps and guidelines. We conclude the paper with a discussion of our findings, open issues and implications for future research and practice.

2 Theoretical Framing

2.1 Research Context: Production Communities

Communities can generally be distinguished by following an approach based on users' needs, such as socialization, gaming, content or knowledge sharing, activism, development and exchange [25]. The communities of interest in this study are production communities, which have the primary goal of accumulating and sharing user-generated content. There are various types and terms in the literature to refer to production communities including open content projects [8], web-enabled collective intelligence systems [37], social computing systems [43], peer production communities [53], open source content projects [42], community-driven knowledge sites [31] and social media [26]. We chose the term production communities inspired by the definition provided by Oreg and Nov [42] and Wilkinson [53], emphasizing the crowdsourcing of content.

Considering this broad definition, a few well-known community types can be distinguished based on the type, form and collectivity [41] of content. One study divides production communities into three primary categories of collaborative, creative and competitive communities [61]. In collaborative communities, content can be developed collaboratively and by more than one user. The type of content that can nowadays be created collaboratively is not limited to text and ranges all the way from knowledge generation (e.g. Wikipedia) to architectural sketching, product design, movie making and geographical maps [17]. In creative communities, however, each user is basically the "owner" of his generated content and the other members may only contribute in the form of comment (discussion), ratings, recommendations, and other auxiliary forms. Competitive communities, as the name suggests, consist of short-lived competitions with specific topics (e.g. product design, innovation ideas, etc.).

2.2 User Motivations and Basic Desires

In literature, user motivation been has primarily divided into two general types: intrinsic motivations and extrinsic motivations, although some scholars further divide extrinsic motivations into internalized extrinsic and purely extrinsic ones [50]. There is no certain verdict regarding which type of motivation is generally of more importance. What is certain is the weight or importance of each motivation with regard to the desires and behavioral characteristics of users and the goal of the community. This suggests that designers should understand personal desires of different groups of users to be able to provide suitable incentives that are aligned with each group's internal and external motivations [35].

Observing users' behavior from the perspective of motivation might be best suited for a descriptive approach to justifying their participation. However, a design-oriented view of the behavior should tap into the distinction between various motivations to be able to provide suitable incentives.

To distinguish between different kinds of motivation and address those differences to introduce the most effective incentives, individual preferences based on personal needs provide a potent theoretical ground. Accordingly, Reiss [46] proposed the theory of 16 basic desires based on psychometric research. His widespread theory suggests that all fundamental desires can exist with different strength at different times in different individuals. According to his theory, individuals behave in ways that is appealing to both reference group members (community) and their own desires of affiliation and power [51]. We derived seven primary user desires that are relevant to the context of production communities: *self-importance*, *self-development*, *fun*, *vindication*, *socialization*, *group identity* and *uniqueness*.

Table 1 shows how we identified these seven desires. We believe that the more desires of users an incentive system can successfully address and support, the more effectively it can motivate them to participate.

Intrinsic feeling/motive	**Pertinent desire**	**Remark**
- Efficacy/power - Freedom/ Independence	Self-development	The same. Self-development is a more common term in the literature [42].
Self-importance/ Status	Self-importance	Uniqueness is a well-known desire in online communities [14] and can be derived from self-confidence and self-importance motives. It is distinguished from self-importance, since it emphasizes the individual aspect, whereas self-importance can be achieved as part of a bigger group (e.g. via status) [27].
Self-confidence/ Acceptance	Uniqueness	
- Fun/social contact - Wonder/Curiosity	Fun	Socialization, as an important motivation in online communities [39],though not explicitly mentioned, is a part of "fun" in Reis's basic desires.
	Socialization	
Vindication/ Vengeance	Vindication	Same. Especially important in competitive production communities [6].
Loyalty	group identity	Loyalty, compassion and love were merged into "group identity", a well-known desire in online communities [53].
Compassion/ Idealism		
Love/family		
Ownership/ saving	X	Not relevant
Stability/order	X	Not relevant
Lust/romance	X	Not relevant
Vitality/physical exercise	X	Not relevant
Satiation/eating	X	Not relevant
Safety/tranquility	X	Not relevant

Table 1 Deriving primary desires in production communities from Reis's 16 basic desires

3 Theorizing Dynamic and Target-oriented Incentive Systems

As discussed in the last section, constant observation of contextual and individual factors and appropriate reactions to inevitable changes throughout the lifecycle of a community [57] are essential for designing a successful incentive system. For this reason, the design process of incentive systems can

be regarded as a never-ending cycle. In this cyclic design process, the objectives of a community should be defined and redefined according to the confronted challenges and current needs of a community and its users. Then, based on the addressed desire(s), the selected incentive for achieving these objectives should be applied to the right users in a personalized way. Incentives are then to be selected and prioritized. This design cycle is demonstrated in Figure 1.

3.1 Design Steps

3.1.1 Defining Objectives

Incentive systems can embrace certain objectives at different stages of a community's lifecycle (see [57] for an example on feature evolution during a community's lifecycle). Their objective is sometimes directly aligned with the community's objectives [13] and sometimes with a temporary goal to overcome imminent problems. For instance, while encouraging timely contributions is a persistent goal in open media communities, it can be adapted temporarily in open file sharing communities to regulate data traffic [48]. Some general objectives are, for example, improving *user experience*, encouraging *timely contributions*, enhancing *content quality*, increasing *content quantity*, increasing *metacontent*[3] *[59] quantity*, *discouraging excessive contributions* and *promoting presence* (e.g. reading, navigating, distributing content or taking part in elections).

3.1.2 Selecting apt incentives

In this step, a list of apt incentives should be prepared and prioritized. The selection process can be carried out with regard to the defined objectives and the salient desires of users within the community (see Section 2.2). Table 2 lists a few incentives with their corresponding main objective and addressed user desires as an example of how incentives can be systematically selected in a community.

Main objective	Incentive	SI	SD	F	V	S	GI	U	Reference(s)
enhancing content quality	Providing systematic feedback mechanisms on content	X	X			X			[9; 30]
Improving user experience	Sending personal admiration messages or showing public admiration	X						X	[3; 5]
increasing content quantity	Sending invitation to contribute to a topic, in which the user has been more active (is expert)	X	X					X	[18; 36]
promoting presence	Publishing a summary of the activities of users (e.g. in newsletters or blogs)	X	X				X		[24]
increasing (meta)content quantity	Providing a list of needed contributions		X				X	X	[15; 34]
SI: self-importance, **SD**: self-development, **F**: fun, **V**: vindication, **S**: socialization, **GI**: group identity, **U**: uniqueness									

Table 2 A sample of few incentives with the pertinent objectives and addressed desire(s)

For example, in open source software development communities, self-development, socialization and group identity are primary user desires [42; 50]. This information can be used to identify and provide possible incentives (e.g. "systematic feedback mechanisms" or "self-evaluation tools"). Here the distinction between content and metacontent is of great importance. Many studies show that not only is

[3] metacontent refers to socially-generated metadata aimed at providing supplementary information for an item (content) to enhance its quality or to add new perspectives to it (e.g. tags, ratings, votes, comments, etc.) (see [59] for further details).

the significance of each of them different with regards to the stage and objective of a community [29], but also that users show diverse attitudes toward contributing content or metacontent [42; 47].

3.1.3 Identifying Target Groups per Incentive

There are few incentive practices that can be effectively applied to all users in the same form and style. Many seemingly sound approaches fail when they are applied to certain groups, since they are not tailored based on user needs and preferences (reflected in their activity pattern) and therefore prove to be psychologically invalid [16]. If an incentive is focused on fulfilling one or more certain desires (e.g. self-development), it is only effective when applied to users who possess and/or value those desires.

Assigning users to the right behavioral group can, therefore, be of tremendous effect. This can be achieved through various approaches depending on the available resources, contribution context and the heterogeneity of users. One approach to classifying users is to explicitly measure user values and preferences via a questionnaire upon registration or as an optional feature in user profiles [55]. Another approach is to use software agents to implicitly gather user preferences by monitoring their activities [19] and extract certain patterns. It should be noted that although the first approach is more accurate and transparent, it may impose a cognitive burden on the users [38]. A thorough exploration of these techniques and their advantages and disadvantages is outside the scope of this paper.

3.1.4 Determining Sub-Groups and Classifying Users

After identifying the right target-group for each incentive, it is time to determine sub-gourp in their corresponding target (pool of users). Sub-groups help designers customize and personalize each incentive based on the characteristics of its target users. Formulation and presentation of incentives is of great importance [3] and can be performed based on characteristics of users (e.g. gender [54], age, level of education [56], etc). For example, for "thank you notes", the formulation of the text or the color of the message may vary for different genders or ages. The gender of users is believed to determine their perception of features [2] or preferred form of layout [21].

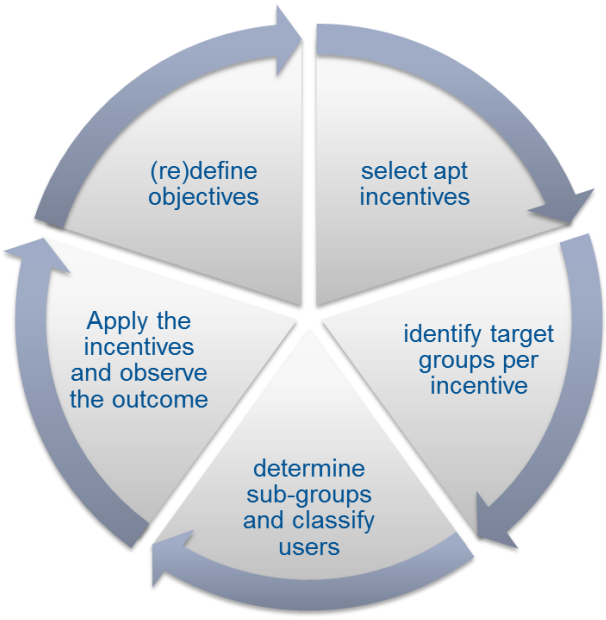


Figure 1 Designing a target-oriented incentive system

3.1.5 Applying the Incentive and Observing the Outcome

Even for the same user, there might be a need for certain incentives to be presented differently on different occasions. User salutations, invitations to contribute, "thank you" notifications, content or activity recommendations, socialization functions, etc. can all be personalized based on user characteristics and customized according to the frequency of use.

Keeping track of the activities of users after applying the incentives may also help the operators gain more insight about the effectiveness of those incentives. Moreover, if an incentive proves ineffective for a certain user or group, the target-group can be

redefined in the next cycle. In case introducing an incentive does not yield the expected outcome, it can be removed or modified to decrease the cognitive burden on users.

3.2 Empirical Examples

The proposed design cycle can summarized as follows: 1) the objectives of the incentive system is defined with regard to the characteristics, goals and lifecycle of the community; 2) the target groups are determined based on the list of relevant incentives; 3) the users are classified into target-groups for those incentives; 4) for each incentive the possible customizations are determined and the target users are classified into corresponding groups; 5) The incentive(s) are ultimately customized and applied. Objectives (step 1) can then be redefined or revised based on the outcome of the applied incentives.

Taking the generic and target-oriented nature of such design cycle, some steps may be removed or adjusted depending on the context, type of users, the importance of the incentive system and the available resources. We end this section with few examples from the literature, one depicting a target-oriented incentive and the other an adaptive and personalized one.

3.2.1 Target-oriented Incentives: The Cases of MovieLens and Flickr

MovieLens: Social comparison is a well-known incentive in online communities. In this practice, users are informed about their contribution compared to other users. In *MovieLens,* a community for evaluating and recommending movies, Chen et al. [11] applied this incentive to observe its effect on increasing participation (Step 1 and 2 of the design cycle). The incentive was not initially aimed at a specific target-group and all users were notified of their contribution compared to the median of all users. When the results were studied (Step 5), only those who were below or near the median increased their contribution while the contribution of those above the median was decreased significantly (by 60%). In the next cycle, users were classified into two groups (with contributions above and below average) and the incentive was applied only to the less active users (Step 3).

Flickr: Prieur et al. [45] suggest that incentives applied to Flickr users be categorized into three groups with regard to the activity preference of users: 1) to motivate socialization around the content, 2) to motivate socialization regardless of content, and 3) to motivation content contribution (without socialization). They argue that these groups often have different desires and contribution patterns and, as a result, react differently to the same applied incentives (Step 1, 2 and 3).

3.2.2 Adaptive and personalized Incentives: The Case of Comtella

Reward mechanisms based on user reputation is another popular method for boosting participation [58]. In a project called *Comtella*, in which students can share articles related to weekly topics, Cheng and Vassileva [12] designed an adaptive reward mechanism to achieve two main objectives: encouraging timely participation and discouraging excessive (and often low-quality) contributions (Step 1). The rewarding was performed based on previous contributions of users and the time of contribution (Step 2). Their personalized incentive led to a sustained increase in the quality of contributions [49] (Step 5).

4 Discussion and Conclusion

4.1 Summary

This paper aimed to review and synthesize the literature on user participation and motivational incentive systems and theorize a target-oriented design model (cycle) for incentive systems in production

communities. With the perspective that we have outlined in this paper, incentives are not simply general measures to increase participation, but ad-hoc and target-oriented practices to encourage specific activities for particular target-groups in line with a set of objectives. Selecting appropriate incentives and applying them to the right target group in a proper and personalized format takes various dimensions into account including users and community. We focused on online production communities, where content is deemed a unique and salient attribute and the main outcome. The main objective of production communities is to produce high-quality content (e.g. text, source, audio or video files, designs, etc.) by maximizing user participation in the community-related processes [58]. The extant interdisciplinary research was organized around an integrative framework that focuses on user desires and activity pattern as well as community characteristics, lifecycle and goals to address user participation and motivation (see Section 2). According to our model, upon defining the objectives of an incentive system (based on community's lifecycle and goals) and identifying the main user desires within the community, a list of incentives can be prepared and then assigned to specific group of users (targets) in a customized and personalized way. To establish a sound theoretical foundation for this dynamic, target-oriented and multi-dimensional design model, we reviewed and synthesized empirical findings explored and drew upon pertinent theories from psychology and sociology to address human behavior regarding the production of content as public goods.

4.2 Contributions

Our review shows that a narrow focus on incentive systems can be misguided and misleading. Designing incentive systems should be carried out by a holistic consideration of user-related and community-related factors. In particular, the dynamic nature of both users and communities that is reflected in users' evolving desires and a community's lifecycle should not be underestimated. Furthermore, our review reveals that significant exploratory research and theoretical development has occurred in this area, but mostly in the context of a specific type of community (e.g. open source development) and therefore there is still a paucity of research providing clear and generalized prescriptions for effective incentive systems.

Each and every incentive is employed to address at least one of the primary personal desires: self-importance, self-development, fun, vindication, socialization, group identity and uniqueness. Studying the incentive from the perspective of user desires helps in their selection and prioritization in accordance with the overlap of the users' prominent desires and the desires an incentive is intended to fulfill or trigger. This approach points the way for researchers to give further consideration to general and multilevel issues as they study user participation and incentive systems.

From a theoretically perspective, our work provides a more detailed understanding of user participation and interdependencies between various incentives with a focus on user desires. The theorized design model extends the current body of research by accumulating and merging the academic findings from different types of communities into a unified design cycle with generic guidelines that can be modified and applied to not only all types of production communities but also to other online communities. From a practical point of view, our findings will help community designers move from ad-hoc speculation and press forward with concrete steps toward to a predictable and sustainable approach when it comes to designing an incentive system.

4.3 Practical Implications

One practical implication of the current research concerns the combination of incentives. Incentives are believed to not act in an additive fashion [1]. Interactions between different incentive approaches can

sometimes culminate in the mutual neutralization of their motivational effects. Therefore, applying more than one approach should be performed carefully (or gradually to observe the effects).

Effective incentive systems are often a hybrid of economic incentives and social motivators. Economic incentives are less effective or possibly even counterproductive when they contradict intrinsic motivations such as altruism, fun, ethical norms or other known social preferences [7]. For this reason, even in competitive communities, economic incentives such as monetary payments should be applied with the greatest of care and consideration to avoid any negative side-effects. Moreover, determining target groups of the incentive system and an apt classification of users poses a great challenge in practice. First, defining the right number of target groups with fine distinction is a delicate matter and second, assigning users to the right category is not trivial. The question remains as to how effectively classification of users can be carried out without imposing unnecessary cognitive burden on them.

Whether or not to consider memory for incentive systems is another design decision that needs to be addressed. Incentives can "learn" from the past reactions of a user and employ specific incentives correspondingly. For example, if applying a specific incentive does not affect the contribution of a user, it might not be wise to apply the same incentive repeatedly in the future. This, however, adds another dimension to the system and increases its design complexity. Finally, while true dynamic and multi-dimensional incentive mechanisms might be ideal in theory, they may prove too complicated to implement within a reasonable time and budget, especially for new and rising communities.

Proper customization of incentives based on user characteristics is also another open issue in practice. Empirical studies pertaining to this matter have often focused on one particular type of community with specific characteristics. Dynamic customization is a delicate matter, for user behavior can change depending on contextual factors such as culture [32] as well as individual factors (e.g. age). Some studies have shown that even the gender of users can be a decisive factor with some incentive practices such as social comparisons [24].

4.4 Limitations and Suggestions for Future Works

Many further steps can be taken in the address scientific areas to extend our theorizing. Above all, empirical evidence is required to scientifically evaluate the proposed model and the theorized hypotheses. This can be performed by testing the hypotheses in different types of production communities and observe and compare the outcomes.

Another area that requires further scrutiny is the alignment of primary desires with the objectives of an incentive. Some desires can be intuitively assumed (e.g. leaderboard addresses the desire for self-development, uniqueness and self-importance). However, identifying the right primary desires and their respective weights might be arduous for certain incentives, especially for less clear and subjectively defined desires such as fun.

Furthermore, most of the research is undertaken on successful and popular communities that have passed their "tipping point" of popularity [57]. This generality might instigate problems when it comes to providing and weighting certain incentives in a particular context. Failed communities or successful communities that were not able to sustain user participation and die out (e.g. Google Answers) deserve more academic scrutiny.

Finally, we focused solely on literature pertaining to production communities. The derived design model may be well applicable to other types of online communities, where creating and managing content is not the main purpose.

4.5 Conclusion

Despite the mentioned limitations, we believe the innovative desire-based design approach that was proposed in this paper will be helpful for the scientific community in addressing further design aspects in the context of online communities. Also, in the absence of any universal process model, the conceptualized design model will provide practical guide for community designers to follow a systematic approach to provide dynamic and target-oriented incentive systems to sustain or boost participation in communities that practically live off users' participation.

5 References

[1] Antoniadis, P. and Le Grand, B. (2009) Self-organised virtual communities: Bridging the gap between web-based communities and p2p systems, *International Journal of Web Based Communities,* 5 (2): 179-194.

[2] Benlian, A. and Hess, T. (2011) The signaling role of it features in influencing trust and participation in online communities, *International Journal of Electronic Commerce,* 15 (4): 7-56.

[3] Bishop, J. (2007) Increasing participation in online communities: A framework for human–computer interaction, *Computers in Human Behavior,* 23 (4): 1881-1893.

[4] Bishop, J. (2009) Enhancing the understanding of genres of web-based communities: The role of the ecological cognition framework, *International Journal of Web Based Communities,* 5 (1): 4-17.

[5] Bock, G. W., Zmud, R. W., Kim, Y. G. and Lee, J. N. (2005) Behavioral intention formation in knowledge sharing: Examining the roles of extrinsic motivators, social-psychological forces, and organizational climate, *MIS Quarterly,* 87-111.

[6] Boudreau, K. J. and Lakhani, K. R. (2009) How to manage outside innovation, *MIT Sloan management review,* 50 (4): 69-76.

[7] Bowles, S. and Reyes, S. P. (2009) Economic incentives and social preferences: A preference-based lucas critique of public policy, CESifo, Center for Economic Studies & Ifo Institute for economic research.

[8] Bryant, S. L., Forte, A. and Bruckman, A. (2005) Becoming wikipedian: Transformation of participation in a collaborative online encyclopedia, In *Proceedings of the International ACM Conference on Supporting Group Work (SIGGROUP)* ACM, Sanibel Island, FL, USA, 1-10.

[9] Burke, M., Marlow, C. and Lento, T. (2009) Feed me: Motivating newcomer contribution in social network sites, In *Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems* ACM, Boston, USA, 945-954.

[10] Butler, B. S. and Wang, X. (2012) The cross-purposes of cross-posting: Boundary reshaping behavior in online discussion communities, *Information Systems Research,* 23 (3-Part-2): 993-1010.

[11] Chen, Y., Harper, F. M., Konstan, J. and Xin Li, S. (2010) Social comparisons and contributions to online communities: A field experiment on movielens, *The American economic review,* 100 (4): 1358-1398.

[12] Cheng, R. and Vassileva, J. (2005) User motivation and persuasion strategy for peer-to-peer communities, In *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 05)* IEEE Computer Society, Hawaii, 193a

[13] Cheng, R. and Vassileva, J. (2006) Design and evaluation of an adaptive incentive mechanism for sustained educational online communities, *User Modeling and User-Adapted Interaction,* 16 (3): 321-348.

[14] Constant, D., Sproull, L. and Kiesler, S. (1996) The kindness of strangers: The usefulness of electronic weak ties for technical advice, *Organization Science,* 7 (2): 119-135.

[15] Cosley, D., Frankowski, D., Terveen, L. and Riedl, J. (2006) Using intelligent task routing and contribution review to help communities build artifacts of lasting value, In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* ACM, Montréal, Canada, 1037-1046.

[16] Crumlish, C. and Malone, E. (2009) Designing social interfaces, Yahoo Press.

[17] De Alfaro, L., Kulshreshtha, A., Pye, I. and Adler, B. T. (2011) Reputation systems for open collaboration, *Communications of the ACM,* 54 (8): 81-87.

[18] Demartini, G. (2007) Finding experts using wikipedia, In *Proceedings of the Workshop on Finding Experts on the Web with Semantics (FEWS)* Citeseer, Busan, South Korea, 33--41.

[19] Gauch, S., Speretta, M., Chandramouli, A. and Micarelli, A. (2007) User profiles for personalized information access, *The Adaptive Web,* 54-89.

[20] Gebauer, J., Füller, J. and Pezzei, R. (2012) The dark and the bright side of co-creation: Triggers of member behavior in online innovation communities, *Journal of Business Research*.

[21] Gefen, D. and Ridings, C. M. (2005) If you spoke as she does, sir, instead of the way you do: A sociolinguistics perspective of gender differences in virtual communities, *ACM SIGMIS Database,* 36 (2): 78-92.

[22] Gurzick, D. and Lutters, W. G. (2009) Towards a design theory for online communities, In Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology ACM, Desrist, 11.

[23] Hargadon, A. B. and Bechky, B. A. (2006) When collections of creatives become creative collectives: A field study of problem solving at work, *Organization Science,* 17 (4): 484.

[24] Harper, F. M., Li, S. X., Chen, Y. and Konstan, J. A. (2007) Social comparisons to motivate contributions to an online community, In *Proceedings of the 2nd International Conference on Persuasive Technology* Springer, Palo Alto, CA, USA, 148-159.

[25] Hinds, D. and Lee, R. M. (2008) Social network structure as a critical success condition for virtual communities, In *Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences* IEEE Computer Society, Hawaii, 323.

[26] Huberman, B. A. (2010) Social media and the paradox of cooperation, Hewlett-Packard Laboratories, Social Science Research Network.

[27] Introne, J. and Alterman, R. (2006) Using shared representations to improve coordination and intent inference, *User Modeling and User-Adapted Interaction,* 16 (3): 249-280.

[28] Iriberri, A. and Leroy, G. (2009) A life-cycle perspective on online community success, *ACM Computing Surveys (CSUR),* 41 (2): 11:1-11:29.

[29] Jones, Q. and Rafaeli, S. (1999) User population and user contributions to virtual publics: A systems model, In *Proceedings of the International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work* ACM, 239-248.

[30] Joyce, E. and Kraut, R. E. (2006) Predicting continued participation in newsgroups, *Journal of Computer-Mediated Communication,* 11 (3): 723-747.

[31] Kim, B. and Han, I. (2009) The role of trust belief and its antecedents in a community-driven knowledge environment, *Journal of the American Society for Information Science and Technology,* 60 (5): 1012-1026.

[32] Koh, J., Kim, Y.-G., Butler, B. and Bock, G.-W. (2007) Encouraging participation in virtual communities, *Communications of the ACM,* 50 (2): 68-73.

[33] Kraut, R., Maher, M. L., Olson, J., Malone, T. W., Pirolli, P. and Thomas, J. C. (2010) Scientific foundations: A case for technology-mediated social-participation theory, *Computer,* 43 (11): 22-28.

[34] Lakhani, K. R. and Von Hippel, E. (2003) How open source software works, *Research policy*, 32 (6): 923-943.

[35] Lindenberg, S. (2001) Intrinsic motivation in a new light, *Kyklos*, 54 (2 3): 317-342.

[36] Ludford, P. J., Cosley, D., Frankowski, D. and Terveen, L. (2004) Think different: Increasing online community participation using uniqueness and group dissimilarity, In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* ACM, Vienna, Austria, 631-638.

[37] Malone, T. W., Laubacher, R. and Dellarocas, C. (2010) The collective intelligence genome, *IEEE Engineering Management Review*, 38 (3): 38.

[38] Morita, M. and Shinoda, Y. (1994) Information filtering based on user behavior analysis and best match text retrieval, In *Proceedings of the 17th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval* Springer-Verlag New York, Inc., Dublin, Ireland, 272-281.

[39] Munson, S., Lauterbach, D., Newman, M. and Resnick, P. (2010) Happier together: Integrating a wellness application into a social network site, *Persuasive Technology*, 27-39.

[40] Nov, O. (2007) What motivates wikipedians?, *Communications of the ACM*, 50 (11): 60-64.

[41] Olsson, T. (2009) Understanding collective content: Purposes, characteristics and collaborative practices, In *Proceedings of the Fourth International Conference on Communities and Technologies (C&T)* ACM, Pennsylvania, USA, 21-30.

[42] Oreg, S. and Nov, O. (2008) Exploring motivations for contributing to open source initiatives: The roles of contribution context and personal values, *Computers in Human Behavior*, 24 (5): 2055-2073.

[43] Parameswaran, M. and Whinston, A. B. (2007) Social computing: An overview, *Communications of the Association for Information Systems*, 19 762-780.

[44] Preece, J. and Shneiderman, B. (2009) The reader-to-leader framework: Motivating technology-mediated social participation, *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, 1 (1): 13-32.

[45] Prieur, C., Cardon, D., Beuscart, J. S., Pissard, N. and Pons, P. (2008) The stength of weak cooperation: A case study on flickr, Arxiv preprint arXiv:0802.2317.

[46] Reiss, S. (2004) Multifaceted nature of intrinsic motivation: The theory of 16 basic desires, *Review of General Psychology*, 8 (3): 179.

[47] Sen, S., Lam, S. K., Rashid, A. M., Cosley, D., Frankowski, D., Osterhouse, J., Harper, F. M. and Riedl, J. (2006) Tagging, communities, vocabulary, evolution, In *Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work (CSCW)* ACM, Alberta, Canada, 181-190.

[48] Tang, Y., Sun, L., Zhang, M., Yang, S. and Zhong, Y. (2006) A novel distributed and practical incentive mechanism for peer to peer live video streaming, In *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo* IEEE, Toronto, Ontario, Canada, 1533-1536.

[49] Vassileva, J. (2012) Motivating participation in social computing applications: A user modeling perspective, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1-25.

[50] von Krogh, G., Haefliger, S., Spaeth, S. and Wallin, M. W. (2012) Carrots and rainbows: Motivation and social practice in open source software development, *MIS Quarterly*, 36 (2): 649-676.

[51] Wang, Y. and Fesenmaier, D. R. (2003) Assessing motivation of contribution in online communities: An empirical investigation of an online travel community, *Electronic Markets*, 13 (1): 33-45.

[52] Whitworth, B. (2009) The social requirements of technical systems, Handbook of Research on Socio-Technical Design and Social Networking Systems, 3.

[53] Wilkinson, D. M. (2008) Strong regularities in online peer production, In *Proceedings of the 9th ACM conference on Electronic commerce (EC)* ACM, Stanford, CA, USA, 302-309.

[54] Yukselturk, E. and Bulut, S. (2009) Gender differences in self-regulated online learning environment, *Educational Technology & Society*, 12 (3): 12-22.

[55] Zhou, X., Xu, Y., Li, Y., Josang, A. and Cox, C. (2012) The state-of-the-art in personalized recommender systems for social networking, *Artificial Intelligence Review*, 1-14.

[56] Zhu, H., Kraut, R. and Kittur, A. (2012) Organizing without formal organization: Group identification, goal setting and social modeling in directing online production, In *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work* CSCW, Seattle, Washington.

[57] Ziaie, P. and Imamovic, M. (2013) Lifecycle-based evolution of features in collaborative production communities: The case of wikipedia, In *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems (ECIS)*, Utrecht, Netherlands.

[58] Ziaie, P. and Krcmar, H. (2012) Introducing a design framework for reputation systems in multi-tier production communities, *Digital Creativity, special issue on Collaboration and Community*, 23 (2): 144-157.

[59] Ziaie, P. and Krcmar, H. (2013) Content in open production communities: Taxonomy and construct, In *Proceedings of the International Conference on Computer Applications Technology (ICCAT)*, Sousse, Tunisia.

[60] Ziaie, P. and Krcmar, H. (2013) Hidden or implicit contextual factors influencing user participation in online production communities, In *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, Chicago, Illinois, USA.

[61] Ziaie, P. and Krcmar, H. (2013) Introducing a design-oriented categorization of online voluntary production communities, In *Proceedings of the 3rd International Conference on Innovative Computing Technology (INTECH)*, London, UK.

I like! Eine quasi-experimentelle Untersuchung von organisationaler Identifikation und Unternehmens-reputation als Einflussfaktoren auf das Nutzerverhalten in sozialen Medien

Sebastian Eberz, Mario Schaarschmidt, Stefan Ivens, Harald von Kortzfleisch

Universität Koblenz-Landau, Institut für Management, 56070 Koblenz, E-Mail: eberz@uni-koblenz.de

Research in Progress Paper

Abstract

Unternehmensreputation ist zunehmend Gefahren ausgesetzt, die durch die (unreflektierte) Nutzung sozialer Medien durch die eigenen Mitarbeiter entstehen. Die Treiber von richtigem oder falschem Verhalten von Firmenmitarbeitern in sozialen Medien sind jedoch bisher nur unzureichend identifiziert. Der vorliegende Artikel greift auf die Signaling Theorie zurück und untersucht am Beispiel der Plattform Facebook, wie Identifikation mit einem Unternehmen sowie Unternehmensreputation das Klickverhalten von Nutzern beeinflusst. Eine quasi-experimentelle Online-Studie mit 259 Probanden zeigt, dass insbesondere eine hohe Unternehmensreputation zu einer erhöhten Bereitschaft zum Klicken des „Like“-Buttons führt.

1 Einleitung

Die zunehmende Verbreitung und der Erfolg von Facebook und ähnlichen Plattformen im öffentlich zugänglichen Internet zeigen, dass diese nicht nur als temporäre Erscheinungen zu betrachten sind, sondern zunehmend an Bedeutung gewinnen. Solche Plattformen, welche auch als Social Network Sites (SNS) bezeichnet werden ([4]), repräsentieren konkrete technologische Entwicklungen im Sinne des Internet Social Networking Phänomens (ISN), welches „[…] den Aufbau und die Pflege des eigenen sozialen Netzwerks über das Internet“ beschreibt ([12], S. 89f).

Mitarbeiter, die öffentlich zugängliche SNS sowohl privat als auch beruflich nutzen, verkörpern hier folglich zwei Identitäten, einerseits die als Mitarbeiter und andererseits jene als Privatperson ([11]). Eine Trennung dieser Identitäten bzw. der Nutzungsarten gestaltet sich insbesondere dann schwierig, wenn eine ebensolche Trennung zwischen beruflichem und privatem(Freundes-)kreis nicht möglich ist, d.h. Personen sowohl der einen als auch der anderen Gruppe zugeordnet werden können ([14]).

Das aus dieser Problematik hervorgehende fahrlässige Verhalten wird in der Berichterstattung der Medien aufgegriffen. Unzufriedene Mitarbeiter werden aufgrund von negativen Äußerungen auf Facebook (z.B. Beleidigungen des Vorgesetzten) oder der Gutheißung selbiger mittels der Like-Funktion, abgemahnt bzw. entlassen ([15]). Unternehmen, die von ihren Mitarbeitern als „schlechte“ Arbeitgeber wahrgenommen werden, könnten zu einer solchen Unzufriedenheit führen und ein solches Verhalten möglicherweise begünstigen ([1]). Obgleich die Identifikation der Mitarbeiter mit ihrem Arbeitgeber und die Unternehmensreputation für den Unternehmenserfolg von großer Bedeutung sind, sind uns keine wissenschaftlichen Studien bekannt, die die Organisationsidentifikation und Reputation in diesem Kontext untersuchen. Wir formulieren daher die folgenden Forschungsfragen, für die im weiteren Verlauf dieses „Research in progress“-Artikels mögliche Antworten skizziert werden:

(1) In wie weit beeinflusst die Organisationsidentifikation die Bereitschaft berufstätiger Facebook-Nutzer, von Dritten getätigte Äußerungen über ihren Arbeitgeber mittels der „Like“-Funktion zuzustimmen? (2) Wie verändert sich diese Bereitschaft, wenn die getätigten Äußerungen einen positiven bzw. negativen Inhalt besitzen? (3) Wie verändert sich diese Bereitschaft, wenn der Arbeitgeber eine positive bzw. negative Reputation besitzt?

2 Stand der Forschung

2.1 Probleme aus der ISN/ESN-kombinierten Nutzung von SNS

Die Nutzung von SNS beschränkt sich nicht auf das private Umfeld (ISN), sondern findet zunehmend Verwendung im unternehmerischen Kontext ([12]). Das Enterprise Social Networking (ESN)-Phänomen beschreibt eben diese „[…] Nutzung sozialer Netzwerke im Unternehmenskontext“ ([12], S. 91).

Eine Kombination beider Nutzungsintentionen (ISN/ESN) und die damit verbundene Einnahme einer Doppelrolle (Mitarbeiter und Privatperson) kann allerdings aufgrund von „mixing work and professional connections and from spanning organizational levels“ ([14]) zu Spannungen führen ([11]). Das Veröffentlichen beruflicher vertraulicher Informationen ([14]) und die nicht beabsichtigte Freigabe von persönlichen Daten ([14]) könnten das Auftreten solcher Spannungen begünstigen.

Wie von Wang et al. ([15]) und Ollier-Malaterre et al. ([11]) beschrieben, können kritische Äußerungen über den Arbeitgeber negative berufliche Konsequenzen wie den Verlust des Arbeitsplatzes zur Folge haben. Wang et al. ([15]) beispielsweise haben Facebook-Nutzer befragt, aus

welchen Gründen sie Postings auf Facebook verfasst haben, die sie später bereuten. Die Nutzer, die sich über ihren Arbeitgeber geäußert haben, formulierten beispielsweise Unzufriedenheit und Missstände am Arbeitsplatz als ebensolche Gründe ([15]). Obgleich alle interviewten Nutzer angaben, die Sichtbarkeitseinstellungen von Facebook zu kennen, könnte beispielsweise eine gesteigerte Emotionalität („hot“ states ([15])) das Bewusstsein um die Sichtbarkeit ihres Handelns beeinträchtigt haben.

2.2 Corporate Reputation und Organizational Identification

Unzufriedenheit und Missstände am Arbeitsplatz könnten nicht nur bedeuten, dass Mitarbeiter ihren Arbeitgeber negativ wahrnehmen, sondern dass bei Kommunikation dieser Missstände über die Unternehmensgrenzen hinweg auch eine externe negative Betrachtung des Unternehmens bewirkt wird.

Hinsichtlich der wahrnehmenden Personen differenzieren Dutton et al. ([6]) zwischen den Begriffen der Reputation (Beurteilung des Unternehmens von Außenstehenden) und der Wahrnehmung des Unternehmens von Außenstehenden aus Insider-Sicht wie beispielsweise Mitarbeitern („insiders‘ construed external image“). Obgleich hier zwei verschiedene Betrachtungsweisen vorliegen, kann die von den Mitarbeitern vermutete externe Wahrnehmung des Unternehmens von der Reputation derart beeinflusst werden, dass sich beide Betrachtungen bei ausreichender Verbreitung selbiger stark ähneln ([6]).

Die Reputation repräsentiert einen wichtigen Erfolgsfaktor für Unternehmen. Eine positive Reputation kann einem Unternehmen beispielsweise Wettbewerbsvorteile verschaffen, anziehend auf kompetente, potentielle Mitarbeiter und Investoren wirken und das Verlangen eines Preispremiums erlauben ([7]). Sie beeinflusst nicht nur die Einstellung und das Verhalten verschiedener Anspruchsgruppen wie Kunden und Mitarbeiter ([9]), sondern wird ihrerseits auch von dem Verhalten und den Entscheidungen eines Unternehmens geprägt ([3]). Eine schlechte Reputation könnte demnach in Verbindung mit einer gesteigerten Unzufriedenheit von Mitarbeitern stehen, die wiederum ihrer Unzufriedenheit in Form von negativen Äußerungen in sozialen Netzwerken Ausdruck verleihen.

Auch die Identifikation der Mitarbeiter mit ihrem Arbeitgeber spielt eine wichtige Rolle. Mael & Ashforth ([10]) beschreiben die Organisationsidentifikation als „[…] the extent to which the individual defines him or herself in terms of an organization […]” (S. 106). Mitarbeiter identifizieren sich stark mit ihren Arbeitgebern, wenn die Eigenschaften der Unternehmen mit denen ihrer Selbstkonzepte, d.h. mit ihrer Selbstbeschreibung und Selbsteinschätzung, größtenteils übereinstimmen, oder sich ihre Arbeitgeber von anderen Unternehmen abheben ([6]). Mitarbeiter mit einer ausgeprägten Organisationsidentifikation tendieren beispielsweise dazu, ihren Arbeitgeber zu unterstützen und können so den Aufbau einer positiven Reputation fördern ([8]).

3 Theoretischer Bezug

Zur Beschreibung eines möglichen Einflusses der Art der Äußerungen auf das Klickverhalten von Mitarbeitern greifen wir auf die Signaling Theorie zurück. Sie beschreibt, dass bei einer asymmetrischen Informationsverteilung Signale zur Reduktion dieser Asymmetrie ausgesandt werden ([5]). Ein Unternehmen, das neue hochqualitative Produkte herstellt, könnte beispielsweise die für ihre Produkte erhaltenen Qualitätsgütesiegel an die Kunden kommunizieren, um sie über die hohe Qualität ihrer Produkte zu informieren und die Informationsasymmetrie somit zu verringern ([5]).

In unserer Studie verstehen wir Äußerungen von Außenstehenden über die Unternehmen als Signale im Sinne dieser Theorie. Unzufriedene Kunden könnten sich beispielsweise über die schlechte Service-Qualität eines Unternehmens äußern, Medien über geplante Entlassungen oder über die Errichtung neuer Standorte berichten. Die Informationsasymmetrie ergibt sich aus der Annahme, dass die in den Äußerungen angesprochenen Vorfälle (z.B. schlechte Service-Leistungen oder die geplante Neuerrichtung von Standorten) den Mitarbeitern bis zur Formulierung der Äußerungen unbekannt waren.

Connelly et al. ([5]) beschreiben im Kontext der Signaling-Theorie, dass die Signal-Empfänger (in unserem Fall die Mitarbeiter) als Reaktion auf ein Signal wiederum Gegensignale aussenden könnten. Ein solches Gegensignal könnte sich beispielsweise in Form zeigen, dass Mitarbeiter Äußerungen über eine schlechte Service-Qualität als falsch kommentieren und damit versuchen, ihren Arbeitgeber zu schützen. Ebenso könnten Mitarbeiter auf positive Äußerungen (z.B. die geplante Errichtung neuer Standorte) mit ebenso positiven Gegensignalen reagieren (z.B. in Form von die Äußerungen bekräftigenden Kommentaren), um so eine positive Verstärkung zu bewirken.

Wir fokussieren insbesondere die Bereitschaft von Mitarbeitern, solche Gegensignale, auch in Abhängigkeit von der Art der getätigten Äußerungen, auszusenden. In unserer Studie repräsentieren die Facebook-„Likes“ als Ausdruck der Zustimmung ein solches Gegensignal.

Da es sich bei dem eingangs beschriebenen Fehlverhalten von Mitarbeitern (z.B. „Like“ von Beleidigungen des Vorgesetzten) um Ausnahmefälle handelt, vermuten wir, dass zustimmende Gegensignale in Form von Facebook-„Likes“ eher bei positiven Äußerungen als bei negativen Äußerungen ausgesandt würden. Daher fokussieren wir im Folgenden die Klickbereitschaft im Kontext positiver Äußerungen.

- H1: Mitarbeiter klicken eher bei positiven als bei negativen Äußerungen betreffend ihren Arbeitgeber auf „Like“.

Nach Dutton et al. ([6]) kann die Organisationsidentifikation „as a process of self-categorization” (S. 243) verstanden werden ([2]). Die Organisationsidentifikation von Mitarbeitern ist dann stark ausgeprägt, wenn sie ihren Arbeitgeber als etwas Besonderes betrachten ([6]). Mitarbeiter, die sich stark mit ihrem Arbeitgeber identifizieren, tendieren zu einem unterstützenden Verhalten ([2]) und fördern den Reputationsaufbau ([8]). Zudem lässt sich in Studien wie jene von van Dick et al. ([13]) ein Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit von Mitarbeitern mit ihrem Job und der Organisationsidentifikation erkennen. Da eine positive Reputation auf gute Arbeitsbedingungen ([7]) und eine hohe Zufriedenheit von Mitarbeitern mit ihrem Job hinweist ([1]), könnten Mitarbeiter ihren Arbeitgeber insbesondere dann durch eine positive Bestätigung mittels Facebook-„Likes“ unterstützen, wenn sie sich aufgrund einer positiven Reputation stark mit ihm identifizieren.

- H2a: Je stärker sich Mitarbeiter mit ihrem Arbeitgeber mit positiver Reputation identifizieren, desto wahrscheinlicher klicken sie bei einer positiven Äußerung auf „Like“.

Da eine negative Reputation auf schlechtere Arbeitsbedingungen und eine geringere Zufriedenheit von Mitarbeitern mit ihrem Job hindeutet ([1]), könnte die Organisationsidentifikation bei Unternehmen mit negativer Reputation tendenziell geringer ausfallen als bei Unternehmen mit positiver Reputation. Dagegen spricht die Aussage von Ashforth & Mael ([2]), dass „even negatively valued distinctions have been associated with identification“ (S. 24). Mitarbeiter könnten sich demnach trotz negativer Reputation stark mit ihrem Arbeitgeber identifizieren und ein beispielsweise verteidigendes Verhalten zeigen ([2]). Wir vermuten allerdings im Vergleich zu Unternehmen mit positiver Reputation, dass die

Unterstützungsbereitschaft der Mitarbeiter von Unternehmen mit negativer Reputation tendenziell geringer ausfällt.

Diese Vermutung lässt sich zudem mit Hilfe der Social Identity Theorie begründen. Die Theorie beschreibt, dass „Menschen dazu neigen, sich und andere in verschiedene soziale Gruppen einzuordnen“ ([2], S. 20). Nach dieser Theorie haben Menschen das Ziel, durch diese Einordnung eine positive soziale Identität zu erreichen ([6]). Im Kontext eines Arbeitsverhältnisses kann eine positive Identität des Mitarbeiters auch in Verbindung mit einer positiven Unternehmensreputation gebracht werden ([6]). Dementsprechend würde eine schlechte Reputation bedeuten, dass sich die Eigenschaften, die sich die Mitarbeiter selbst zuordnen würden, geringfügiger mit jenen decken, die sie ihrem Arbeitgeber zuordnen. Die aus dieser geringeren Deckung resultierende geringere soziale Identität könnte in Zusammenhang mit einer tendenziell geringeren Bereitschaft dieser Mitarbeiter stehen, eine positive Äußerung mittels eines Facebook-Likes positiv zu bewerten.

- H2b: Die von der Organisationsidentifikation beeinflusste Wahrscheinlichkeit, eine positive Äußerung mittels „Like“ zu bewerten, ist bei Mitarbeitern von Unternehmen mit negativer Reputation kleiner als bei Mitarbeitern von Unternehmen mit positiver Reputation.

4 Methodik und Operationalisierung der Variablen

Zur Überprüfung der Hypothesen wählen die Autoren ein quasi-experimentelles Design und führen eine Online-Befragung unter Facebook-Nutzern durch. Die Datenerhebung im Rahmen der Hauptstudie erfolgte von November bis Mitte Dezember 2012 mittels einer Online-Umfrage. Insgesamt haben 959 Teilnehmer an der Umfrage teilgenommen. Um bestehende Erfahrungen mit einem konkreten Arbeitgeber auszublenden, galt unser Interesse den nicht-berufstätigen Teilnehmern, um so ein Beschäftigungsverhältnis möglichst verzerrungsfrei simulieren zu können. Eine Befragung berufstätiger Teilnehmer hätte aufgrund der Vielzahl von Arbeitgebern die Betrachtung der Reputation als Einflussfaktor, auch aufgrund subjektiver Wahrnehmungsverzerrungen, erschweren können. Wir erhoffen uns, deutlichere Effektunterschiede durch eine dichotome Betrachtung von Reputation zu erhalten. Daher bestimmten wir zur Operationalisierung der Reputationsvariable zwei Unternehmen, deren Reputationen sich maßgeblich voneinander unterscheiden. Zur groben Eingrenzung der in Frage kommenden Unternehmen, selektierten wir aus der Automobil- und Telekommunikationsbranche je zwei Unternehmen, von denen eines auf den vorderen und eines auf den hinteren Rängen des Fortune Global 500 Rankings vertreten war. Im Rahmen dieser Selektion fokussierten wir nur auf bekannte Unternehmen, über die kürzlich positiv bzw. negativ in den deutschen Medien berichtet wurde, so dass von einer ausreichenden Präsenz im Gedächtnis ausgegangen werden kann. Aufgrund der stärkeren Verbundenheit der Mobilfunkbranche mit dem Internet wählten wir Apple bzw. Nokia als positive bzw. negative Ausprägung der Reputationsvariable. Ein Pretest zur wahrgenommenen Reputation von Apple und Nokia bestätigte eine signifikant unterschiedliche Wahrnehmung der Firmen bezogen auf ihre Reputation.

Die Teilnehmer wurden gebeten, sich vorzustellen, Mitarbeiter von Apple bzw. Nokia zu sein. Gemessen wurde dann die fiktive Identifikation, die ein Proband vorgab mit einem vorgegebenen Unternehmen haben zu können. Die Identifikation der Teilnehmer mit ihrem simulierten Arbeitgeber repräsentiert die nicht-manipulierte, unabhängige Variable. Zur Messung der Organisationsidentifikation nutzten wir die Items von Mael & Ashforth ([10]). Diese Items übersetzten wir in die deutsche Sprache und passten sie kontextuell an. Ein Cronbach’s Alpha von 0,85 zeigt, dass von einer guten Konsistenz der Skala ausgegangen werden kann.

Eine von einer fiktiven dritten Person verfasste Äußerung über Apple bzw. Nokia innerhalb einer geschlossenen Facebook-Gruppe repräsentiert den Stimulus in unserem Experiment. Diese Äußerung beschreibt für jedes Unternehmen einen positiven, respektive negativen Vorfall, so dass sich unter Berücksichtigung der Unternehmen vier Stimuli-Ausprägungen ergeben (Apple und positive Äußerung, Apple und negative Äußerung, Nokia und positive Äußerung, Nokia und negative Äußerung). Die Äußerungen lauteten wie folgt:

- Positiv: „In Kürze werden neue [Unternehmen]-Niederlassungen in den Städten Berlin, Düsseldorf, München, Stuttgart, Dresden und Koblenz eröffnet. Durch diese richtungsweisende Entscheidung werden ca. 10.000 neue Stellen in Deutschland geschaffen."
- Negativ: „[Unternehmen] schließt Niederlassungen in Deutschland in Berlin, Düsseldorf, München, Stuttgart, Dresden und Koblenz. Durch diese Entscheidung werden ca. 10.000 Mitarbeiter auf einen Schlag arbeitslos."

Jedem Teilnehmer zufällig eine der vier Stimuli-Ausprägungen zugewiesen. Der Facebook-„Like" als Ausdruck der Zustimmung als abhängige Variable besitzt eine dichotome Ausprägung (Klick bzw. kein Klick auf Like). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass obgleich ein Klick auf Like als Zustimmung gewertet werden kann, kein Klick auf Like nicht einer ablehnenden Haltung gleichkommen muss, sondern eher einer neutralen Einstellung entspricht. Wir verzichteten aus Gründen der Realitätsnähe auf die Operationalisierung einer Ablehnung in Form eines „Dislikes", da eine solche Funktion zum Zeitpunkt der Studie in Facebook nicht verfügbar war. Den Teilnehmern wurde nun die Frage gestellt, ob sie im Hinblick auf die dargestellte Äußerung auf „Like" klicken würden.Da die Nutzung von Facebook nicht auf bestimmte Altersgruppen oder ein Geschlecht beschränkt ist, werden diese basisdemographischen Merkmale als Kontrollvariablen in unser Experiment aufgenommen.

Um mögliche Verhaltensunterschiede resultierend aus den Variablenmanipulationen aufzudecken, verwendeten wir ein Zufallsexperiment. Aufgrund der dichotomen Ausprägung der manipulierten Variablen beschreiben wir folglich ein 2x2-Experimentaldesign.

Aufgrund der Fokussierung auf jene Teilnehmer, die in keinem Beschäftigungsverhältnis standen, reduzierte sich die Anzahl der Datensätze auf 523. Nach der Eliminierung der Datensätze mit unvollständigen Angaben und der Selektion der Datensätze jener Teilnehmer, die einen Stimulus im Rahmen einer geschlossenen Facebook-Gruppe erhielten, ergab sich ein finaler Stand von 259 Datensätzen.

5 Empirische Analyse

Von den 259 Teilnehmern sind 34% männlichen, 66% weiblichen Geschlechts. Das Durchschnittsalter liegt bei ca. 24 Jahren. Die durchschnittliche private Nutzungsdauer des Internets liegt bei 2,9 Stunden täglich. 85,7% der Teilnehmer gaben an, in einem oder mehreren sozialen Netzwerken Mitglied zu sein.

	Modell 1a	Modell 1b
	Apple als Proxy für eine positive Reputation	Nokia als Proxy für eine negative Reputation
Geschlecht: männlich (Referenz: weiblich)	-0,327 (0,542)	-0,440 (0,534)
Alter	-0,083 (0,089)	-0,013 (0,042)
Organisationsidentifikation	0,608** (0,211)	0,399 (0,220)
Konstante	-0,016 (2,066)	-1,053 (1,366)
Modell Chi²	10,181*	5,272
R^2 (Nagelkerke)	0,182	0,101
n	70	67

Tabelle 1: Logistische Regression. Abhängige Variable bei beiden Modellen: Klick auf Facebook-„Like" (Nein = 0, Ja = 1). Angaben als Logit-Werte mit Standardfehlern in Klammern. Signifikanzniveaus: **p<0,01; *p<0,05

Da die abhängige Variable eine dichotome Ausprägung aufweist, überprüften wir die aufgestellten Hypothesen (ausgenommen H1) mittels einer logistischen Regression mit SPSS. Die logistische Regression lässt sich zur Überprüfung von H1 aufgrund von Nullzellen nicht durchführen, da kein Teilnehmer (0%) bei einem negativen Stimulus auf „Like" klicken würde. In der Gruppe, die einem positiven Stimulus ausgesetzt war, würden ca. 56% der Teilnehmer auf „Like" klicken. Die Aussage von H1, dass Mitarbeiter eher bei positiven (56%) als bei negativen (0%) Äußerungen auf „Like" klicken würden, ist somit bestätigt. Die Ergebnisse der logistischen Regressionen im Kontext eines positiven Stimulus zur Überprüfung der Hypothesen 2a und 2b sind in Tabelle 1 dargestellt.

Mit der Hypothese H2a beschrieben wir einen positiven Zusammenhang zwischen der Identifikation von Mitarbeitern mit ihrem Arbeitgeber mit positiver Reputation und der Bereitschaft, eine positive Nachricht mittels „Like" zu bewerten. Die Ergebnisse zeigen eine signifikante Steigerung der Wahrscheinlichkeit ($b=0{,}608$, $p<0{,}01$), so dass wir H2a als bestätigt betrachten. In H2b formulierten wir, dass dieser Einfluss bei Unternehmen mit negativer Reputation geringer ausfällt. Wie vermutet ist der Logit-Wert bei Nokia kleiner als bei Apple, allerdings auf keinem akzeptablen Signifikanzniveau, so dass H2b abgelehnt werden muss. Zudem zeigt das Ergebnis des Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten bei Modell 1b keine Bevorzugung des aufgestellten Modells gegenüber dem Nullmodell, so dass hier von einem unzureichenden Modell-Fit ausgegangen werden muss.

6 Zusammenfassung und Diskussion

Das Ziel dieser Studie war es herauszufinden, in wie weit die Organisationsidentifikation das Entscheidungsverhalten von Mitarbeitern beeinflusst, eine Äußerung über ihren Arbeitgeber auf Facebook mittels eines Facebook-„Likes" positiv zu bewerten.

Wie die Ergebnisse zeigen, würden Mitarbeiter eher einen positiven als einen negativen Stimulus mittels „Like" bewerten. Dies deckt sich mit der Einschätzung, dass die in den Medien beschriebenen negativen Verhaltensweisen als Ausreißer zu betrachten sind. Dass kein Teilnehmer den negativen Stimulus mittels „Like" positiv bewerten würde könnte dadurch erklärt werden, dass die Beschäftigungsverhältnisse nur simuliert wurden und beispielsweise die von Wang et al. ([15]) beschriebenen „Hot States" resultierend aus tatsächlich erlebten Missständen und Unzufriedenheit hier nicht aufkommen konnten. Die fehlende Bereitschaft, negative Vorfälle mittels Like positiv zu

bewerten, könnte nicht nur für eine positive Grundhaltung sprechen, sondern auch auf die Berücksichtigung sozialer Normen zurückgeführt werden. Eine positive Bewertung negativer Vorfälle hätte zu kognitiven Dissonanzen führen können, deren Aufkommen die Teilnehmer vermeiden wollen.

Wir konnten einen positiven Zusammenhang zwischen der Organisationsidentifikation (Teilnehmergruppe Apple) und der Bereitschaft, bei einer positiven Nachricht auf „Like“ zu klicken, nachweisen. Obgleich bei der Teilnehmergruppe mit Nokia als simulierten Arbeitgeber kein signifikanter Einfluss von der Organisationsidentifikation auf das Klickverhalten zu erkennen ist, deutet ein zumindest positiver Logit-Wert darauf hin, dass auch Mitarbeiter von Unternehmen mit negativer Reputation ihren Arbeitgeber in einem gewissen Rahmen unterstützen würden. In diesem Kontext könnte ein Facebook-„Like“ als Versuch der Mitarbeiter interpretiert werden, ihren Arbeitgeber trotz negativer Reputation zu fördern und in ein positives Licht zu rücken ([2]).Diese Studie soll einen Beitrag dazu liefern, das Verhalten von Mitarbeitern unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren im Kontext von Facebook besser zu verstehen und den von Boyd & Ellison ([4]) angemerkten Mangel an experimentellen Studien im SNS-Bereich zu beheben. Hierbei ist anzumerken, dass wir in unserer Studie ausschließlich Probanden befragt haben, die in keinem realen Beschäftigungsverhältnis stehen und sich vorstellen sollten, Mitarbeiter von Apple respektive Nokia zu sein. Es wurde allerdings nicht geprüft, ob die Vorstellungskraft der Teilnehmer ausreichte, um sich möglichst realitätsnahe in die Rolle eines solchen Mitarbeiters zu versetzen. Daher ist Vorsicht bei einer Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf tatsächliche Beschäftigungsverhältnisse angebracht. Zur Behebung dieses Mangels könnten zukünftige Studien Mitarbeiter befragen, die in einem tatsächlichen Beschäftigungsverhältnis stehen. Zudem haben wir in unserer Studie nur einen Vergleich zwischen einem Unternehmen mit positiver bzw. negativer Reputation angestrengt. Hier könnten zukünftige Studien Teilnehmer, die weder in einem tatsächlichen Beschäftigungsverhältnis stehen, noch die Rolle eines fiktiven Mitarbeiters einnehmen, als Kontrollgruppe hinzunehmen. Zudem bieten weitere Charakteristika von Beschäftigungsverhältnissen im ISN/ESN-Kontext von SNS ein breites noch zu untersuchendes Forschungsfeld.

7 Literatur

Zeitschriftenbeiträge

[1] Alniacik, U.; Cigerim, E.; Akcin, K.; Bayram, O. (2011): Independent and joint effects of perceived corporate reputation, affective commitment and job satisfaction on turnover intentions. In: Procedia - Social and Behavioral Sciences 24 (0), S. 1177–1189.

[2] Ashforth, B. E.; Mael, F. (1989): Social Identity Theory and the Organization. In: Academy of Management Review 14 (1), S. 20–39.

[3] Basdeo, D. K.; Smith, K. G.; Grimm, C. M.; Rindova, V. P.; Derfus, P. J. (2006): The impact of market actions on firm reputation. In: Strategic Management Journal 27 (12), S. 1205–1219.

[4] boyd, danah m.; Ellison, N. B. (2007): Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. In: Journal of Computer-Mediated Communication 13 (1), S. 210–230.

[5] Connelly, B. L.; Certo, S. T.; Ireland, R. D.; Reutzel, C. R. (2011): Signaling Theory: A Review and Assessment. In: Journal of Management 37 (1), S. 39–67.

[6] Dutton, J. E.; Dukerich, J. M.; Harquail, C. V. (1994): Organizational Images and Member Identification. In: Administrative Science Quarterly 39 (2), S. p 239-263.

[7] Fombrun, C.; Shanley, M. (1990): What's in a Name? Reputation Building and Corporate Strategy. In: Academy of Management Journal 33 (2), S. 233–258.

[8] Friedman, B. A. (2009): Human Resource Management Role Implications for Corporate Reputation. In: Corporate Reputation Review 12 (3), S. 229–244.

[9] Hannon, J. M.; Milkovich, G. T. (1996): The effect of human resource reputation signals on share prices: An event study. In: Human Resource Management 35 (3), S. 405–424.

[10] Mael, F.; Ashforth, B. E. (1992): Alumni and their alma mater: A partial test of the reformulated model of organizational identification. In: Journal of Organizational Behavior 13 (2), S. 103–123.

[11] Ollier-Malaterre, A.; Rothbard, N.; Berg, J. (2013): When worlds collide in cyberspace: How boundary work in online social networks impacts professional relationships. In: Academy of Management Review.

[12] Richter, D.; Riemer, K.; vom Brocke, J. (2011): Internet Social Networking. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 53 (2), S. 89–103.

[13] Van Dick, R.; Christ, O.; Stellmacher, J.; Wagner, U.; Ahlswede, O.; Grubba, C., et al. (2004): Should I Stay or Should I Go? Explaining Turnover Intentions with Organizational Identification and Job Satisfaction. In: British Journal of Management 15 (4), S. 351–360.

Konferenzbeiträge (ohne Verlag)

[14] Skeels, M. M.; Grudin, J. (2009): When social networks cross boundaries: a case study of workplace use of facebook and linkedin. In: Proceedings of the ACM 2009 international conference on Supporting group work. New York, NY, USA: ACM (GROUP '09), S. 95–104.

[15] Wang, Y.; Norcie, G.; Komanduri, S.; Acquisti, A.; Leon, P. G.; Cranor, L. F. (2011): I regretted the minute I pressed share": a qualitative study of regrets on Facebook. In: Proceedings of the Seventh Symposium on Usable Privacy and Security. New York, NY, USA: ACM (SOUPS '11), S. 10:1-10:16.

Conceptualizing the Idea Selection Problem: Building on Insights from a large-scale Innovation Contest

Martin Stoetzel

University of Erlangen-Nuremberg, Chair of Information Systems III, 90403 Nuremberg,
E-Mail: martin.stoetzel@fau.de

Martin Wiener

University of Erlangen-Nuremberg, Chair of Information Systems III, 90403 Nuremberg,
E-Mail: martin.wiener@fau.de

Abstract

Web-based innovation contests as a means to engage a community of innovators have become a popular instrument in the past years. While several studies reported on successful idea selection in their cases, we actually were confronted with unexpected difficulties. In order to gain insights into the idea selection problem in large-scale innovation contests with 100 or more ideas, we first develop a conceptual idea selection model and then run Monte-Carlo simulations for 810 idea selection scenarios. Our results not only confirm "common sense" understanding (e.g. more raters better than few, consistent rating better than inconsistent): By using different value distributions we are also able to quantify the effects of certain design parameters in terms of rating performance, which is a new approach compared to previous studies on idea rating and selection. Our findings could thereby help scholars and practitioners to optimize the idea selection process in the future.

1 Introduction

This study originates from our involvement in organizing a large-scale web-based innovation contest with students. Since 2010 this innovation contest is part of an undergraduate course at a major German university, with more than 1,000 students participating in this contest each winter term. Contest participation makes 25% of the final grade for the course, thereby encouraging all students to contribute novel and relevant ideas for a defined challenge. In the winter term 2012/13, the contest was organized in two phases: A concept development phase and a subsequent evaluation phase. The evaluation was done by two distinct groups: The students themselves evaluated concepts from other students, and in parallel a jury consisting of 27 research assistants from the organization committee evaluated the ideas. Table 1 shows some key figures from the contest run in 2012/13:

Participants	**Ideas**	**Participant ratings**	**Jury ratings**	**Ratings per idea**
1,445 in 310 teams	310	14,438	878	~49

Table 1. Students innovation contest 2012/13

Other than in previous years, the contest in 2012/13 was for the first time run in collaboration with an external partner, the City Council. Together with representatives from the City Council we defined the contest challenge as "developing ideas and concepts for innovative digital services to be used by citizens as well as tourists and commuters". The students were randomly grouped into teams of 5 and they developed in total 310 ideas between Oct-31-2012 and Nov-28-2012. For the evaluation phase, we applied a carefully designed multi-criteria evaluation approach for obtaining the idea ratings. Very similar to [4] and [17], the following eight criteria had been defined and agreed with the city council: "Problem orientation", "elaboration", "novelty", "user value", "user acceptance", "marketing potential", "technical feasibility" and "economic feasibility". Each idea was rated by ~46 students and also by 3 members from the jury. The evaluation was done for all criteria on a 7-point Likert scale.

The overall rating was then calculated as the sum of the individual scores and divided by the number of raters per idea. Building upon earlier studies, we were expecting that the criteria and the evaluation approach would be adequate to identify the best ideas. However, after comparing the jury ranking with the students ranking, we found that their evaluation was quite diverse. Figure 1 shows the jury ranking compared to the students ranking – the ideas on the x-axis are sorted by the jury ranking from best (1) to worst (310). A Spearman rank correlation test produced a correlation coefficient $\rho = 0.27$ which is significant at 0.01 level; but if we for instance compare agreement on the best 25 ideas, we only find 6 ideas which are both in the top-25 from the jury and in the top-25 from the students.

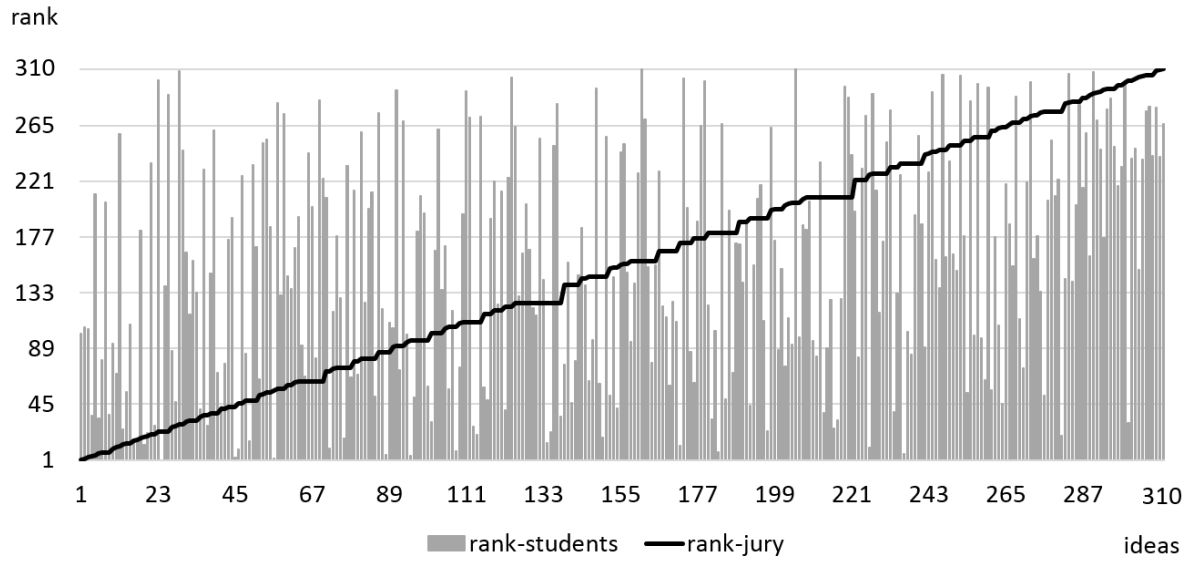


Figure 1. Idea ranking from students and jury compared (sorted by jury ratings)

Although past research on innovation contests has presented a number of insights with regards to idea selection, we found two limitations which we want to address in this study: (1) Very little is known about the idea selection problem in large-scale innovation contests; studies which discuss idea selection in detail have predominantly built on contests with a smaller set of ideas; and (2) those studies which discuss idea selection uniformly report that the process and the result have been satisfactory, i.e. we did not find any study which reported about unsatisfactory evaluation results and measures for avoiding or mitigating such situations. Therefore, our objective is to conceptualize the idea selection problem for large-scale innovation contests and to derive insights into relevant design parameters. Our findings are also meant to help the obviously growing number of practitioners who engage the "innovation community" and who are confronted with the task of selecting the best ideas.

2 Theoretical Background

2.1 Idea Selection in Innovation Contests

In the past years, web-based innovation contests have been conceptualized from various perspectives, e.g. the design elements and parameters of innovation contests, motivation of participants, award design, and characteristics of participants (cf. [25] p.10). In the following, we will concentrate on studies which report on *idea evaluation* and *idea selection* in innovation contests or similar settings.

We performed a systematic literature review via the EBSCOhost Business Source Complete database using keywords as "innovation contest", "ideas competition", "innovation challenge" and some more variations. The aim was to find studies which report on innovation contests and the principles for selecting the best ideas. We also applied a backward search (relevant references cited in the found studies) and complemented our search by a forward search (later studies citing our results) via Google Scholar. Interestingly, although web-based innovation contests have become increasingly popular (see the Innovation Contest Inventory database [12] for many examples), we could not find many studies which present detailed insights about idea evaluation and idea selection in innovation contests:

Studies	Contest	Year	Participants	Ideas
[2], [7], [18], [24]	SAPiens	2008	39	57
[19], [24]	mi-adidas & ich	2004	57	82
[16]	Telia Mobile	n.a.	47	251
[8]	WIN Contest	2010	1,198	234
[9]	CEC Shoe Design	2007	~ 400	66
[10]	Ideenschmiede	2011/12	194	56

Table 2. Studies discussing web-based innovation contests (including idea evaluation)

What all these studies have in common is that the selection of the best ideas was ultimately done by a jury of so-called "experts" which are employees of the host organization, in some cases complemented by qualified externals. In addition, a couple of studies report that the idea selection has also been influenced by a "community" evaluation, which often preceded the jury evaluation phase. The community evaluation is done either via binary votes (e.g. idea is seen as good or bad, as in [8]) or by using multi-criteria evaluation approaches (e.g., [18], [24]). Most innovation contests applied multi-criteria ratings which is in line with [22] who in their analysis found that simple rating mechanisms were less effective.

With regards to the evaluation criteria, although different sets of criteria were used in the different cases, the rating criteria were neither contradictory nor completely diverse: "Novelty", "relevance", and "elaboration" commonly form the basis for a more or less elaborate set of criteria in each of the cases. This is actually one of the requirements defined by [1] who introduced the *consensual assessment technique* (CAT) for the evaluation of creative work. All listed studies report to having applied the CAT, at least for the expert evaluation of their ideas.

2.2 Rating Reliability

One key requirement of the CAT is a high degree of inter-rater reliability. [1] suggested that sufficient reliability would be achieved with intra-class correlation coefficients (ICC) greater than 0.7. At this point we shall briefly rethink the rationale for using ICC: Intra-class correlation is especially useful for comparing ratings from more than two raters, and when raters are exchangeable, i.e. they are part of a potentially larger population of raters. In the studies listed in section 2.1, ICC was calculated as measurement for the reliability of the expert ratings regarding single rating criteria and/or overall rating scores. The authors of the studies were consistently satisfied with their ratings: [2] report that ICC coefficients were > 0.7 or slightly below for all criteria which were not excluded after factor analysis. Also [19] found high consensus for each of their criteria with ICC coefficients above 0.7. Consensus among judges was also approved in [9] and [10].

In contrast to these studies, the jury ratings from our contest seem to be significantly worse. Table 3 shows that the jury ICC coefficients for all 8 criteria are significantly below the 0.7 threshold. The students evaluation ICC coefficients on the other hand are much higher, most of them greater than 0.7.

Rating criteria	ICC (1,k) Jury	ICC (1,k) Students
Problem orientation	-0.110	0.574
Elaboration	0.108	0.788
Novelty	0.272	0.900
User value	0.068	0.749
User acceptance	0.220	0.769
Marketing potential	0.178	0.825
Technical feasibility	0.357	0.858
Economic feasibility	0.066	0.691

Table 3. Intra-class correlation coefficients (one-way random) for jury and students

In order to correctly interpret these results, we need to take a deeper look at the ICC calculations. First of all, there are different ICC models to be used: If not all raters evaluate each idea, the ICC (1, r) must be chosen which does not take into account effects of individual raters [23]. If the same raters evaluate all ideas, the commonly used model is ICC (2, r), which treats the raters as sample part of a potentially larger population of raters. Finally if raters consistently rate all ideas and they are not interchangeable, the ICC (3, r) model should be preferred. In our case we used the ICC (1, r) model because the evaluation task was shared among a larger set of raters (for the jury as well as for students).

The "problem" is that in our case, we had an exceptionally large number of ideas (n=310), and in the case of students ratings also an exceptionally large number of raters (k ~ 46) compared to other studies which reported on ICC. It has been shown in previous studies that the inter-rater reliability coefficients are not independent from the number of raters and the number of targets [6]. We will briefly explain this fact for the ICC (1, r) coefficient, which we applied for our rating results. Per definition [23]:

$$\mathrm{ICC}(1,\mathrm{r}) = \frac{\mathrm{BMS\text{-}WMS}}{\mathrm{BMS}} = 1\text{-}\frac{\mathrm{WMS}}{\mathrm{BMS}} \quad (1)$$

where BMS denotes the "between-targets mean square" and WMS the "within-target mean square". Let us assume we have n ideas and k ratings per idea. BMS and WMS are calculated as follows, with x_{ij} being the rating j for idea i:

$$\mathrm{BMS} = \frac{\mathrm{k}}{\mathrm{n\text{-}1}} \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} (\bar{\mathrm{x}}_{\mathrm{i}}\text{-}\bar{\mathrm{x}})^2 \quad (2)$$

$$\mathrm{WMS} = \frac{1}{\mathrm{n\,(k\text{-}1)}} \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{k}} (\mathrm{x}_{\mathrm{ij}}\text{-}\bar{\mathrm{x}}_{\mathrm{i}})^2 \quad (3)$$

We now assume that we double the number of raters, and the new raters perform exactly the same rating as the initial set of raters. With 2k raters we get a new ICC which is definitely higher than the initial ICC:

$$\mathrm{ICC}_{\mathrm{new}} = 1\text{-}\frac{\mathrm{k\text{-}1}}{\mathrm{2k\text{-}1}} \frac{\mathrm{WMS}_{\mathrm{old}}}{\mathrm{BMS}_{\mathrm{old}}} > \mathrm{ICC}_{\mathrm{old}} \quad (4)$$

$$\mathrm{ICC}_{\mathrm{new}} = \frac{(\mathrm{k\text{-}1})\mathrm{ICC}_{\mathrm{old}}+\mathrm{k}}{\mathrm{2k\text{-}1}} \quad (5)$$

The assumption that the new raters perform exactly the same ratings as the initial raters is certainly very unlikely for a small set of raters. On the other hand, our data confirmed that actually almost all 310 idea ratings from students were normally distributed (KS-test, H_0 rejected in only 1 of 310 cases, $\alpha = 0.05$, average p-value 0.633). Now if ratings for each idea are normally distributed, we can well argue that for instance 100 raters would perform very similar ratings as another group of 100 raters. If

we split 46 raters (students rating) into two groups and each group of 23 would theoretically perform an identical rating, ICC for each of the two groups would be, according to equation (5):

$$\mathrm{ICC}_{23} = \frac{45}{22}\mathrm{ICC}_{46}\text{-}\frac{23}{22} \tag{6}$$

An ICC_{46} coefficient of 0.8 would be equivalent to an ICC_{23} coefficient of 0.59, which is below the 0.7 threshold proposed for good reliability. A conclusion of this is that ICC coefficients are likely to be large when we have a large set of raters, as in the case of our students rating.

The other peculiarity is that in our case we have quite a large number of ideas (n=310). Using a similar logic as explained above, we can develop the following reasoning: If we double the number of ideas and the judges rate the new ideas exactly as they rated the initial set of ideas, e.g. because the ideas are very similar, then we can calculate the following:

$$\mathrm{ICC}_{\mathrm{new}} = 1\text{-}\frac{2\mathrm{n}\text{-}1}{2\mathrm{n}\text{-}2}\frac{\mathrm{WMS}_{\mathrm{old}}}{\mathrm{BMS}_{\mathrm{old}}} < \mathrm{ICC}_{\mathrm{old}} \tag{7}$$

According to equation (7), increasing the number of ideas actually has just the opposite effect on the ICC coefficient as increasing the number of raters. We thus suppose that the low inter-rater reliability of our jury evaluations was caused at least partially by (1) the large number of ideas and (2) the small number of raters (k=3).

2.3 Rating Validity

Rating validity is a related but still different concept than reliability: Ratings from a panel of judges may seem reliable (high consensus among raters) but they might apply the wrong target function, i.e. might come to wrong conclusions in terms of which ideas are good or bad. Measuring validity is very difficult if not impossible in innovation contests, because the true value of an idea can hardly be measured before the innovation is implemented and market success can be proven. Therefore, the idea of the CAT is that the *use of experts* and *high reliability of their assessments* should provide a meaningful approximation of the rating validity [1, p. 41ff]. A systematic evaluation process and the application of well-grounded expert knowledge are deemed to be sufficient measures for achieving a valid assessment [14].

Once a jury of experts has performed their evaluation and the reliability of their ratings has shown to be high, one can also assess the validity of evaluations from non-expert raters (e.g. participants): If participants were able to identify the best ideas in conformity with expert judgments, we talk about concurrent validity and we also deem the participants rating as valid [21], [22].

3 A Conceptual Model for Idea Selection

3.1 The value function

In most innovation contests, rating validity cannot be directly measured. At the point of running the contest, the true "value" of the ideas can only be predicted, but we can hardly know whether one or another idea will in fact become a commercial success.

The beauty about models is that we don't have to adhere to all real-world difficulties: We can assume that we know the value of the ideas, and we can then compare the rating of an idea against its true value. And for determining the value of the ideas, we can assume that the value of the ideas can be formulated as a parametric function. In order to construct a realistic value function, let us consider a famous innovation contest, the Netflix Prize challenge [18]: The contest was organized by the online

movie rental company Netflix and was run between October 2006 and September 2009. The task was to develop a new algorithm for their movie recommendation system that was at least 10% better than the former recommendation algorithm [3]. Selecting the best idea was obviously not really a problem because the evaluation criterion was clearly measureable: The quality of the algorithm is determined by calculating the square root mean error between the prediction and the actual movie rating. By comparing the contest proposals with their algorithm they could directly measure the improvement in percent. Figure 2 shows the best 100 proposals (among 44,014 submissions) [18]. We can interpret this as the *value function* of the proposals.

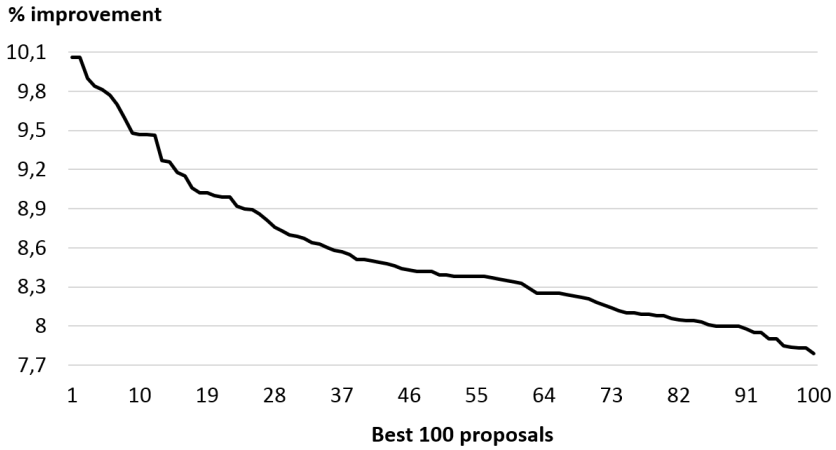


Figure 2. Value function of the Top-100 proposals from the Netflix Prize Challenge [28]

Interestingly, the Netflix Prize challenge is one example where the value of a proposal is directly measureable, and therefore helps to demonstrate a realistic distribution of a possible value function. For our purposes, we will consider three value functions for subsequent modelling and testing. We call them A, B, and C (figure 3). All three functions show the value of 100 ideas from best (left) to worst (right). For simplicity, the best idea has value 1 and the worst idea value 0, i.e. we have normalized the value of ideas.

Function B pretty much looks like the Netflix function for the 100 best ideas. We additionally construct two more functions, one with a steeper decline in the best ideas (function C) and one with a more moderate decline in the best ideas (function A).

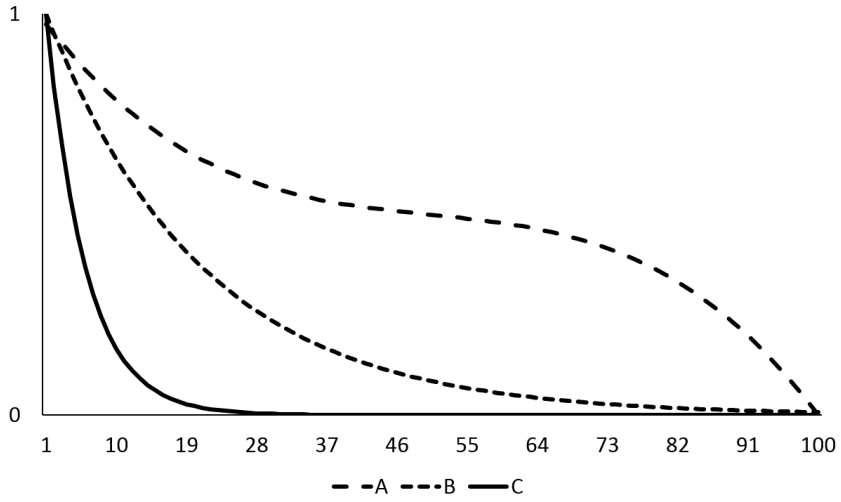


Figure 3. Hypothetical value functions for three innovation contests A, B and C

The functions shown in figure 3 are built as follows (n=100):

$$A(i) = 0{,}6\text{-}0{,}4\left(\frac{2i\text{-}n}{n}\right)^3 \text{-}0{,}2\frac{i}{n} \quad (8)$$

$$B(i) = \exp\left(\frac{5\text{-}5i}{n}\right) \quad (9)$$

$$C(i) = \exp\left(\frac{20\text{-}20i}{n}\right) \quad (10)$$

3.2 Idea Selection

Unlike the Netflix challenge, the usual case in most innovation contests is that the idea selection process does not result in a single chosen idea, but rather a set of the best ideas [8]. A prominent example is the Google 10-to-the-100, where ultimately the best five ideas were selected and granted a total award of 10 million dollars [20].

Now, if we wanted to select the best 10 ideas out of 100, we suppose that idea selection should be easiest in contest C because the value of the best 10 ideas is relatively much higher than the other 90 ideas, as compared to contests A and B. This understanding is based on the following logic: Even if raters are not able to identify the true value of the ideas, they should still be able to determine an approximation which is close to the true value. If the rating criteria are suitable for determining the true value, the raters' evaluations should be distributed normally around the true value [23].

The variance of this normal distribution can be caused by a set of different biases [11]: (1) Raters may not have an identical understanding of the rating criteria, and (2) raters may interpret scales differently, i.e. some raters are generally more positive (trustful) or negative (skeptical) than others. In addition, external effects will influence the ratings because (3) common rating criteria are qualitative measures, i.e. not absolutely measureable but rather depending on a comparison of the individual understanding of the idea compared with past experiences and drawn analogies. The first two biases would be "rater-specific", whereas the third would be called "dyad-specific" as it specific for each rater-idea couple [11].

In our model, ratings x_{ij} for idea i from rater j can be formulated as

$$x_{ij} = \mu_i + r_j + d_{ij} + \varepsilon_i \quad (11)$$

where μ_i is the theoretical true value of idea i, r_j is the rater-specific bias and d_{ij} is the dyad-specific bias for each rater-idea couple. Both the rater-specific bias as well as the dyad-specific bias are assumed to be normally distributed with a mean of zero and a variance of σ_R^2 and respectively σ_D^2 [23]. In addition, there might be an idea-specific error-term ε_i which could be caused by a systematic over- or under-evaluation of ideas (we can imagine that nicely visualized ideas would obtain better ratings than poorly presented ideas, even if they perform equally on all specified evaluation criteria). Because our focus in this study is not on optimizing rating criteria or criteria compliance, we set $\varepsilon_i = 0$.

Using assumptions for the distribution of rater biases (i.e. defining values for σ_R^2 and σ_D^2), we are now able to predict which ideas would be selected in the three contests A, B and C. We can then calculate the value of the selected ideas and compare it with the value of the best ideas. The value difference between the best ideas and the selected ideas would be the "*lost value*" from the selection.

4 Simulations and Findings

Our objective is now to test and visualize the impact of certain design parameters on the selection of the best ideas in our model in order to gain insights for the idea selection problem, and in particular for the idea selection in our contest. For this purpose, we run Monte Carlo simulations with 1,000 iterations for each of the following scenarios: The three value functions A, B and C with $\mu_i \in [0,1]$; number of raters k_1=4, k_2=8 and k_3=20; number of selected best ideas s_1=5, s_2=10 and s_3=25, and a total variance ($\sigma_R + \sigma_D$) ranging from 0.1 to 1.0 in steps of 0.1. We also distinguish between rating consistency (all raters evaluate each idea), inconsistency with fixed allocations (a subset of raters evaluate the same subset of ideas) and with random allocation (a subset of raters evaluate a randomly assigned subset of ideas). Overall, the combination of all parameters resulted in 810 different scenarios. In order to refrain from more complexity, we kept the number of ideas fixed at n=100 and we simply divided the total variance into equal halves ($\sigma_R^2 = \sigma_D^2 = \sigma^2/2$). In our contest, the rater-specific bias from students was found to make ~40% of their overall variance of ratings per idea, i.e. using $\sigma^2/2$ in our model does not seem to be unrealistic.

For each of the 1,000 iterations in each of the 810 scenarios we calculated two values: The lost value and the ICC coefficient. In contrast to the ICC which shows the reliability of the ratings, the lost value is actually a measure for the validity of the rating. Based on the value functions which we constructed, we were able to compute the degree of validity for each rating scenario. The higher the columns (figures 4 and 5), the lower the validity of the rating, expressed in the overall lost value from the idea selection decision. Results discussed in the following are average values from all 1,000 iterations. The x-axis shows the total bias variance from $\sigma^2 = 0.1$ to $\sigma^2 = 1.0$.

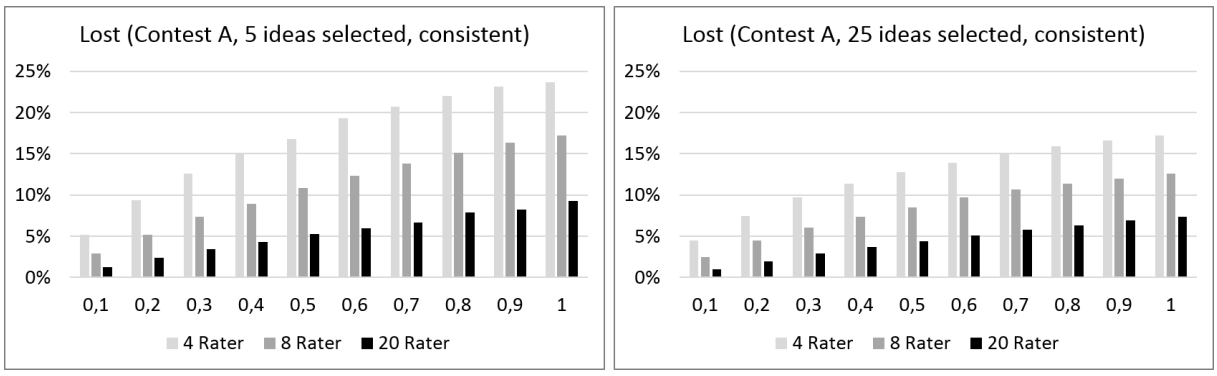


Figure 4. Lost value (by idea selection): Contest A

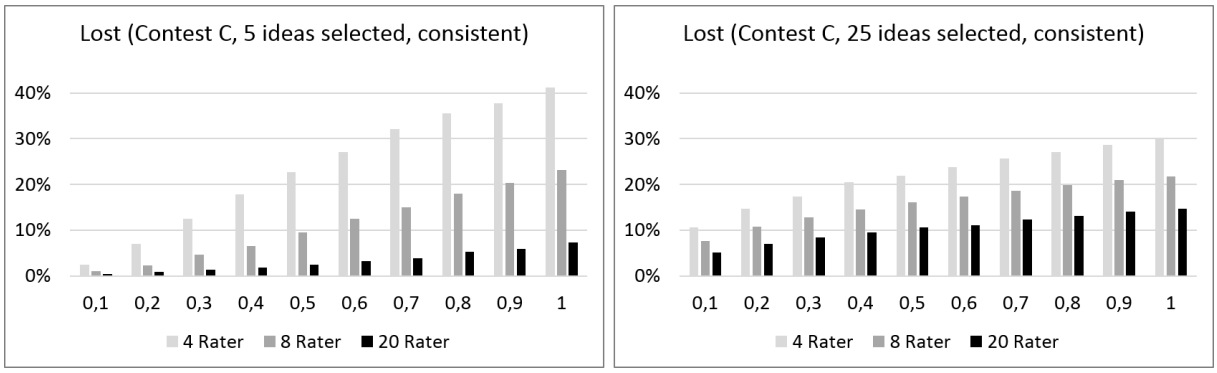


Figure 5. Lost value (by idea selection). Contest C

From all scenarios which we computed, figures 4 and 5 illustrate the results which are the most remarkable. Our calculations showed that the "in-between" scenarios (contest B in between A and C; s=10 selected ideas in between 5 and 25) produce results which are in between those shown in figures 4 and 5. For interpreting our findings we therefore concentrate on the results which most clearly exhibit the differences between the scenarios.

At first sight, the results confirm two aspects which we had expected: (1) The larger the rater bias, the higher the overall lost value, and (2) more raters are better than few at determining the best ideas, at least for the same rater bias. A bit surprising at first sight is that selecting the best ideas in contest C was obviously not "easier" than in contest A. The lost value in contest C is higher than in contest A in most scenarios (only when we select 5 ideas, the lost value in contest C is lower than in contest A, at least for some σ^2 values). We can explain this observation by the fact that the calculation is done as

$$v_{lost} = (\sum v_{best} - \sum v_{selected}) / \sum v_{best} \quad (12)$$

and the effect of making "wrong" decisions is smaller for contest A than for contest C. Hence, although in contest C we should be able to better identify the best ideas, the larger effect from making wrong decisions makes the idea selection more difficult in the end.

Another interesting observation can be made by comparing the *maximum level of variance* which is *acceptable* if we want to achieve a *certain degree of rating validity*. In all scenarios, 20 raters with a bias variance of even 1.0 performed better at idea selection than 4 raters with a bias variance of 0.3. In other words, a community of 20 raters which has a bias 3 times as large as a jury of 4 raters would still be expected to perform better at selecting the best ideas, at least for the applied value functions.

Looking at the reliability of the ratings, it is apparent that we did not achieve ICC coefficients > 0.7 in any of the 4-rater scenarios – not even for the smallest variance of 0.1 (see figure 6). This result confirms our discussion from section 2.2 where we argued that ICC coefficients for a small number of raters and contests with many ideas (in this case 100) would be low in most cases. It also explains why we got such low ICC coefficients for the jury rating in our contest, where we actually had triple the number of ideas (n=310) and only 3 raters per idea.

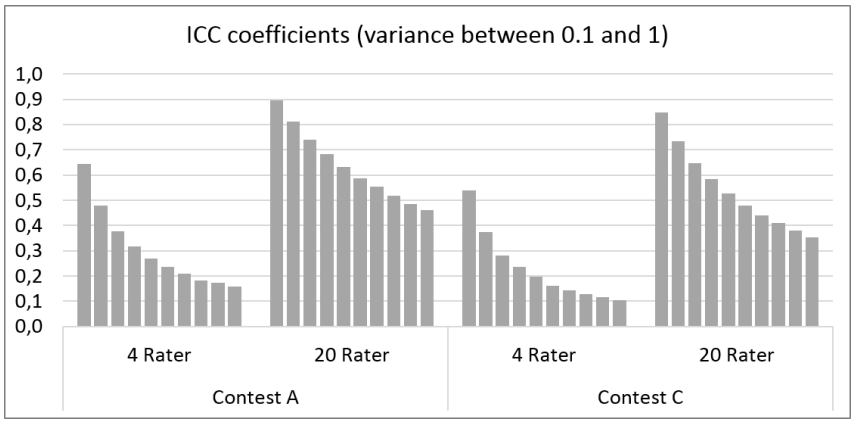


Figure 6. ICC (2,r) coefficients for contests A and C, comparison of 4 and 20 raters

By comparing figure 6 with figures 4 and 5 we observe a high correlation between rating performance and the inter-rater reliability (Pearson correlation test confirmed significance at p=0.01 level). But this correlation cannot be interpreted as a linear relationship: 4 raters in contest A had a lost value of ~10% at $\sigma^2 = 0.3$ while 20 raters in contest C had a lost value of ~10% at $\sigma^2 = 0.4$. The corresponding ICC coefficients are 0.38 and 0.58, i.e. the ICC coefficients for almost the same rating performance are found to be quite different.

Comparing consistent ratings (raters evaluate each idea) with inconsistent ratings (raters evaluate a subset of ideas) offers additional insights: First of all, consistent rating performed much better than both types of inconsistent ratings. For instance, a consistent rating with $\sigma^2 = 1$ resulted in a similar rating performance as inconsistent ratings with $\sigma^2 = 0.6$ (see figure 7). Comparing both types of inconsistent ratings, i.e. fixed vs. random allocation of ideas, we could not find a significant difference.

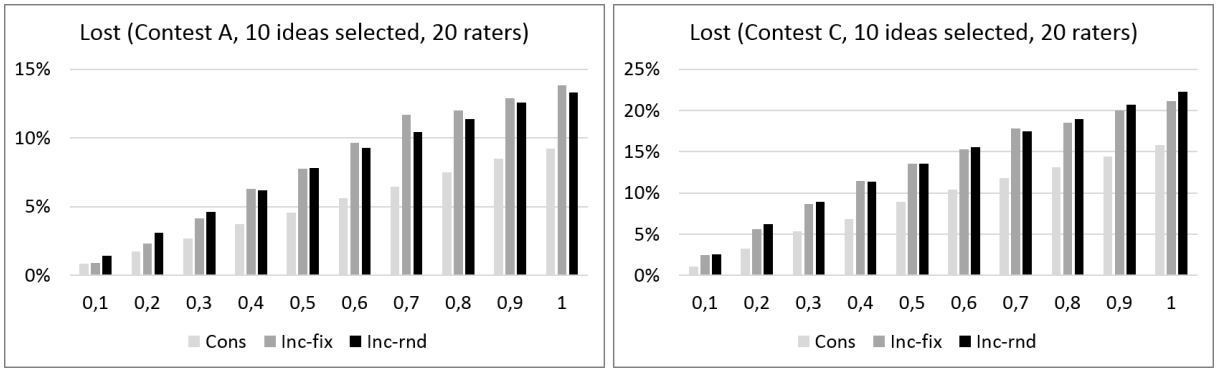


Figure 7. Lost value compared for consistent, inconsistent fixed and random

We also compared the ICC coefficients for the same scenarios (figure 8). Especially for contest C it is interesting that the ICC is lowest for inconsistent ratings with fixed idea allocation, although fixed allocation has performed slightly better in terms of value selection.

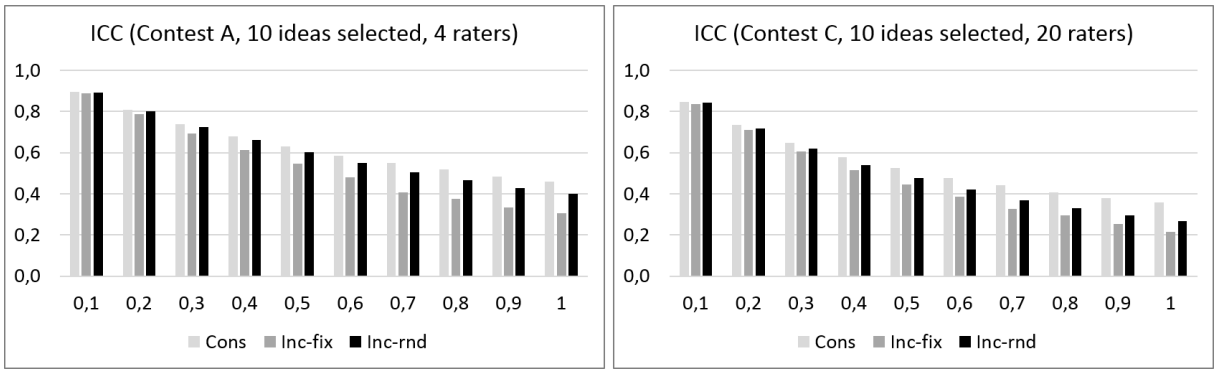


Figure 8. ICC coefficients compared for consistent (ICC (2, r)), inconsistent fixed and random (ICC (1, r))

5 Discussion & Conclusion

Although from our modelling results we could not gain renewed confidence with the rating results from our contest, the presented findings reveal various insights which could be considered for subsequent innovation contests – in a sequel of the contest at our university, and also in other large-scale innovation contests. First of all, the results have proven that rating reliability is a very useful proxy for the validity of a rating as the computed ICC coefficients and rating performance in our model are highly correlated. Nevertheless, the ICC coefficients should be interpreted with caution: Commonly used thresholds seem to be adequate when a jury of experts evaluates a small number of ideas. But once we have a larger number of ideas, ICC coefficients will most probably be low due to the difficulty to clearly distinguish between the perceived value of ideas. Unfortunately, we cannot really offer a solution to this problem: Even though from our simulations we can interrelate ICC values from 810 different idea contests with their corresponding rating validity (or lost value), the set of assumptions used for our model is still rather limited, compared to the potential configuration space of innovation contests in practice. In addition, we have seen from our modelling results that there is clearly no linear relationship between ICC coefficients and rating validity, i.e. a systematic correlation between model parameters, ICC coefficients, and rating validity seems to be a complex endeavor. Developing new ICC thresholds for large-scale idea contests with many raters would be highly desirable but would also require a significant extension of non-static model parameters.

Regardless the above mentioned limitation, we can offer strong support for engaging a larger community of raters. While this statement can be qualitatively explained by the law of large numbers, our simulations go one step further and provide numeric insights: For *all scenarios* – and the value functions A, B and C were actually quite different – we found that a community of 20 raters would outperform a jury of 4 raters, even if the rating bias of the community was *three times* higher. This finding reassures the relevance of "open evaluation" approaches [8], especially because it is obviously much easier to recruit an extra couple of sufficiently skilled and motivated raters, compared to taking measures for significantly improving the rating ability of your raters at hand.

Our simulations confirmed another qualitative statement which relates to the set-up of idea selection in innovation contests: Ideally you would use a large group of expert raters who *consistently* evaluate the entire set of ideas. Consistency means that each rater evaluates all ideas. From figure 8 we can get an impression of the advantages of consistent ratings with regards to rating reliability. What is interesting now is that the rather small advantage of consistent ratings expressed in ICC values turned out to be much larger when looking at the rating validity (see figure 7): From all scenarios, consistent ratings performed *on average 40% better* at value selection compared to the inconsistent ratings. The problem

is that a request for rating consistency will hardly be complied with, once we talk about innovation contests with very large numbers of ideas. For instance in the Google 10-to-the-100 contest, a team of 3,000 employees was engaged to evaluate an overwhelming amount of 150,000 ideas – a task which would have never been accomplished with a consistent rating [15].

We finally want to stress that rating performance clearly depends on the rater bias, and logically the smaller the bias the better the results. In our model we simply used σ^2 as the variance of the overall rating bias and split this into equal parts for the rater-specific and the dyad-specific bias. On this aspect we would call for additional research which could investigate measures to improve the alignment of raters (i.e. reducing the variance of ratings for the same idea). Such measures seem to bear great potential for improving the idea selection process, and it would be particularly useful for community ratings where we usually have rather little control on the rating abilities of "non-expert" raters.

Coming back to the idea rating results in our innovation contest with students, it became clear that the difference between ICC values from the jury and the student evaluation can mainly be explained by the large number of student raters and the small number of "expert" raters per idea. Still, the results cannot be deemed satisfactory. The first question is whether the jury was sufficiently skilled to realistically evaluate the ideas. With regards to evaluating ideas for *digital city services*, our 27 research assistants may have had not enough common understanding about how to apply the rating criteria. A briefing workshop and maybe a joint evaluation trial-run could have been useful. The second question is whether the jury members were sufficiently motivated to concentrate on their task to evaluate the ideas. Expert rater motivation is a general problem, because we can imagine that highly skilled people with great expertise are usually very busy and have very limited time for their evaluation task. The last question is whether the students were actually able to assess the ideas on all defined criteria. Especially technical and economic feasibility are criteria which they may not be sufficiently knowledgeable about. Here, an idea for the future would be to limit the community evaluation to the more straightforward criteria, derive a short-list of ideas, and then have the experts evaluate the short-listed ideas on the more difficult criteria, or on a wider set of criteria.

6 References

[1] Amabile, TM (1996): Creativity in context: Update to the social psychology of creativity. Westview Press.

[2] Blohm, I.; Bretschneider, U; Leimeister, JM; Krcmar, H (2011): Does collaboration among participants lead to better ideas in IT-based idea competitions? An empirical investigation. Int. J. of Networking and Virtual Organisations 2(9):106-122.

[3] Boudreau, KJ; Lacetera, N; Lakhani, KR (2011): Incentives and problem uncertainty in innovation contests: An empirical analysis. Management Science 57(5):843-863.

[4] Bretschneider, U (2012): Die Ideen Community zur Integration von Kunden in die frühen Phasen des Innovationsprozesses. Gabler, Wiesbaden.

[5] Bullinger, AC; Neyer AK; Rass, M; Moeslein, KM (2010): Community-Based Innovation Contests: Where Competition Meets Cooperation. Journal of Creativity and Innovation Management 19(3):290-303.

[6] Cortina, JM (1993): What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. Journal of Applied Psychology 78(1):98-104.

[7] Ebner, W; Leimeister, JM; Krcmar, W. (2009): Community engineering for innovations: The ideas competition as a method to nurture a virtual community for innovations. R&D Management 39(4):342-356.

[8] Haller, J. (2013): Open Evaluation. Integrating users into the selection of new product ideas. Gabler, Wiesbaden.

[9] Hansen, EG; Bullinger, AC; Reichwald R (2011): Sustainability innovation contests: Evaluating contributions with an eco impact-innovativeness typology. Int. J. Innovation and Sustainable Development 5(2/3):221-245.

[10] Hartmann, M; Bretschneider, U; Leimeister JM (2013): Patients as innovators. The development of innovative ideas with the Ideenschmiede. *11th Int. Conference on Wirtschaftsinformatik*

[11] Hoyt, WT (2000): Rater bias in psychological research. When is it a problem and what can we do about it? Psychological Methods 5(1):64-86.

[12] Innovation Contest Inventory: http://innovationresearch.de, accessed 09-15-2013.

[13] Jeppesen, LB; Lakhani KR (2010): Marginality and problem-solving effectiveness in broadcast search. Organization Science 21(5): 1016-1033.

[14] Kaufman JC; Baer, J; Cole, JC; Sexton JD (2008): A comparison of expert and non-expert raters using the consensual assessment technique. Creativity Research Journal 20(2):171-178.

[15] Klein, M (2012): Enabling large-scale deliberation using attention-mediation metrics. Computer Supported Cooperative Work 21(4/5):449-473.

[16] Kristensson, P; Gustafsson, A; Archer, T (2004): Harnessing the creative potential among users. Journal of Product Innovation Management 21(1):4-14.

[17] Leimeister, JM; Huber, M; Bretschneider, U; Krcmar, H. (2009): Leveraging crowdsourcing: Activation-supporting components for IT-based ideas competition. Journal of Management Information Systems 26(1):197-224.

[18] Netflix Prize: www.netflixprize.com, accessed 09-15-2013.

[19] Piller, FT; Walcher, D (2006): Toolkits for idea competitions: A novel method to integrate users in new product development. R&D Management 36(3):307-318.

[20] Project 10-to-the-100: www.google.com/campaigns/project10tothe100, accessed 09-15-2013.

[21] Reinig, BA; Briggs, RO; Nunamaker, JF (2007): On the Measurement of Ideation Quality. Journal of Management Information Systems 23(4):143-161.

[22] Riedl, C; Blohm, I; Leimeister, JM; Krcmar, H (2010): Rating scales for collective intelligence in innovation communities: Why quick and easy decision making does not get it right. *ICIS 2010 Proceedings.*

[23] Shrout, PE; Fleiss, JL (1979): Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. Psychological Bulletin 86(2):420-428.

[24] Walcher, D (2007): Der Ideenwettbewerb als Methode der aktiven Kundenintegration: Theorie, empirische Analyse und Implikationen für den Innovationsprozess. Gabler, Wiesbaden.

[25] Wenger, JE (2012): Gewinngestaltung bei Innovationswettbewerben. Theoretische und praktische Betrachtung. Gabler, Wiesbaden

Barrieren der Erfolgsmessung von Enterprise Social Software

Christian Herzog, Melanie Steinhüser, Uwe Hoppe

Universität Osnabrück, Institut für Informationsmanagement und Unternehmensführung, 49069 Osnabrück, E-Mail: {vorname.nachname}@uni-osnabrueck.de

Alexander Richter, Michael Koch

Universität der Bundeswehr München, Forschungsgruppe Kooperationssysteme München, 85577 Neubiberg, E Mail: {vorname.nachname}@unibw.de

Abstract

Während Enterprise Social Software (ESS) zunehmend zum Einsatz kommt, stellt die Evaluierung ihres Nutzens immer noch eine Herausforderung für die meisten Unternehmen dar. Um ein besseres Verständnis für existierende Probleme zu entwickeln und Lösungsansätze zu finden, werden im vorliegenden Beitrag Barrieren der ESS-Erfolgsmessung auf Basis von 26 Experten-Interviews untersucht. Es werden 16 Barrieren identifiziert und in die Kategorien (1) Ressourcen und Verantwortlichkeit, (2) Ziele und Zieldefinition sowie (3) Vorgehen und Datenmaterial eingeordnet. Dabei zeigt sich, dass im Kontext von ESS insbesondere fehlende oder ungenaue Ziele die Erfolgsmessung erschweren und, dass der Erhebung von Nutzungsdaten eine höhere Bedeutung zukommt. Die anschließende Einordnung der Barrieren in Phasen des Lebenszyklus einer ESS soll helfen, die Erfolgsmessung besser planen zu können.

1 Motivation

Von Jahr zu Jahr steigt die Zahl der Unternehmen, die Social Software für ihre interne Kommunikation und Kollaboration einsetzen [2]. Gleichzeitig ist der Nutzen, der durch den Einsatz von ESS entsteht nicht unumstritten [26]. Unternehmenspraxis und Wissenschaft tun sich schwer damit, die positiven Effekte zu belegen und den geschaffenen Mehrwert, der durch ESS entsteht, zu evaluieren und dadurch die Investition zu rechtfertigen [26].

ESS hat mehrere spezifische Charakteristika, die Einfluss auf die Erfolgsmessung haben. Zum Beispiel unterstützt ESS den Nutzer dabei, einfach eine Vielzahl eigener Inhalte zu generieren [9] und führt zu einem hohen Vernetzungsgrad der Mitarbeiter untereinander [8]. Daneben dient ESS nicht primär einem spezifischen Anwendungsszenario, sondern kann von ihren Nutzern für eine Vielzahl von Praktiken im Arbeitsalltag verwendet werden. Ihr Mehrwert zeigt sich erst dann, wenn sie ihren Platz im Arbeitsalltag der Anwender gefunden hat und lässt sich folglich nur im Kontext eines spezifischen Anwendungskontextes messen [28]. Durch diese Eigenschaften entstehen Herausforderungen, aber auch Möglichkeiten einer Erfolgsmessung. So liegt zum Beispiel ein stärkerer Fokus auf der Erhebung und Analyse von Nutzungsdaten [13]. Gleichzeitig hat sich bis heute keine einheitliche Vorgehensweise zur Ermittlung des Nutzens etabliert. Dabei finden Erfolgsmessungsmodelle von Informationssystemen (IS) oftmals keinen Einzug in die Unternehmen, weil deren Praxisrelevanz umstritten ist [11][29]. Unabhängig von der Verwendung bestimmter Modelle stellt sich auch die Frage, welche Schwierigkeiten und Probleme generell bei der ESS-Erfolgsmessung existieren. Um eine geeignete Vorgehensweise für Praktiker und Forscher abzuleiten und die Erfolgsmessung zu verbessern, ist eine genaue Analyse der existierenden Barrieren notwendig.

Das diesem Beitrag zu Grunde liegende Forschungsziel ist somit die Identifikation von Barrieren der Erfolgsmessung von Enterprise Social Software. Darüber hinaus werden Ansatzpunkte vorgeschlagen um diese zu überwinden. Um ein besseres Verständnis der Barrieren zu bekommen, wurden Daten in einer Interviewstudie mit 26 Experten, die für die ESS im Unternehmen verantwortlich sind, erhoben und nachfolgend analysiert. Hierauf vorbereitend liefert Kapitel 2 zunächst einen kurzen Überblick der IS- und ESS-Erfolgsmessung und der damit verbundenen Schwierigkeiten. Kapitel 3 umfasst die Beschreibung des Vorgehens, der Planung der Datenerhebung sowie der anschließenden Analyse. In den Kapiteln 4 und 5 werden die Ergebnisse präsentiert und diskutiert. Ein Fazit und ein Ausblick auf weitere Forschungsarbeiten schließen den Beitrag ab.

2 Schwierigkeit der Erfolgsmessung von Informationssystemen und Enterprise Social Software

Seitdem IS von Unternehmen eingesetzt werden, existiert der Wunsch zur Evaluierung, Bewertung und Messung ihres Erfolges. Nicht weniger alt sind Diskussionen dazu, ob und wie sich dies realisieren lässt. Diesen Herausforderungen verlieh in den 1990er Jahren das so genannte Produktivitätsparadoxon einen Ausdruck. In mehreren Studien war kein Nachweis eines Zusammenhangs einer Investition in IS und einem gleichzeitigen Anstieg der Produktivität zu erkennen [14][41]. Zur besonderen Popularität kam diese Thematik 2003 durch den Artikel „IT doesn't matter" von Nicholas G. Carr [5]. Auch wenn andere Studien dem Produktivitätsparadoxon widersprechen [20][38], zeigt die Diskussion die Schwierigkeit, die direkten Effekte nachzuweisen. Um Produktivitätsveränderungen zu analysieren, werden Input und Output gemessen. Werden hierfür monetäre Messgrößen wie Umsatz oder Gewinn verwendet, können Markt- und Umverteilungseffekte die Messung verfälschen. Dazu kommen Verzögerungseffekte, bedingt durch Anlaufschwierigkeiten

und Lerneffekte bei der Implementierung der IS [15][39]. Die Ergebnisse einer umfassenden Literaturrecherche zur IS-Erfolgsmessung von Schryen (2010) zeigen außerdem, dass einige Forschungsfelder, wie zum Beispiel die Analyse des immateriellen Nutzens, immer noch nicht ausreichend adressiert wurden [33].

In verschiedenen Publikationen wurden Modelle zur IS-Erfolgsmessung veröffentlicht [10][12][30][34]. Das in der Wissenschaft dominierende Model [37] ist das IS Success Modell von DeLone und McLean [7]. Auch wenn dieses und andere Modelle unter Forschern eine breite Akzeptanz genießen, steht ihre Praxisrelevanz in der Kritik [11][31]. Rosemann und Vessey identifizierten verschiedene Probleme hinsichtlich der praktischen Ausrichtung der IS-Erfolgs-Forschung und empfehlen einen „Applicability Check“ bei der Konstruktion von Erfolgsmessungs-Modellen, um die Praxisrelevanz wissenschaftlicher Artefakte zu überprüfen [29]. Eine Analyse des IS Success Modells konnte die praktische Anwendbarkeit nur bedingt feststellen [22]. Es wurde vor allem kritisiert, dass der entstehende Aufwand sowie die Integration der Erfolgsmessung in den IS-Lebenszyklus nicht berücksichtigt werden. Zusätzlich wurden „Barrieren der Tauglichkeit“ hinsichtlich der verschiedenen Dimensionen des Modells identifiziert. In der Dimension Nutzung war die Messung von Systemzugriffen rechtlich nur bedingt zulässig oder die Evaluierung der Nutzerzufriedenheit durch eine selektive Befragung manipulierbar sowie deren Objektivität und damit Validität fraglich. Weitere Hindernisse waren Probleme der Messbarkeit der Informationsqualität oder nicht berücksichtigte praxisrelevante Parameter. Eine unzureichende Umsetzung der Erfolgsmessung ließ sich auf mangelnde Verantwortlichkeiten oder das Fehlen eines durchgehenden Prozesses zurückführen.

Für die Erfolgsmessung von ESS wurden teilweise die oben beschrieben IS-Modelle modifiziert [23][36] oder ganz neue Ansätze entwickelt [21][26]. Durch die speziellen Eigenschaften von ESS sollten IS-Modelle nicht ohne Anpassungen übernommen werden [36]. Durch die hohe Beteiligung der Nutzer und die hohe Anzahl an nutzergenerierten Inhalten, kommt den Nutzungsdaten eine zentrale Bedeutung zu [13][21][24]. Die Übertragung der Nutzungsstatistiken auf den geschaffenen Mehrwert ist jedoch kaum möglich und so bedarf es einer genauen Analyse und weiterer Interpretationen [13]. Eine weitere Barriere bei der Erfolgsmessung entsteht durch die Nutzungsoffenheit von ESS [28]. Traditionellen IS, wie ERP oder DMS, liegen bereits bei ihrer Entwicklung vorgegebene bzw. klar definierte Nutzungsszenarien zugrunde. ESS wird hingegen meistens eingesetzt, um unstrukturierte Aufgaben zu unterstützen, wobei ein abgegrenztes Anwendungsszenario selten definiert ist. Damit zusammenhängend fehlen messbare Zielgrößen, wodurch eine Messung des ökonomischen Nutzens schwer ist [27][28]. Auch wenn einige Publikationen vereinzelt Barrieren der ESS-Erfolgsmessung ansprechen [13][28], fehlen bisher tiefergehende Forschungsarbeiten hierzu. Hier setzt die vorliegende Studie an.

3 Datenerhebung und Analyse

Um die Barrieren der Erfolgsmessung von ESS zu identifizieren, wurde ein qualitatives Vorgehen durch halb-standardisierte Interviews gewählt [32]. Es wurden 26 Interviews mit für die ESS verantwortlichen Personen aus 24 Unternehmen zwischen Dezember 2011 und Juni 2012 geführt. Durch die explorative Herangehensweise konnten unterschiedliche Perspektiven in diesen relativ wenig erforschtem Bereich einbezogen werden [35]. Des Weiteren kann dadurch ein Verständnis für das Vorgehen und die Umsetzung der ESS-Erfolgsmessung aufgebaut werden, um die

Zusammenhänge zu den Barrieren beurteilen zu können. Zusätzlich gestatten die Interviews eine Bewertung der Beziehungen zur Zielsetzung und Anwendung der eingesetzten ESS.

In Vorbereitung auf die Interviews wurde ein Leitfaden zusammengestellt, der das Gespräch mit den Teilnehmern unterstützen und eine Vergleichbarkeit ermöglichen sollte [4]. Dieser beinhaltete 32 Fragen in verschiedenen Kategorien. Die Hauptfragen waren: „Gibt es Barrieren, die die Erfolgsmessung der Enterprise Social Software einschränken?“ (im Fall dass Erfolgsmessung angewendet wird), „Warum findet keine Erfolgsmessung statt? Gibt es Barrieren, die eine Erfolgsmessung verhindern?“ (im Fall dass Erfolgsmessung nicht angewendet wird), sowie „Gibt es definierte Ziele, die der Einsatz der Enterprise Social Software verfolgt?“. Die Frage zur Zielsetzung von ESS wurde gestellt, um auftretende Barrieren durch fehlende oder falsche Ziele untersuchen zu können. Insgesamt wurden vier verschiedene Kategorien abgefragt: (1) Person und Unternehmen, (2) Planung und Anwendung der ESS sowie deren Zielsetzung, (3) Erfolgsmessung von ESS und (4) Einfluss der Nutzung auf den Nutzen. Dies half uns, einen Eindruck über die Erfahrung der Teilnehmer zu bekommen und gleichzeitig deren Aussagen im jeweiligen Kontext interpretieren zu können. Der Interview-Leitfaden ermöglichte eine Vergleichbarkeit der Interviews und gleichzeitig genügend Freiraum für umfassende Aussagen sowie ein gezieltes Nachfragen des Interviewers, um bestimmte Situationen im Detail zu erörtern [4].

Die teilnehmenden Unternehmen wurden nicht nach bestimmten Kriterien, wie Branche oder Größe ausgewählt, sondern aufgrund der Tatsache, dass sie zum beschränkten Kreis der Unternehmen gehören, die bereits ausreichend Erfahrung in der Domäne besitzen. Alle Unternehmen haben ihren Sitz im deutschsprachigen Raum (Österreich, Deutschland und Schweiz) und wurden auf Konferenzen, Messen, in Web-Communities oder aufgrund persönlicher Empfehlungen akquiriert. Die Interviews wurden anschließend telefonisch mit einer Durchschnittslänge von ca. 45 Minuten geführt und aufgezeichnet. Eines wurde in Form eines persönlichen Treffens abgehalten und bei einem Weiteren wurde auf Wunsch des Teilnehmers auf eine Aufnahme verzichtet und stattdessen auf Gesprächsnotizen zurückgegriffen. Alle Aussagen der Teilnehmer wurden für die Veröffentlichung anonymisiert, können jedoch vom Interviewer zugeordnet werden [19]. Hierfür wird eine Nummerierung verwendet (z.B. Interview-Teilnehmer 13 = i13), deren Zuteilung nur dem Interviewer zur Verfügung steht. Die Tonaufnahmen wurden in Textform transkribiert und die Dokumente anschließend codiert. Dabei wurden die Codes in verschiedene Kategorisierungen für die jeweiligen Fragestellungen gegliedert. Neben der Klassifizierung der Codes wurde die Anzahl der Aussagen gezählt, um eine Gewichtung vornehmen zu können. 26 Interviews liefern zwar keine repräsentativen Ergebnisse, dennoch sind diese Werte ein wichtiger Indikator für die Bedeutung der jeweiligen Barrieren und ermöglichen es, diese entsprechend zu interpretieren. Bei der Auswertung erkannten wir drei unterschiedliche Kategorien, in welche wir die Barrieren einordnen konnten: (1) Wer misst den Erfolg (*Barriere: Ressourcen und Verantwortlichkeit*), (2) Was soll gemessen werden (*Barriere: Ziele und Zieldefinition*), sowie (3) Wie wird die Erfolgsmessung umgesetzt (*Barriere: Vorgehen und Datenmaterial)* (siehe Tabelle 1).

Erste Zwischenergebnisse wurden in einer Fokusgruppe mit 10 Teilnehmern aus Forschung und Praxis diskutiert [16]. Die Fokusgruppe bestätigte die bestehenden Barrieren bei der Erfolgsmessung. Des Weiteren zeigten sich in der Diskussion die unterschiedlichen Sichtweisen der Erfolgsmessung, die auch schon in den Interviews bemerkt wurden. Während der Interviews wurde absichtlich auf eine Definition von Erfolgsmessung verzichtet, um die verschiedenen Auslegungen der Teilnehmer zu erfahren. Grundsätzlich wurden, ähnlich wie in anderen Veröffentlichungen [13][26], zwei Dimensionen der Erfolgsmessung erkannt: (1) Nutzung und (2) Mehrwert. Diese verschiedenen

Sichtweisen sind für das Verständnis der Barrieren von Bedeutung, um so deren Auswirkungen richtig interpretieren zu können. Nach der Auswertung der 26 Interviews wurden die Ergebnisse erneut in einer zweiten Fokusgruppe mit drei ESS-Forschern diskutiert, um die Subjektivität des Interviewers und seiner Auswertung zu reduzieren [35].

4 Ergebnisse

17 der 24 Unternehmen nannten Barrieren hinsichtlich der Erfolgsmessung der eingesetzten ESS. Teilweise wird diese dadurch verhindert (7 [n=24]) oder eingeschränkt (10 [n=24]). Neben den Barrieren sahen einige Unternehmen aus unterschiedlichen Gründen keinen Bedarf an einer Messung des ESS-Erfolges. Ein Teilnehmer sah die Nutzung der ESS mittlerweile so in den Arbeitsprozess integriert, dass eine Messung nicht für nötig befunden wurde. Ein weiterer Grund war die Evidenz des Nutzens (Zitat von Interview-Teilnehmer 13 (i13): *„Wir haben einfach gesehen, dass dadurch alleine für die Unternehmenskultur so viel Positives hinzukommt, dass wir dann keine Notwendigkeit mehr gesehen haben, das zusätzlich irgendwie zu messen."*), oder der Zeitpunkt für eine Messung wurde als zu früh angesehen. Zusätzlich wurden eine kleine Unternehmensgröße sowie ein nicht lohnendes Aufwand-Nutzen-Verhältnis als weitere Gründe für den fehlenden Bedarf angegeben. Bei den meisten Unternehmen wurde eine Erfolgsmessung als bedeutend angesehen und entsprechend auch angewendet.

Insgesamt wurden 16 Barrieren genannt, die dabei an verschiedenen organisatorischen oder technischen Stellen sowie in unterschiedlichen Projektphasen entstanden. Tabelle 1 zeigt die identifizierten Barrieren der ESS-Erfolgsmessung.

Tabelle 1: Barrieren der ESS-Erfolgsmessung

Kategorie	**Barriere**
Wer misst den Erfolg? *Barriere: Ressourcen und Verantwortlichkeit*	Keine Verantwortlichen
	Zu hoher Aufwand
	Fehlende Kapazitäten
	Kein akzeptables Nutzen / Aufwand-Verhältnis
	Kein offizielles Projekt / U-Boot-Projekt
Was soll gemessen werden? *Barriere: Ziele und Zieldefinition*	Keine Ziele
	Ungenaue (nicht messbare) Ziele
	Schwierigkeit, Kennzahlen zu definieren; Nur möglich, invalide Annahmen zu machen
	Erfolgsmessung bzw. ROI zu komplex; Generelle Komplexität der Effekte von ESS
Wie wird die Erfolgsmessung umgesetzt? *Barriere: Vorgehen und Datenmaterial*	Datenschutzbestimmungen
	Grenzen von Umfragen (Sprache, Länge)
	Regulierungen durch Betriebsrat
	Technische Grenzen der Datenerhebung und Auswertung
	Fehlende Vergleichsdaten
	Schutz personenbezogener Daten
	Komplexität inhaltlicher Analyse

Im Folgenden werden die einzelnen Barrieren näher beschrieben.

4.1 Wer misst den Erfolg? – Barriere: Ressourcen und Verantwortlichkeit

Bereits während der Einführung von ESS können organisatorische Barrieren eine spätere Erfolgsmessung verhindern. Ein Interview-Teilnehmer gab an, dass für die Bottom-up eingeführte ESS die Verantwortlichkeiten nicht geklärt sind. Ohne Verantwortlichen gibt es auch niemanden, der an einer Evaluierung interessiert ist, beziehungsweise eine Erfolgsmessung initialisiert (i06: „*Es war nie eine Entscheidung von oben oder von einer designierten Stelle, die gesagt hat: Wir setzen das jetzt ein, der Vorstand steht dahinter und in einem Jahr schauen wir, wie weit wir gekommen sind. Das gab es ja alles nicht, sondern es war ein kompletter Bottom-up Approach*“). Ein weiterer Teilnehmer schilderte, dass die ESS-Plattform offiziell gar nicht existiere und dadurch die Erfolgsmessung nur rudimentär durch Nutzungsanalysen erfolgte (i05: „[…] *Es wollte keiner Erfolgsmessung machen, weil es das Projekt offiziell nicht gab.*“).

Unabhängig von einer Erfolgsmessung wurden von allen 24 Unternehmen positive Effekte durch den Einsatz der ESS berichtet. Wie weiter oben schon erwähnt, reicht einigen Plattformverantwortlichen diese Erkenntnis aus, sodass eine Erfolgsmessung nicht für nötig gehalten wird. Für andere wiederum steht der Aufwand einer umfassenden Erfolgsmessung keinem angemessenen Nutzen gegenüber (i18: „*Wie viel investiere ich in die Messung? Das Problem ist schlicht und einfach: Um etwas wasserdicht argumentieren zu können, muss ich in die Messung so viel investieren, dass mir der Gewinn fast verloren geht.*“ oder i21: „[…] *Darüber hinaus wird irgendwann der Aufwand zu groß für das Ergebnis. Bei einer kleinen Unternehmensgröße kann ich einfach viel durch Fragen, Meetings usw. klären*“). Unabhängig vom Nutzen stellt der hohe Aufwand an sich für eine aussagekräftige Erfolgsbewertung eine große Barriere dar (i03: „*Eine genaue und intensive Bewertung der Statistikdaten und deren Präsentation beansprucht einfach zu viel Zeit!*“). Damit einhergehend verhindern fehlende Kapazitäten die Möglichkeiten einer detaillierten Messung (i23: „*Wir machen nur eine sehr rudimentäre Auswertung. Es gäbe vielleicht Möglichkeiten, das mehr im Detail anzuschauen, aber das ist eine Ressourcenfrage.*“ oder i25: „*Es fehlt Zeit für die hochkomplexen Analysen. Ich hätte natürlich auch gerne die hochkomplexen Messungen auf Knopfdruck.*“).

4.2 Was soll gemessen werden? - Barriere: Ziele und Zieldefinition

Speziell für die Evaluierung des ökonomischen Nutzens von ESS führen fehlende oder ungenaue Ziele sowie nicht vorhandene Definitionen von Anwendungsszenarien und Use Cases zu Schwierigkeiten bei der Planung und Durchführung einer Erfolgsmessung. Über ein Drittel der Unternehmen (9 [n=24]) hat angegeben, keine expliziten Ziele für den Einsatz der ESS definiert zu haben, worin die meisten (7 [n=9]) eine Barriere für die Erfolgsmessung sehen. Die restlichen Unternehmen nannten im Schnitt zwischen 3 und 4 Ziele für den Einsatz ihres ESS. Die meisten davon waren strategisch (20 [n=54]) oder taktisch (19 (n=[54]). Nur ungefähr ein Viertel der Ziele wurden auf operativer Ebene (15 [n=54]) genannt. Dabei waren diese oftmals zu ungenau, um konkrete und messbare Kennzahlen abzuleiten (i11: „*Leider fehlen Ziele, von denen mit entsprechenden Kennzahlen der Erfolg abgeleitet werden könnte.*“ oder i13: *„Barrieren sind fehlende oder falsche Ziele, Parameter und Messkriterien sowie deren Aussagekraft für die Nutzung der jeweiligen User und deren Arbeit mit den Tools. Dass man sagt, das mache ich, um dieses Ziel zu erreichen, findet nur selten statt. Die Frage ist, was mache ich jetzt tatsächlich messbar und hat das dann überhaupt einen Aussagewert?“).* Durch die fehlenden Ziele, wurde eine generelle Komplexität beschrieben, die es schwer macht, den Nutzen überhaupt zu identifizieren, abzugrenzen und anschließend messbar zu machen. Dabei wurde mehrmals versucht,

den Return on Investment (ROI) zu messen (i16: *„Wir haben Schwierigkeiten den ROI richtig zu erfassen. […] Reisekostenreduzierung, Innovationsgeschwindigkeit, Time to Market und Cost to Market usw. […] das können wir noch nicht, da sind wir noch nicht so weit.*"). Die Schwierigkeit bei der Ableitung von Kennzahlen und deren Messung führte dazu, dass teilweise Annahmen gemacht werden und somit die Validität der Daten nicht sichergestellt war (i13: *„[…] Man kann Annahmen machen und dies wurde auch getan, aber diese Annahme basiert natürlich auf nichts. Also womit begründe ich diese fünfminütige Produktionsverbesserung?"*).

4.3 Wie wird Erfolgsmessung umgesetzt? – Barriere: Vorgehen und Datenmaterial

Barrieren bei der Erhebung der Daten oder durch fehlendes Datenmaterial zeigen einen großen Einfluss auf die Erfolgsmessung von ESS und speziell auf die Evaluierung der Nutzung. Da Social Software von einer Menge an von Nutzern generierten Inhalten geprägt ist, ist es sehr wichtig, die Möglichkeiten der Analyse und Verarbeitung dieser Daten sicherzustellen. Eine der Barrieren in dieser Kategorie sind Datenschutzbestimmungen, wobei man hierbei verschiedene Organisationsebenen unterscheiden muss. Die Erhebung aggregierter Daten eines Teams oder einer Gruppe ist aus Datenschutzaspekten meistens ohne Probleme durchsetzbar. Wenn es jedoch um die Evaluierung von Daten eines einzelnen Nutzers geht, fällt dies in Deutschland unter das Datenschutzgesetz. Die meisten Unternehmen sind jedoch auch gar nicht an einer Bewertung einzelner Mitarbeiter interessiert, sondern eher an den Effekten auf die generellen Arbeitsprozesse und den Auswirkungen auf die Gruppenarbeit oder die Organisation (i20: „*[…] Also, ich sag mal Datenschutz betrifft ja eigentlich mehr so den Punkt, dass man die Erfolgsmessung auf den einzelnen Mitarbeiter herunterbrechen könnte. Da sehe ich überhaupt keine Notwendigkeit, weil es mir wirklich um die Gesamtzahl letztendlich geht.")*. Auf der anderen Seite entsteht durch die Anonymisierung ein Mehraufwand (i13: „*Die Anonymisierung aufgrund der Datenschutzbestimmungen hinzukriegen, geht kaum mit einem vertretbaren Aufwand.*") auch wenn der Schutz der personenbezogenen Daten als wichtig angesehen wird (i01: *„Auf Grund von Betriebsvereinbarungen ist eine personenbezogene Auswertung nicht gestattet, was aber auch absolut richtig ist."*). Dabei sind Absprachen mit dem Betriebsrat nicht immer vermeidbar und kosten Ressourcen (i16: „*Es gibt eine Vereinbarung, die wir mit Betriebsrat an Datenschutz haben. Also wenn wir so wie jetzt Jive als eine Software einkaufen […] dann werden wir nie 100 Prozent einsetzen können. Wenn wir über Datenfelder und Auswertungsmechanismen sprechen, da sind wir sehr restriktiv.*").

Ein Teilnehmer nannte als weitere Barriere die fehlenden detaillierten Auswertungsfunktionen der ESS (i22: „*Es gab nur sehr bescheidene Analysefunktionen, die einfach nicht meinen Ansprüchen entsprachen. Zum Beispiel gab es keine aktuellen, sondern nur langfristige Zugriffszahlen. Des Weiteren konnten die verschiedenen SharePoint-Systeme nicht zusammengefasst werden, sodass man eine Gesamtzahl hatte.*"). Auch Grenzen bei der Datenerhebung durch Mitarbeiter-Umfragen wurden genannt (i22: „*Wenn man so eine Mitarbeiterumfrage macht, ist man natürlich begrenzt in der Länge des Fragebogens.*" oder i15: „[…] *der einzige Hinderungsgrund könnte eine sprachliche Barriere sein, da die Umfragen nur auf Englisch gestellt wurden.*"). Des Weiteren verhindern fehlende Vergleichsdaten eine Bewertung des Deltas zwischen neuem und altem System (i23: „*Ich habe leider keine Vergleichsdaten, da die frühere Kollegin diese nicht gesammelt hat und somit kann ich das alte und das neue Intranet nicht vergleichen.*"). Zusätzlich hatte ein Teilnehmer Schwierigkeiten bei der Analyse der Qualität der Inhalte (i19: „*Ich habe deshalb gezögert, weil Inhalt sich anzuschauen für mich auch ein Thema der Semantik ist. Und das ist eine sehr, sehr hohe Komplexität an der Stelle*.").

5 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrzahl der Unternehmen durch unterschiedlichste Barrieren Schwierigkeiten bei der Erfolgsmessung von ESS haben. Der fehlende Bedarf einer ESS-Erfolgsmessung wurde auf verschiedenste Weise begründet. Zwar wird diese nicht immer als notwendig erachtet, jedoch sind die Begründungen teilweise kritisch zu hinterfragen. So sollte zum Beispiel die Erfolgsmessung nicht von der Reife des Systems oder einem bestimmten Projektstatus abhängig sein. Vor allem in einer frühen Phase der ESS-Einführung sind die Nutzungsdaten noch relativ instabil, wodurch man schon hier mit der Erfolgsmessung anfangen und die Veränderung der Nutzung messen sollte.

5.1 Barrieren der Erfolgsmessung in unterschiedlichen Entstehungsphasen

Nach Neumann et al. (2011) müssen Erfolgsmessungssysteme stärker in den Lebenszyklus eines Informationssystems einbezogen werden. Dabei soll schon in der Vorphase des Projektes die Planung erfolgen und ein vorläufiges Design der Messinstrumente sowie die Identifikation der Parameter und Kennzahlen feststehen [22]. Es existiert eine Vielzahl von Vorgehens- und Phasenmodellen für unterschiedliche Anwendungsbereiche [6]. Ein Beispiel ist der Enterprise System Experience Cycle [18], der sich in vier verschiedene Phasen gliedert und dabei Aspekte der Erfolgsmessung involviert. In Kombination mit den Erfahrungen aus den Experteninterviews wurde dieser um die Phase „Initialisierung“ ergänzt und somit die ESS-Lebenszyklen (1) Initialisierung, (2) Planung, (3) Einführung, (4) Laufender Betrieb und (5) Wartung/Upgrade/Abschluss unterschieden. Die Zuteilung der Barrieren zu den verschiedenen ESS-Lebenszyklen zeigt, dass diese in allen Phasen vorkommen und somit jeder Projektabschnitt einzeln Berücksichtigung finden muss (siehe Abbildung 1).

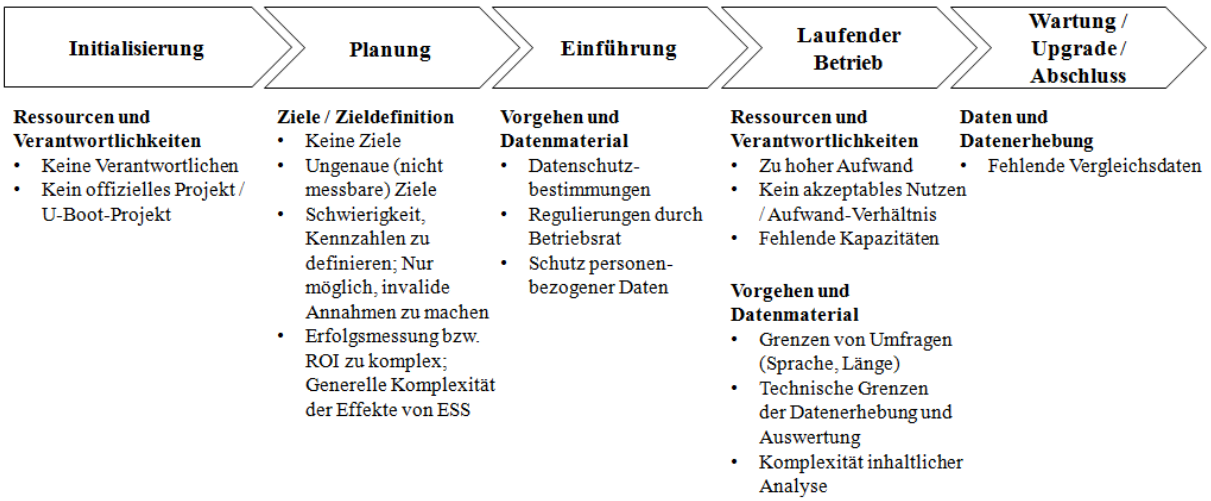


Abbildung 1: Barrieren im ESS-Lebenszyklus (in Anlehnung an [18])

Eine genauere Betrachtung verdeutlicht, dass Barrieren, die in der Initialisierungsphase identifiziert wurden, oftmals zu einem Nicht-Anwenden der Erfolgsmessung führen. Die Definition der Ziele und die Festlegung der Anwendungsszenarien erfolgt in der Planungsphase. Barrieren haben hier vor allem einen Einfluss auf die Evaluierung des geschaffenen Mehrwerts. Evaluierungshürden durch Datenschutz entstehen meistens mit der Einführung der Software. Im laufenden Betrieb finden die Verantwortlichen oftmals keine Ressourcen oder erkennen einen zu hohen Aufwand der Erfolgsmessung. Des Weiteren entstehen in dieser Phase Barrieren bei der Erhebung der Daten und

deren Auswertung. Die Sicherstellung von Vergleichsdaten betrifft vor allem den Projektabschluss, bzw. das Upgrade auf ein neues Release.

Durch die Eingliederung der Barrieren in die verschiedenen Phasen ist zu erkennen, dass mit der Erfolgsmessung nicht erst nach der ESS-Einführung begonnen werden sollte. Um auf die entsprechenden Daten zurückgreifen zu können, muss schon während der ersten Planung des ESS-Projektes die Erfolgsmessung konzipiert und geeignete Ziele sowie entsprechende Kennzahlen definiert werden. Des Weiteren ist es wichtig, die entsprechenden Ressourcen einzuplanen, die Verantwortlichkeiten sicherzustellen und Datenschutzbedenken mit dem Betriebsrat abzuklären. Die Barrieren im Nachhinein zu überwinden, erfordert einen hohen Aufwand oder ist teilweise gar nicht machbar. Berücksichtigt werden sollte dabei aber auch, dass sich die Interessen und die Ausrichtung der Erfolgsmessung mit der Reife der ESS-Implementierung verändern können [14].

5.2 Überwindbare Barrieren?

Eine fehlende verantwortliche Instanz ist nicht nur eine Barriere für die Erfolgsmessung, sondern vor allem für den Erfolg der ESS selbst. Grundsätzlich sollte immer ein Verantwortlicher für die Plattform bestimmt werden. Dabei ist jedoch auch zu hinterfragen, wer die Erfolgsmessung durchführt und welche Motivation mit der Erfolgsmessung verfolgt wird. Muss der ESS-Verantwortliche sich und die Software rechtfertigen, ist die Objektivität kritisch zu betrachten, da er die Ergebnisse tendenziell positiv darstellen könnte [3]. Daher ist abzuwägen, ob für die ESS-Verantwortung und die Erfolgsmessung jeweils unabhängige Instanzen einberufen werden. Die Tatsache, dass eine ESS inoffiziell und Bottom-up eingeführt wurde, sollte keine Auswirkung auf die Realisierung der Erfolgsmessung haben. Jedoch sind dabei die Treiber der ESS von deren Nutzen überzeugt und meistens fehlt ein Business Case mit definierten Anwendungsszenarien im Rahmen der Geschäftsstrategie, wodurch die Erfolgsmessung auf der Strecke bleiben kann.

Fehlende und ungenaue Ziele stellen vor allem für die ESS-Erfolgsmessung eine Barriere dar. Es ist jedoch nicht nur wichtig, Ziele zu definieren, sondern vor allem messbare Ziele festzulegen. Diejenigen, die das ESS-Projekt initialisieren und die Ziele festlegen, sind dabei nicht immer diejenigen die den Erfolg auch rechtfertigen müssen. Geprägt durch die Nutzungsoffenheit unterliegt die ESS-Erfolgsmessung der besonderen Herausforderung, eine detailliertere Zielsetzung in einem abgegrenzten Anwendungsszenario zu definieren [26]. Durch die Nutzungsoffenheit können aber auch zusätzlich unerwartete positive Effekte auftauchen, welche außerhalb dieser Anwendungsszenarien entstehen. In diesem Fall wäre ein exploratives Vorgehen z.B. durch Interviews zu empfehlen. Im Zusammenhang mit ungenauen Zielen, lässt sich auch die hohe Komplexität, die von einigen Teilnehmern angegeben wurde, teilweise erklären. Durch das Fehlen messbarer Kennzahlen werden subjektive Annahmen getroffen, deren Validität nicht gegeben ist.

Die aktuelle Diskussion in den Medien um den Schutz personenbezogener Daten im Zusammenhang mit dem Abhörskandal von Geheimdiensten, zeigt die hohe Bedeutung von Datenschutz und gleichzeitig die Sensibilisierung der Nutzer für diese Thematik [17]. Datenschutzbestimmungen sind teilweise nicht mit einer umfangreichen Evaluierung der Nutzung vereinbar. Dies wurde schon als Barriere bei der IS-Erfolgsmessung identifiziert [22], bekommt aber hinsichtlich ESS eine zusätzliche Bedeutung, da bei deren Nutzung eine große Menge personenbezogener Daten durch nutzergenerierte Inhalte entsteht. Des Weiteren entsteht durch Absprachen mit dem Betriebsrat sowie durch die Anonymisierung der Daten zusätzlicher Aufwand. Der Schutz personenbezogener Daten ist in Deutschland gesetzlich durch das Telemediengesetz (TMG) und das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) geregelt. Demnach bedarf die Erhebung, Speicherung und Verwendung personenbezogener

Daten einer ausdrücklichen gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage oder einer wirksamen Einwilligung der Nutzer [1]. Der Betriebsrat hat insbesondere dann ein Mitbestimmungsrecht, wenn ESS für die Überwachung des Verhaltens oder der Leistung der Arbeitnehmer verwendet werden kann (vgl. § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG). Wie schon erwähnt, ist die Analyse der Nutzungsdaten ein Hauptbestandteil der ESS-Erfolgsmessung. Um dabei nicht auf unerwartete Einschränkungen zu stoßen, sollte die Erfolgsmessung noch vor der ESS-Einführung mit dem Betriebsrat abgesprochen werden. Eine Evaluierung auf Teamebene reicht manchen Unternehmen schon aus, ansonsten empfiehlt es sich, die Einwilligungserklärung der User einzuholen.

Um die Nutzungsdaten zu erheben, bietet mittlerweile fast jedes ESS eigene Analysewerkzeuge, zumal innerhalb der geschlossenen Unternehmensnetzwerke ein Tracking und eine Analyse mittels Google Analytics oder WebTrek nicht möglich ist [1]. Nicht alle Analysewerkzeuge können jedoch die Anforderungen der Unternehmen erfüllen. Falls kein geeignetes Tool existiert, wäre abzuwägen, inwieweit sich eine Eigenentwicklung lohnen würde oder doch die manuelle Analyse der Daten eine Option wäre. Für Letzteres sollten mit dem zuständigen IT-Administrator die Art der Daten und deren Granularität abgesprochen werden. Des Weiteren ist die Aufbewahrung von Vergleichsdaten wichtig, um den Erfolg eines Updates, Releases oder ganzen Softwarewechsels über die Differenz zum alten System zu evaluieren. Zusätzlich kann so auch eine Erfolgsmessung nach einer gewissen Zeit wiederholt werden, um die Beständigkeit zu überprüfen. Eine weitere Barriere ist die Komplexität inhaltlicher Analysen. Inhaltliche Analysen sind mitunter sehr aufwendig und schwierig mit Datenschutzbestimmungen zu vereinbaren. Sie können jedoch z.B. im Rahmen einer Genreanalyse genutzt werden, um die Nutzung zu untersuchen und Anwendungsszenarien zu identifizieren [25]. Hier gilt es, Nutzen und Aufwand abzuwägen und die datenrechtlichen Regulierungen mit dem Betriebsrat abzuklären. Davon unabhängig ist hingegen ein hoher Aufwand beziehungsweise ein fragliches Aufwand-Nutzen-Verhältnis keine ESS spezifische Barriere [3][40]. Vor der Erfolgsmessung muss überprüft werden, welche Parameter und Kennzahlen wie erhoben und welche Ressourcen investiert werden können. Zukünftige Forschungen sollten den Aspekt Aufwand stärker berücksichtigen und dem Bedarf nach einfacheren Erfolgsmessungs-Modellen nachkommen. Unabhängig davon muss auf der anderen Seite das Bewusstsein geschärft werden, dass eine nutzenstiftende Erfolgsmessung eine Investition von Ressourcen bedeutet.

6 Fazit und Ausblick

Ziel der vorliegenden Studie war es, Barrieren der Erfolgsmessung von ESS in unterschiedlichen Unternehmensebenen und Projektphasen zu identifizieren und zu analysieren. 16 Barrieren wurden dabei in die Kategorien (1) Wer misst den Erfolg (*Ressourcen* und *Verantwortlichkeit*), (2) Was soll gemessen werden (*Ziele und Zieldefinition*) und (3) Wie wird Erfolgsmessung umgesetzt (*Vorgehen und Datenmaterial*) eingeordnet. Einige Barrieren sind nicht unbedingt ESS spezifisch [22], haben jedoch durch die besonderen Eigenschaften von ESS einen stärkeren Einfluss auf die Erfolgsmessung. So kommt durch nutzergenerierte Inhalte der Analyse von Nutzungsstatistiken eine höhere Bedeutung zu [13]. Dabei können durch die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen und Absprachen mit dem Betriebsrat zusätzliche Aufwände entstehen. Des Weiteren ist eine genaue Zielsetzung in definierten Anwendungsszenarien wichtig, um nutzungsoffene Software wie ESS [28] evaluieren zu können. Durch die fehlenden oder ungenauen Ziele können keine geeigneten Kennzahlen abgeleitet werden, was wiederum die Komplexität der Erfolgsmessung erhöht und die Validität der Daten verringert.

Die Barrieren zeigen insgesamt den Bedarf an praktikablen und einfachen Erfolgsmessungs-Modellen, die Aufwand-Nutzen-Aspekte sowie die verschiedenen Lebenszyklen berücksichtigen. Dies wurde in wissenschaftlichen Ansätzen bisher unzureichend adressiert. Auf der anderen Seite sind Praktiker herausgefordert, konkrete Ansatzpunkte zur Überwindung der Barrieren zu identifizieren und die Erfolgsmessung möglichst früh mit in die Organisation von ESS-Projekten zu integrieren sowie Ressourcen freizustellen. Die Eingliederung der Barrieren in Phasen eines typischen ESS-Lebenszyklus soll helfen, die Planung der Erfolgsmessung zu optimieren und dadurch die Barrieren bereits in der Anfangsphase zu verhindern oder zu umgehen. Die relativ geringe Teilnehmeranzahl begrenzt uns darin, repräsentative Schlüsse ziehen zu können. Wir empfehlen daher weitere Untersuchungen in Form einer quantitativen Studie. Zusätzlich möchten wir unsere zukünftige Forschung darauf konzentrieren, Ergebnisse im Hinblick auf die Erstellung umfassender Richtlinien zur Erfolgsmessung weiter zu entwickeln.

7 Literatur

[1] Arlt, A; Baltes, S; Harlinghausen, CS; Rossi, C; Schneider, J (2013): Enterprise 2.0 - Social Software in Unternehmen. Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V. (Hrsg), Fachgruppe Social Media, Düsseldorf.

[2] Back, A; Gronau, N; Tochtermann, K (2012): Web 2.0 und Social Media in der Unternehmenspraxis: Grundlagen, Anwendungen und Methoden mit zahlreichen Fallstudien. 3. Auflage. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.

[3] Behn, RD (2002): The psychological barriers to performance management: Or why isn't everyone jumping on the performance-management bandwagon? Public Performance & Management Review 26(1):5-25.

[4] Bryman, A; Bell, E (2007): Business research methods. Oxford University Press, New York.

[5] Carr, NG (2003): IT doesn't matter. Harvard Business Review 81(5):41–49.

[6] Chroust, G (1992): Modelle der Software-Entwicklung - Aufbau und Interpretation von Vorgehensmodellen. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien.

[7] DeLone, WH; McLean, ER (1992): Information systems success: The quest for the dependent variable. Information Systems Research 3(1): 60-95.

[8] DiMicco, JM; Millen, DR; Geyer, W; Dugan, C; Brownholtz, B; Muller, M (2008): Motivations for social networking at work. In: Proceedings of the 11th Conference on Computer Supported Cooperative Work, San Diego.

[9] Du, HS; Wagner, C (2006): Weblog success: Exploring the role of technology. International Journal of Human-Computer Studies 64(9): 789–798.

[10] Gable, GG; Sedera, D; Chan, T (2008): Re-conceptualizing information system success: the IS-impact measurement model. Journal of the Association for Information Systems 9(7): 1-32.

[11] Gemlik, A; Neumann, M; Sprenger, J; Breitner, M H (2010): Praxisrelevanz des Modells von DeLone und McLean zur Erfolgsmessung von Informationssystemen. GI Jahrestagung (2) , GI, 615-620.

[12] Grover V; Jeong SR; Segars, AH (1996): Information systems effectiveness: The construct space and patterns of application. Information & Management 31(4): 177–191.

[13] Herzog, C; Richter, A; Steinhüser, M; Hoppe, U; Koch, M (2013): Methods and metrics for measuring the success of Enterprise Social Software – what we can learn from practice and vice versa. In: Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems, Utrecht, Netherlands.

[14] Hitt, LM; Brynjolfsson, E (1996): Productivity, business profitability, and consumer surplus: three different measures of information technology value. MIS Quarterly 20(2): 121–142.

[15] Krcmar, H (2005): Informationsmanagement. 4. Auflage. Springer, Berlin et al.

[16] Krueger, RA; Casey MA (2009): Focus Groups. A practical guide for applied research. Sage, London.

[17] Macdonald, R (2013): Es ist noch nicht zu spät, etwas zu tun - Bürgerrechtsaktivistin zur NSA- Affäre. http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/medien/buergerrechtsaktivistin-zur-nsa-affaere-es-ist-noch-nicht-zu-spaet-etwas-zu-tun-12452732.html. Abgerufen am 19.08.2013.

[18] Markus, ML; Tanis, C (2000): The Enterprise System Experience - from adoption to success. In: R.W. Zmud ed., Framing the domains of it research: Glimpsing the future through the Past, Cincinnati, OH: Pinnaflex Educational Resources, 173-207.

[19] Mayer, HO (2008): Interview und schriftliche Befragung. Entwicklung Durchführung Auswertung. 4. Auflage. Oldenbourg Verlag, München.

[20] Mukhopadhyay, T; Kekre, S; Kalathur, S (1995): Business value of information technology: A study of electronic data interchange. MIS Quarterly 19(2): 137-156.

[21] Muller, MJ; Freyne, J; Dugan, C; Millen, DR; Thom-Santelli, J (2009): Return on contribution (ROC): A metric for enterprise social software. In: Proceedings of the European Conference on Computer Supported Cooperative Work, Springer, London.

[22] Neumann, M; Sprenger, J; Gemlik, A; Breitner, MH (2011): Untersuchung der praktischen Anwendbarkeit des IS-Erfolgsmodells von DeLone und McLean. In: Proceedings 10th International Conference Wirtschaftsinformatik, Zürich.

[23] Raeth, P; Smolnik, S; Urbach, N; Zimmer, C (2009): Towards assessing the success of social software in corporate environments. In: Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems, San Francisco.

[24] Raeth, P; Kügler, M; Smolnik, S (2011): Measuring the impact of organizational social web site usage on work performance: A multilevel model. In: Proceedings of the International Conference on Information Systems, Shanghai.

[25] Riemer, K; Richter A (2010): Tweet Inside: Microblogging in a Corporate Context. In: Proceedings of the 23rd Bled eConference, Bled.

[26] Richter, A; Heidemann, J; Klier, M; Behrendt, S (2013): Success measurement of enterprise social networks. In: Proceedings 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Leipzig.

[27] Richter, A; Mörl, S; Trier, M; Koch, M (2011): Anwendungsszenarien als Werkzeug zur VErmittlung des Nutzens von Corporate Social Software. In: Proceedings 10th International Conference Wirtschaftsinformatik, Zürich.

[28] Richter, A; Riemer, K (2013): Nutzungsoffene Anwendungssoftware. Wirtschaftsinformatik, 3/2013.

[29] Rosemann, M; Vessey, I (2005): Linking theory and practice: Performing a reality check on a model of IS success. In: Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems, Regensburg.

[30] Schubert, P; Williams, S P (2011a): A Framework for Identifying and Understanding Enterprise Systems Benefits, Business Process Management Journal 17 (5): 808-828.

[31] Schubert, P; Williams, S P (2013): Management der Nutzenrealisierung aus Informationstechnologie. In: Proceedings 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Leipzig 2013.

[32] Schultze, U; Avital, M (2011): Designing interviews to generate rich data for information systems research. Information and Organization 21(1): 1-16.

[33] Schryen, G. (2010): Ökonomischer Wert von Informationssystemen. Wirtschaftsinformatik 52(4): 225-237.

[34] Seddon, PB; Calvert, C; Yang, S (2010): A multi-project model of key factors affecting organizational benefits from enterprise systems. MIS Quarterly 34 (2): 305-328.

[35] Spencer, L; Ritchie, J; Lewis, J; Dillon, J (2003): Quality in qualitative evaluation: A framework for assessing research evidence. National Centre for Social Research.

[36] Steinhüser, M; Smolnik, S; Hoppe, U (2011): Towards a measurement model of corporate social software success – evidences from an exploratory multiple case study. In: Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences. Kauai, USA.

[37] Urbach, N; Smolnik, S; Riempp, G (2009): The State of research on information systems success - a review of existing multidimensional approaches. Business & Information Systems Engineering 1(4): 315-325.

[38] Tallon, P; Kraemer, KL; Gurbaxani, V (2001): Executives' Perceptions of the business value of information technology: A process-oriented approach. UC Irvine: Center for Research on Information Technology and Organizations.

[39] Trier, M; Richter, A (2013): "I can simply…" – Theorizing Simplicity as a design principle and usage factor. In: Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems, Utrecht.

[40] Van Dooren, W (2005): What makes organisations measure? Hypotheses on the causes and conditions for performance measurement. Financial Accountability & Management 21: 363–383.

[41] West, LA; Courtney, JF (1993): The information problems in organizations – a research model for the value of information and information systems. Decision Sciences 24(2): 229–251.

Using Twitter as a Source for Travel Warnings: the Role of Information Source and Target Audience

Kay Noyen

ETH Zurich, Chair of Information Management, Weinbergstrasse 56/58, 8092 Zurich, Switzerland, E-Mail: knoyen@ethz.ch

Felix Wortmann

University of St. Gallen, Institute of Technology Management, Dufourstrasse 40a, 9000 St. Gallen, Switzerland, E-Mail: felix.wortmann@unisg.ch

Abstract

Business travelers are oftentimes equipped with technology informing them about local dangers. As these corporate travel risk applications increase personal safety during travels, they are also expensive and hardly available to the average traveler. Online platform Twitter, known for extensive contribution by nonaffiliated users, has also been recognized by international foreign offices as an outlet for travel warnings and guidance. This new channel of information allows for the creation of applications that bring current and high quality travel risk information to the mainstream. Our explorative research aims at investigating the role of the information source and target audience of such an application. The results of our analysis show no substantial evidence that user-generated travel risk information would be per se unsuitable as an information source. Further, our analysis revealed that frequent travelers as well as non-frequent Twitter users might be of special interest as a target group for the application.

1 Introduction

Natural disasters, political instability, terrorism, diseases and crime pose severe threads to travelling individuals – particularly in unfamiliar environments [30]. Natural hazards are life-endangering and can cause immense harm to unprepared travelers [4]. Political instability and unrest is a major reason for travel warnings and advice not to travel in foreign countries [33]. Terrorism and its consequences pose a steady threat to the safety of international travelers [13]. Tourists are particularly vulnerable to crime, present in most urban areas [10]. Summing up, there is a variety of reasons why travel risk information like travel warnings and guidance of high quality are important. First and foremost, tourists are prone to be under informed about imminent dangers when travelling, as they usually do not have regular access to suitable information outlets and oftentimes do not speak the local language. In case of an emergency, travelers usually do not have sufficient knowledge about local emergency infrastructure preventing them to react appropriately in critical situations. Travel risk applications can provide travel risk information when and where it is necessary and can further help to take appropriate precautions before travelling and prevent dangerous situations in advance by indicating generally risky travel destinations.

There are already information systems in place distributing high-quality travel risk information. Corporations pay extensive amounts of money to assist their employees during travels and keep them safe from potential threat on the basis of these sources (see e.g. [1], [11]). This happens for two reasons. First, big corporations have a higher travel budget and can afford this kind of service more easily than individuals. And second, corporate workers might be assigned to travel to countries with a higher risk-profile than the usual tourist. Typically, the travel risk information feeds incorporated in such corporate programs are assembled, processed and distributed by specialized agencies in return for a significant service fee. This shows that travel risk information is not just highly valuable for the safe being of travelers, but also comes with a substantial price.

With the advent of social networks, micro-blogging and news platforms like Twitter, information generally propagates more freely than before. Not just the amount and frequency of broadcasted information has increased, but also the diversity of directly available information sources has immensely grown [20]. Lately, Twitter has been recognized by multiple foreign offices and other official sources as an outlet for travel warnings and guidance. The quality and amount of available travel risk information from these sources on Twitter is substantial and enables for the creation of information systems that bring high-quality travel risk information to the average traveler who do not travel under the safeguarding umbrella of a corporation.

The core design artifacts [17] of our research are a travel risk web portal and a mobile application that integrate travel risk related tweets and provides an information system comparable to a corporate travel risk program to consumer markets. As of today, the system obtains Twitter feeds from several foreign offices, in order to provide high quality and up to date travel risk information. Tweets, which contain a reference to a country are automatically recognized and presented to the user grouped by country.

Twitter has even more potential for providing travel risk information. At a later stage of development, we want to integrate Tweets which were not generated by official sources, but by unaffiliated users of the platform. Despite the fact that it requires more effort to filter for travel risk relevant content and appropriately integrate it into the information system, this kind of information source holds great potential for broadening the information base and providing more detailed first-hand information [3]. However, it is unclear how user-generated travel risk information is perceived by the users of the

system and how that perception affects their intention to use the system. Perceived information quality is known to be a key driver of system acceptance [26]. We assume that this is also the case in the context of a travel risk information system. Therefore, the first dimension along which we study the perception of the provided information and the resulting consequences for the intention to use the system, is the information source.

The second dimension we want to investigate is the target audience of the application. While there is large potential for companies to strategically position themselves in the travel context by offering such an application, it is unclear which target audience can be reached. We identified two major factors which might influence the acceptance of the solution. First, existing research suggests that general perception of travel warnings might strongly vary with travel frequency of the user [29]. More frequent travelers might rely more on their own experiences and are less affected by travel risk information. Second, prior evidence indicates that Twitter experience of a user might strongly affect the perception of any information that is presented as a tweet [31]. Users with low twitter affinity probably value travel risk information lower than users with high twitter affinity.

In this study, we specifically want to investigate the interplay of information source and target audience on an explorative basis, as we expect interesting insights that can guide future artifact development. More specifically, we want to focus on the following research questions:

RQ1: What is the impact of information source and travel frequency on system acceptance?

RQ2: What is the impact of information source and Twitter usage on system acceptance?

The reminder of this paper is structured as follows. In the next chapter the theoretical background of our research is outlined. We describe our research design and data collection in section three. The results of our research are presented and analyzed in chapter four. Finally, we discuss our findings in section five.

2 Theoretical Background

Our two research questions are both framed in the context of information source and target audience. Therefore, we want to build upon perceived information quality as a key construct to explain system acceptance. In order to operationalize system acceptance in the context of our work we conducted an intense literature review (keywords “perceived information quality”, “system acceptance”) on the basis of six scholarly databases (Science Direct, Proquest, EBSCOhost, ACM, Wiley Inter Science, SpringerLink), as they cover the most relevant IS journals, books, as well as conference proceedings.

The identified literature can be categorized into three domains, i.e. tourism, risk management and information systems. All three domains identify trust and risk as essential concepts which play a vital part in the interplay between perceived information quality and intention to use (cf. for example [29], [12] and [23]). In their seminal work, Nicolaou and McKnight [26] ultimately bring these fundamental concepts together in one consistent research model. Hence, we take their work as a foundation for our work.

After examining various PIQ (perceived information quality) -related definitions, Nicolaou and McKnight define PIQ to represent cognitive beliefs about the favorable or unfavorable characteristics of the currency, accuracy, completeness, relevance, and reliability of the information [26]. This definition comprehensively adopts different aspects of PIQ in the literature.

Building upon the trusting beliefs component of the trust concept typology of McKnight and Chervany, trusting beliefs (TRU) means one believes the other party has beneficial characteristics, and implies favorable perceptions about the other party, i.e. the party is honest (i.e., has integrity and keeps commitments), benevolent (i.e., responsive to the partner's interests, not just its own), and competent (i.e., has the ability to do what the partner needs done) [24].

Nicolaou and McKnight define perceived risk (RSK) as the degree to which one believes uncertainty exists about whether desirable outcomes will occur. This definition includes part of Sitkin and Pablo's broader perceived risk concept, capturing outcome uncertainty, outcome divergence likelihood, and extent of undesirable outcomes [32].

Intention to use (ITU) stems from the theory of reasoned action (TRA) literature [14], as exemplified by TAM (Technology Acceptance Model) research (e.g. [8]).

3 Research Design and Data Collection

We conducted a combined online questionnaire and experimental simulation with German-speaking participants from the university's environment (n=87). Participants were acquired via a mailing list and asked to imagine soon to be traveling to the fictive country "travel country" for the first time. With the following scenario, which was presented to participants, we aimed to provide a possibly realistic and substantial motivation for the participants' travel intent: *"In two weeks, the wedding of your best friend will take place in 'travel country'. You are your best friend's witness at the marriage. On the next page you will be presented with Twitter messages about 'travel country'. Please take a look at the page and answer the upcoming questions."* We incorporated a fictive country, so participants would not be biased by previous travel experience [34]. To add more realism to the scenario and provide a somewhat sharper picture of "travel country", participants were informed that their flight to "travel country" would take about 12 hours including waiting and transfer time.

The applied experimental design was a 1 x 2 between subject arrangement. Participants were randomly assigned to either one of the two groups, in which we manipulated the information source of the presented Twitter messages. One group of participants ("official") was presented with tweets from foreign offices (USA, UK, Canada, Switzerland, and Germany), the other group ("unofficial") with tweets from fictive individual Twitter users. Notably, the content of Twitter messages in both groups was identical, i.e. we exchanged author name and avatar only. All presented information originates from actual tweets twittered by foreign offices about Columbia. Exemplary tweets for both groups are shown in figure 1.

(a) **(b)**

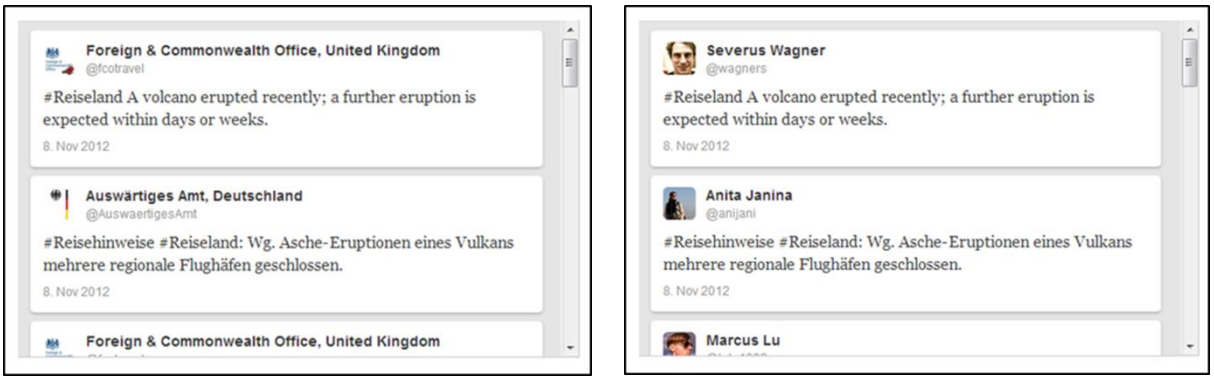


Figure 1: Display of twitter messages for the two experimental groups: official information source (a) and unofficial information source (b)

A subsequent item-based questionnaire allowed us to measure participants' perceived information quality (PIQ), perceived risk (RSK), trusting beliefs (TRU) and intention to use the system (INT) in both experimental groups. Furthermore, participants were asked how often they travel long distance (1, rarely – 6, often) and how often they use Twitter (1, rarely – 6, often). The scale assessing PIQ was adapted from Nicolaou and McKnight [26] to the context at hand while preserving the underlying theoretical considerations of the scale (different information quality dimensions). TRU, RSK and ITU also stem from Nicolaou and McKnight [26]. Again, the scales were adapted with the intend to maintain the underlying rationales. Only the original TRU scale cannot be tuned well to the nature of our work. Our experimental setup is limited in that it does not allow assessing the benevolence of the solution provider. Hence, TRU only reflects honesty and competence as major aspects of trust. Summing up, Table 1 shows the item measures underlying our work with corresponding descriptive information.

Table 1: Construct and item measures

Item	*1-7 Scale (Strongly disagree… Strongly agree)*	*Mean*	*Standard deviation*
Perceived information quality (PIQ)			
PIQ 1	Information is current enough	5.22	1.41
PIQ 2	Information is accurate enough	3.84	1.52
PIQ 3	Information is relevant enough	4.70	1.51
PIQ 4	Sufficient amount of information available	3.28	1.40
PIQ 5	Information has appropriate level of detail	3.06	1.64
PIQ 6	Information can be relied upon	4.08	1.68
Trusting Beliefs (TRU)			
TRU 1	Website is sincere	4.52	1.46
TRU 2	Website competent	4.11	1.63
Risk (RSK)			
RSK 1	Risk of making wrong decision (very low … very high)	3.90	1.47
RSK 2	Website use (potential for loss… potential for gain)	4.75	1.12
Intention to use (ITU)			
ITU 1	Would use again	4.55	1.58
ITU 2	I would recommend use	4.60	1.71

19% of the participants were between 18 and 24 years old, 65% were between 25 and 34 years old, 2% were between 35 and 54 years old and 2% were older than 55. 12% of the participants did not report their age. Of all participants, 57% were female, 30% were male and 13% did not report their gender.

4 Analysis and Results

Our research is of explorative nature. Therefore, we do not aim to validate the constructs on the basis of a comprehensive research model but run an item-based analysis. To analyze our results we conducted two two-way analyses of variance (Anova). One first Anova was conducted to analyze the impact on information source and travel frequency on intention to use the system (first research question). The second Anova was conducted to analyze the impact of information source and users' twitter usage frequency on intentions to use the system (second research question). The analyses are presented in the following two sections.

4.1 The impact of information source and travel frequency

Information source (official/ unofficial) might influence the perception of the presented travel risk information, but that effect might differ across groups of frequent and non-frequent travelers. A two-way Anova tested the perceived information quality, trusting beliefs, perceived risk and intention to use of travel warnings either being presented as originating from official or unofficial sources among respondents who classified themselves as frequent or non-frequent travelers. Anova test results are presented in Table 2. The means of all items are illustrated in Figure 2. In the following, all significant effects are described.

Table 2: Anova results for information source and travel frequency

	Information source			*Travel frequency*			*Interaction*		
	df	*F*	*Prob > F*	*df*	*F*	*Prob > F*	*df*	*F*	*Prob > F*
PIQ 1	1	0.000	0.969	1	4.470	**0.037**	1	0.140	0.710
PIQ 2	1	0.020	0.892	1	3.560	0.063	1	1.010	0.318
PIQ 3	1	0.020	0.885	1	1.790	0.184	1	0.290	0.594
PIQ 4	1	3.550	0.063	1	4.610	**0.035**	1	0.370	0.547
PIQ 5	1	0.550	0.459	1	12.120	**0.001**	1	4.540	**0.036**
PIQ 6	1	6.340	**0.014**	1	0.040	0.837	1	0.060	0.801
TRU 1	1	2.590	0.111	1	0.170	0.685	1	1.430	0.236
TRU 2	1	0.830	0.365	1	0.780	0.381	1	0.370	0.547
RSK 1	1	1.830	0.180	1	1.620	0.207	1	0.030	0.856
RSK 2	1	0.030	0.870	1	0.210	0.650	1	1.090	0.300
ITU 1	1	1.600	0.210	1	0.240	0.625	1	0.670	0.416
ITU 2	1	0.670	0.416	1	2.760	0.100	1	0.210	0.646

There was a significant main effect of travel frequency on the perception of the currency of the presented information (PIQ 1), $F(1,83) = 4.47$, $p < .05$. Specifically, frequent travelers perceived the information to be more current than non-frequent travelers.

Furthermore, there was a significant main effect of travel frequency on the perception of the sufficiency of the amount of available information (PIQ 4), $F(1,83) = 4.61$, $p < .05$. Specifically, frequent travelers perceived the amount of available information to be more sufficient than non-frequent travelers.

In addition, there was a significant main effect of travel frequency on the perception of the appropriate level of information detail (PIQ 5), $F(1,81) = 12.12$, $p < .01$. Frequent travelers perceived the level of detail to be more appropriate than non-frequent travelers. However, there was also a significant interaction effect between travel frequency of the participants and the information source of the presented travel risk information (PIQ 5), $F(1,81) = 4.54$, $p < .05$. Taking the means as a basis (cf. Figure 2), this indicates that the perceived level of detail of the information was quite similar for frequent and non-frequent travelers if they were presented travel risk information from an unofficial information source, however it was significantly different if they were confronted with the same information from an official information source.

Finally, there was a significant main effect of information source on the perception of the reliability of information (PIQ 6), $F(1,82) = 6.34$, $p < .05$. Specifically, information originating from an official information source was perceived as being more reliable.

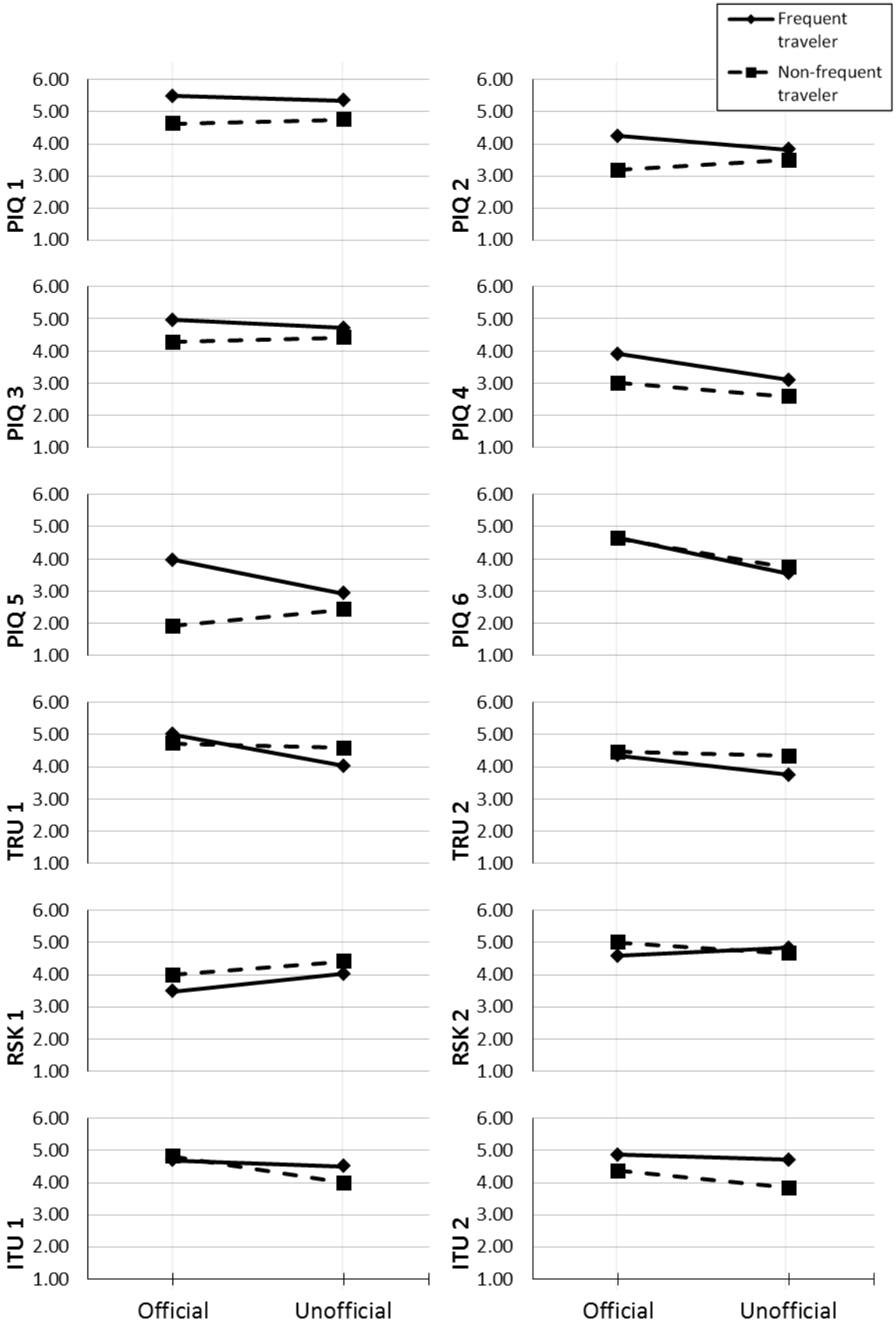


Figure 2: Means for two way Anova (information source and travel frequency)

4.2 The impact of information source and Twitter usage

As we have shown, information source might influence the perception of the presented travel risk information. However, that effect might differ across groups of frequent and non-frequent Twitter users. A two-way Anova tested the perceived information quality, trusting beliefs, perceived risk and intention to use of travel warnings either being presented as originating from official or unofficial (unknown Twitter users) sources among respondents who classified themselves as frequent or non-frequent Twitter users. Anova test results are presented in Table 3. The means of the corresponding analysis are illustrated in figure 3. In the following, all significant effects are described.

Table 3: Anova results for information source and Twitter usage

	Information source			*Twitter usage*			*Interaction*		
	df	*F*	*Prob > F*	*df*	*F*	*Prob > F*	*df*	*F*	*Prob > F*
PIQ 1	1	0.010	0.906	1	14.740	**0.000**	1	0.640	0.426
PIQ 2	1	0.200	0.653	1	0.070	0.797	1	0.340	0.563
PIQ 3	1	0.290	0.589	1	0.140	0.709	1	0.680	0.411
PIQ 4	1	3.910	0.051	1	0.220	0.644	1	1.060	0.307
PIQ 5	1	1.980	0.164	1	2.050	0.156	1	0.070	0.785
PIQ 6	1	9.210	**0.003**	1	0.830	0.365	1	0.740	0.394
TRU 1	1	4.430	**0.038**	1	2.890	0.093	1	0.090	0.761
TRU 2	1	2.570	0.113	1	0.310	0.582	1	2.180	0.144
RSK 1	1	2.040	0.157	1	0.190	0.660	1	0.510	0.477
RSK 2	1	0.400	0.531	1	3.650	0.059	1	0.020	0.898
ITU 1	1	0.620	0.433	1	4.750	**0.032**	1	0.180	0.669
ITU 2	1	0.050	0.824	1	3.160	0.079	1	0.520	0.472

There was a significant main effect of the Twitter usage on the perception of the currency of the presented information (PIQ 1), $F(1,83) = 14.74$, $p < .01$. Specifically, non-frequent twitter users perceived the information to be more current than frequent Twitter users.

There was a significant main effect of the information source on the perception of the reliability of information (PIQ 6), $F(1,82) = 9.21$, $p < .01$. Specifically, information originating from an official information source was perceived as being more reliable.

There was a significant main effect of the information source of the participants on the perception of the integrity of the system (TRU 1), $F(1,83) = 4.43$, $p < .05$. Specifically, when information originated from official information sources, the system was perceived as having more integrity.

There was a significant main effect of the Twitter usage of the participants on the intention to use the system again (ITU 1), $F(1,83) = 4.75$, $p < .05$. Specifically, non-frequent twitter users had higher intention to use the system again than frequent Twitter users.

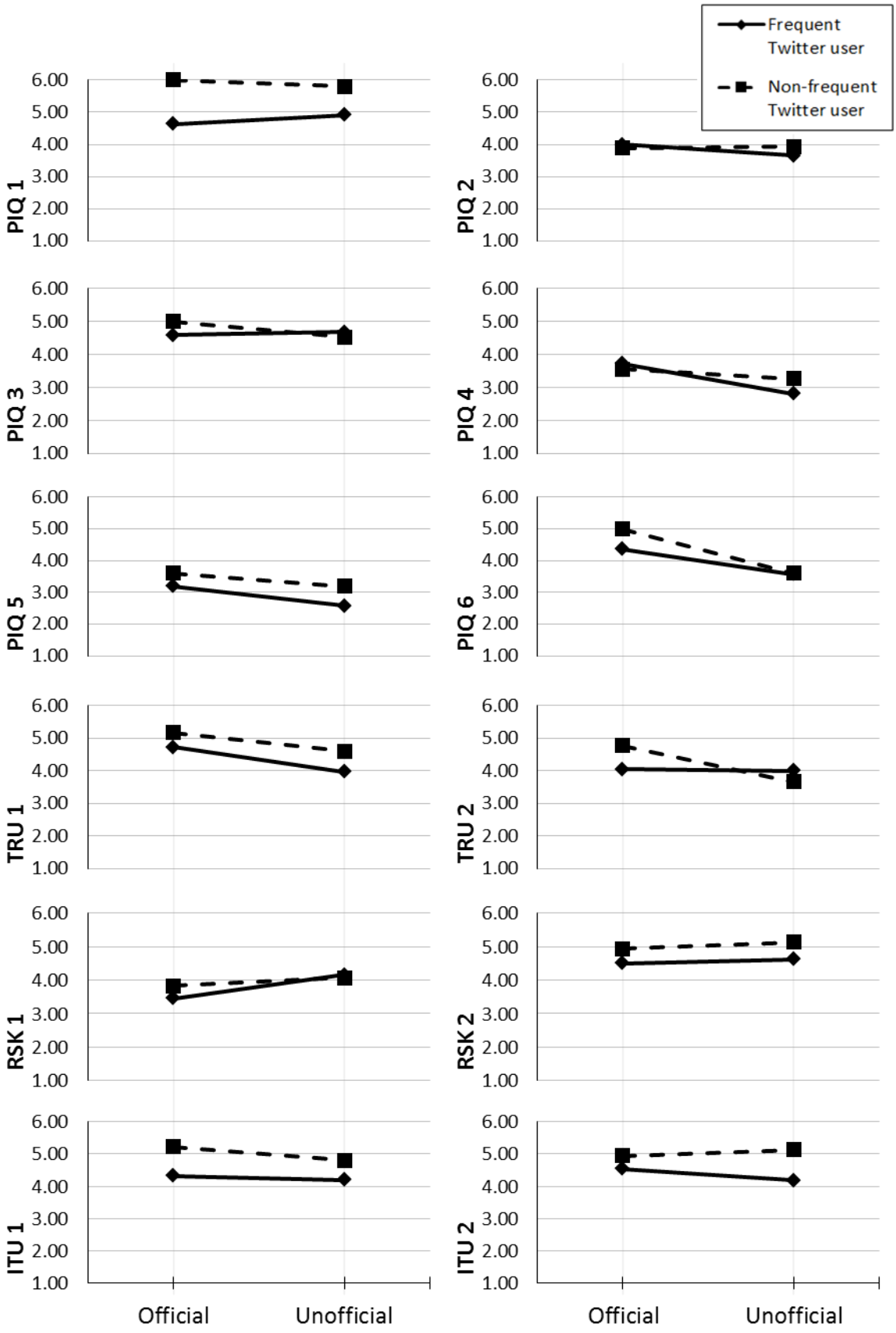


Figure 3: Means for two way Anova (information source and twitter usage)

5 Discussion and Conclusion

The primary objective of our study was to investigate the implications of using Twitter as a source for travel warnings in information systems. We found that both the information source and characteristic traits of the target audience play an important role for several aspects of perceived information quality and the resulting consequences for the intention to use the system.

There were no direct significant effects of information source and travel frequency on system acceptance (RQ1). That is, neither our experimental manipulation of the information source of being either official or unofficial nor the respondents' trait of being either frequent or non-frequent travelers had a significant influence on the respondent's intention to use the system. However, we found significant effects of both travel frequency and information source on several aspects of perceived information quality which might lead to an indirect influence on intention to use. Surprisingly, frequent travelers perceived the currency of the provided information as higher than non-frequent travelers. This is indeed unexpected, because there is no direct, intuitive connection between a respondent's frequency of traveling and her perception of how sufficient the currency of the presented travel risk information is. Also, the sufficiency of the amount of the presented information was perceived higher by frequent-travelers than by non-frequent travelers. The reason for that might be that frequent travelers require less information than non-frequent due to their higher travel experience. Interestingly, the level of detail of the presented information was rated higher by frequent travelers than non-frequent travelers, but only if the presented information was denoted to originate from an official information source. This means that frequent and non-frequent travelers perceive the same information only differently, if the information source is official. Not surprisingly, the empirical evidence shows that information denoted as originating from an official information source was perceived as being more reliable.

There was a significant effect of Twitter usage on the system acceptance (RQ2). We found that non-frequent Twitter users are more likely to use the system than frequent Twitter users. A possible explanation for this effect is that frequent Twitter users would not use a system specifically designed for travel risk information, but rather their general Twitter client. Additionally, there were significant effects of both Twitter usage and information source on several aspects of perceived information quality and trusting beliefs. Analogous to the above, non-frequent Twitter users perceived the currency of the information as higher than frequent Twitter users. As non-frequent Twitter users are less used to the high currency of information on Twitter, they may perceive the presented information as more current than frequent Twitter users. As could be expected, when information denoted as originating from an official information source was presented, respondents perceived the information as being more reliable. Additionally, if information denoted as originating from an official information source was presented, respondents perceived the system as being more sincere.

As we specifically wanted to investigate the interplay of information source and target audience to guide future artifact development, our findings bear some interesting insights. First, as could be expected, allegedly official information was perceived as more reliable and made the overall system appear more sincere. However, our empirical data shows no significant effects for many items like accuracy, relevancy or even competence when manipulating the information source to be either official or unofficial. Hence, we found no extensive evidence that user-generated travel risk information would be per se unsuitable as an information source for a travel risk application. Indeed this type of information might complement official information sources with the potential of providing latest first-hand information. Second, our data suggests that our proposed travel risk application might

be best positioned in the target audience of non-frequent Twitter users that travel frequently as all significant effects we found point into that direction.

6 Literature

[1] Aon (2013): Aon WorldAware Solutions – your comprehensive safe travel programme. http://www.aon.com/risk-services/crisis-management/worldaware/. Last accessed 09.17.2013.

[2] Bakos, JY; Brynjolfsson, E (1993): Information technology, incentives, and the optimal number of suppliers. Journal of Management Information Systems, 10(2):37–53.$

[3] Becker, H; Naaman, M; Gravano, L (2011): Selecting Quality Twitter Content for Events. ICWSM, 11.

[4] Blaikie, PM; Cannon, T; Davis, I; Wisner, B (1994): At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters. Routledge, London and New York.

[5] Bhattacherjee, A. (2002). Individual trust in online firms: Scale development and initial test. Journal of Management Information Systems, 19(1), 211–241.

[6] Boritz, JE (2004): Managing enterprise information integrity: security, control, and audit issues. Information Technology Governance Institute, Chicago.

[7] Bovee, MW (2004): Information quality: a conceptual framework and empirical validation. Doctoral Dissertation. University of Kansas Lawrence, USA.

[8] Davis, FD; Bagozzi, RP; Warshaw, PR (1989): User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. Management science 35(8):982-1003.

[9] DeLone, WH; McLean, ER (2003): The DeLone and McLean model of information systems success: A 10-year update. Journal of Management Information Systems 19(4):9–30.

[10] Dimanche, F; Lepetic, A (1999): New Orleans tourism and crime: A case study. Journal of Travel Research 38(1):19–23.

[11] Drum Cussac (2013): Drum Cussac Risk Management Platform. http://www.drum-cussac.com/DCRiskManagementPlatform.aspx. Last accessed 09.17.2013.

[12] Earle, TC (2004): Thinking aloud about trust: A protocol analysis of trust in risk management. Risk Analysis 24(1):169–83.

[13] Fischhoff, B; de Bruin, WB; Perrin, W; Downs, J (2004): Travel risks in a time of terror: judgments and choices. Risk analysis : an official publication of the Society for Risk Analysis 24(5):1301–1309.

[14] Fishbein, M; Ajzen, I (1975): Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research.

[15] Gefen, D; Karahanna, E; Straub, DW (2003): Trust and TAM in online shopping: An integrated model. MIS quarterly 27(1):51–90.

[16] Gulati, R; Gargiulo, M (1999): Where do interorganizational networks come from? American journal of sociology 104(5):1439–1438.

[17] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design science in information systems research. MIS quarterly 28(1):75-105.

[18] Jarvenpaa, SL; Tractinksy, N; Vitale, M (2000): Consumer trust in an Internet store. Information Technology and Management 1(1-2):45–71.

[19] Keil, M; Tan, BC; Wei, K; Saarinen, T; Tuunainen, V; Wassenaar, A (2000): A cross-cultural study on escalation of commitment behavior in software projects. MIS quarterly 24(2):299–325.

[20] Kwak, H; Lee, C; Park, H; Moon S (2010): What is Twitter, a social network or a news media?. In *Proceedings of the 19th international conference on World wide web*:591-600. ACM, New York.

[21] Lee, YW; Strong, DM; Kahn, BK; Wang, RY (2002): AIMQ: a methodology for information quality assessment. Information and Management 40(2):133 – 146.

[22] Luhmann, N (1979): Trust and Power. John Wiley, New York.

[23] McKnight, DH (2002): Developing and validating trust measures for e-commerce: An integrative typology. Information Systems Research 13(3):334–359.

[24] McKnight, DH; Chervany, NL (2002): What trust means in e-commerce customer relationships: An interdisciplinary conceptual typology. International Journal of Electronic Commerce 6(2):35-59.

[25] Morgan, RM; Hunt, SD (1994): The commitment-trust theory of relationship marketing. Journal of Marketing 58(3):20.

[26] Nicolaou, AI; McKnight, DH (2006): Perceived Information Quality in Data Exchanges: Effects on Risk, Trust, and Intention to Use. Information Systems Research 17(4):332–351.

[27] Pavlou, PA (2003): Consumer acceptance of electronic commerce: Integrating trust and risk with the technology acceptance model. International Journal of Electronic Commerce 7(3):101–134.

[28] Pavlou, PA; Gefen, D (2004): Building effective online marketplaces with institution-based trust. Information Systems Research 15(1):37–59.

[29] Reisinger, Y; Mavondo, F (2005): Travel anxiety and intentions to travel internationally: Implications of travel risk perception. Journal of Travel Research 43(3):212–225.

[30] Reisinger, Y; Mavondo, F (2006): Cultural Differences in Travel Risk Perception. Journal of Travel and Tourism Marketing 20(1):13–31.

[31] Schultz, F; Utz, S; Göritz, A (2011): Is the medium the message? Perceptions of and reactions to crisis communication via twitter, blogs and traditional media. Public relations review 37(1):20-27.

[32] Sitkin, SB; Pablo, AL (1992): Reconceptualizing the determinants of risk behavior. Academy of Management Review 17(1):9–38.

[33] Sönmez, SF (1998): Tourism, terrorism, and political instability. Annals of Tourism Research 25(2):416–456.

[34] Sönmez, SF; Graefe, AR (1998): Determining Future Travel Behavior from Past Travel Experience and Perceptions of Risk and Safety. Journal of Travel Research 37(2):171–177.

[35] Wang, RY; Strong, DM (1996): Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. Journal of Management Information Systems 12(4):5–33.

Anforderungsanalyse von Enterprise Social Networking Anwendungen – Eine Action Design Research Studie

Aylin E. Yücel, Tim A. Rickenberg, Michael H. Breitner

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,
E-Mail: {yuecel | rickenberg | breitner}@iwi.uni-hannover.de

Malte Schlüter

Lenze Automation GmbH, 31855 Aerzen, E-Mail: malte.schlueter@lenze.com

Bernd Hohler

bhn Dienstleistungs GmbH & Co. KG, 31855 Aerzen, E-Mail: hohler.bernd@bhn-services.com

Abstract

Technologische Trends und Wandel im Arbeitsleben stellen die bisherigen Informationssysteme vor neue Herausforderungen. Um menschliche Zusammenarbeit zu unterstützen, findet Enterprise Social Networking (ESN) zunehmend Einsatz in der unternehmensinternen Kommunikation. Damit ESN erfolgreich im Unternehmenskontext integriert werden kann, sind die grundsätzlichen Anforderungen an solche Plattformen zu analysieren. Hierzu wurde eine Action Design Research (ADR) Studie in einem Unternehmen für Antriebs- und Automatisierungstechnik durchgeführt. Im Rahmen der Studie wurde ein ESN Prototyp konzipiert und mit qualitativen Interviews und quantitativen Umfragen evaluiert. Das Ergebnis der Anforderungsanalyse stellt organisatorische, funktionale und nicht-funktionale Anforderungen auf, die einen Ansatzpunkt zur Einführung einer ESN Anwendung darstellen.

1 Einleitung

Die wachsende Bedeutung des Internets, IT-Trends und der demografische Wandel führen dazu, dass sich die Kommunikation in den letzten Jahren gewandelt hat. Die zunehmende Vernetzung von Mitarbeitern wird unter anderem durch die steigende Komplexität von interdisziplinären Projekten und Aufgaben hervorgerufen. Wissensarbeiter werden dazu veranlasst, bei Problemen und Fragen auf das Wissen persönlicher Kontakte zurückzugreifen. Folglich lassen sich gewandelte Anforderungen an die IT wahrnehmen. Aufgrund des enormen Erfolgs von offenen Social Networking Diensten setzen sich aktuell Unternehmen mit dem Nutzenpotential solcher Anwendungen auseinander. Das Ziel dabei ist es, die Kommunikation und Kollaboration sowie das Beziehungs- und Wissensmanagement innerhalb von Unternehmen zu fördern. Systeme, die Funktionen zum Identitätsmanagement und Vernetzungen mit anderen Nutzern bereitstellen, werden als Enterprise Social Networking (ESN) Dienste bezeichnet.

Auch in der Forschung handelt es sich bei ESN um ein recht neues Phänomen. Es gibt bisher nur wenig Erkenntnisse und Ergebnisse bzgl. Auswirkungen und Einsatz von ESN Anwendungen. Das Ziel des vorliegenden Papers ist es somit, die Anforderungen an ESN Anwendungen innerhalb von Unternehmen in Rahmen einer Analyse detailliert und kategorisiert aufzuzeigen. Dazu findet ein Action Design Research (ADR) Ansatz Anwendung in einem Unternehmen für Antriebs- und Automatisierungstechnik. Es wird ein ESN Prototyp konzipiert, implementiert und anschließend anhand qualitativer und quantitativer Verfahren evaluiert. Resultierend werden Erkenntnisse und Design Principles von dem Prototypen und dem Fachkonzept in Form einer generalisierten Anforderungsanalyse abgeleitet. Hierfür gilt es folgende Forschungsfrage zu beantworten:

> *Was sind die organisatorischen, funktionalen und nicht funktionalen Anforderungen an eine Enterprise Social Networking Anwendung im Rahmen einer Anforderungsanalyse?*

Das Paper ist wie folgt gegliedert: In Abschnitt zwei werden Forschungsgrundlagen mit verwandter Forschung und Forschungsdesign dargestellt. Der dritte Abschnitt stellt die Anforderungsanalyse an ESN Anwendungen mit organisatorischen, funktionellen und nicht-funktionellen Anforderungen dar. Abschnitt vier umfasst eine Diskussion und zeigt Limitationen und Implikationen auf. Das Papier endet mit einem Fazit und einem kurzen Ausblick.

2 Forschungsgrundlagen

2.1 Grundlagen und verwandte Forschung

In den vergangenen Jahren hat das Social Web einen starken Einfluss auf die Kommunikation und Zusammenarbeit genommen. Durch leistungsstarke und intuitiv zu bedienende Anwendungen im privaten Bereich und fortschreitende Consumerization erfüllen viele bestehende Systeme in Unternehmen oft nicht mehr die Erwartungen und Bedürfnisse des modernen Mitarbeiters. Die Mitarbeiter drängen Unternehmen zu Veränderungen, damit eine neue Art der Zusammenarbeit und Kommunikation entstehen kann [4]. Somit kann unter ESN auch die unternehmensinterne Anwendung von Möglichkeiten und Plattformen aus dem öffentlichen Internet verstanden werden. ESN verstärkt gemeinsames Wissen durch die Kombination von sozialen Beziehungen, Kommunikation, Dialogen und das Teilen von Inhalten [24]. ESN verbindet Menschen, Daten und Prozesse [4], wobei die soziale Interaktion auf Team-Ebene, Projektebene oder unternehmensweit stattfindet [21].

ESN Plattformen bieten eine Vielzahl an Funktionen und erlauben den Nutzern vielseitige Aktivitäten. Mitarbeiter nutzen ESN Plattformen im Intranet von Unternehmen um Experten zu identifizieren, die

bei der Lösung eines Problems helfen können oder ein Projekt unterstützen können. Zudem zählen informelle Gespräche, organisieren von Meetings, Diskussionen, Benachrichtigungen über Ereignisse und die Koordination von Aufgaben zu den Hauptaktivitäten auf ESN Plattformen [21]. Wissensteilung wiederrum geschieht durch das Verknüpfen mit Kollegen, Kommunikation und Koordination der Arbeit [24]. Auch [23] sehen die Hauptfunktionalitäten von ESN darin Probleme zu lösen, Informationen zu verteilen, Aufgaben zu koordinieren, Wissen zu identifizieren und Projekte zu managen. Weiterhin dienen ESN Anwendungen als Informationsspeicher und zur Inputgenerierung.

Der Einsatz von ESN verspricht Unternehmen viele Vorteile und stiftet auch den Mitarbeitern Nutzen. Für das Management werden auf diesem Wege die personellen Ressourcen des Mitarbeiterstamms explizit aufgeführt, um so Aufgaben und Projekte effizienter verteilen zu können [30]. Nutzer hingegen bekommen die Möglichkeit ihr Wissen aufzuzeigen und sich strategisch mit Kollegen zu verbinden [8]. Eventuell können Querversetzungen oder Positionssteigerungen abgeleitet werden. Nutzer verspüren eine persönliche Zufriedenheit, wenn sie Kollegen, mit denen sie zusammenarbeiten oder mit denen sie an gemeinsamen Aufgaben arbeiten, besser kennenlernen können, indem sie über ihre Kenntnisse, Aufgabengebiete und Interessen erfahren [8]. Dies fördert auch den Informationsfluss zwischen den Abteilungen [11]. Neuen Mitarbeiter, aber auch Mitarbeitern, die an geografisch entfernten Orten arbeiten, erlauben ESN Anwendungen die Werte und Vorstellungen des Unternehmens kennenzulernen [28]. Jedoch handelt es sich bei ESN um eine „malleable end-user software“. Dies bedeutet, dass der Nutzen der Software sich erst bei der Anwendung im Alltag bemerkbar macht [22].

In grundlegender ESN Forschung wird vor allem das Potential von ESN Plattformen untersucht. So werden in Studien bestimmte Aspekte, einschließlich der Motivation der Nutzer [8], den Individual- [30] und Unternehmensnutzen [28], den Einsatzbereich [21] und die Hauptaktivitäten [24] von ESN untersucht. Da die Auswirkungen von ESN in der Praxis von den Funktionen der Plattform abhängen, ist eine Analyse erforderlich, um ESN mit unterschiedlichen Nutzungsanforderungen in Kontext setzen zu können. Dieses Papier stellt eine solche Analyse dar. Mit den Erkenntnissen dieser Studie können die Bandbreite und Eigenschaften von ESN Funktionalitäten und Nutzung dargestellt werden.

2.2 Forschungsdesign

Das unterliegende Forschungsdesign richtet sich an den Grundsätzen der ADR Methode aus [26]. Dieser integrative Ansatz ist eine Kombination aus Design Research (DR) und Action Research (AR) und zielt darauf ab, die Lücke zwischen organisatorischer Relevanz und methodischer Rigorosität zu schließen. Demnach wird ein relevantes Problem in einem spezifischen organisatorischen Umfeld in einer ständigen Interaktion zwischen Praktikern und Forschern bearbeitet. Dabei werden IS Artefakte simultan entwickelt und evaluiert, die durch Formalisierung der Ergebnisse auf das Ausgangsproblem und generalisiert auch auf die allgemeine Problemklasse abzielen. Das daraus resultierende und hier angewendete Forschungsvorgehen ist in Abbildung 1 mit den verwendeten Datenquellen dargestellt.

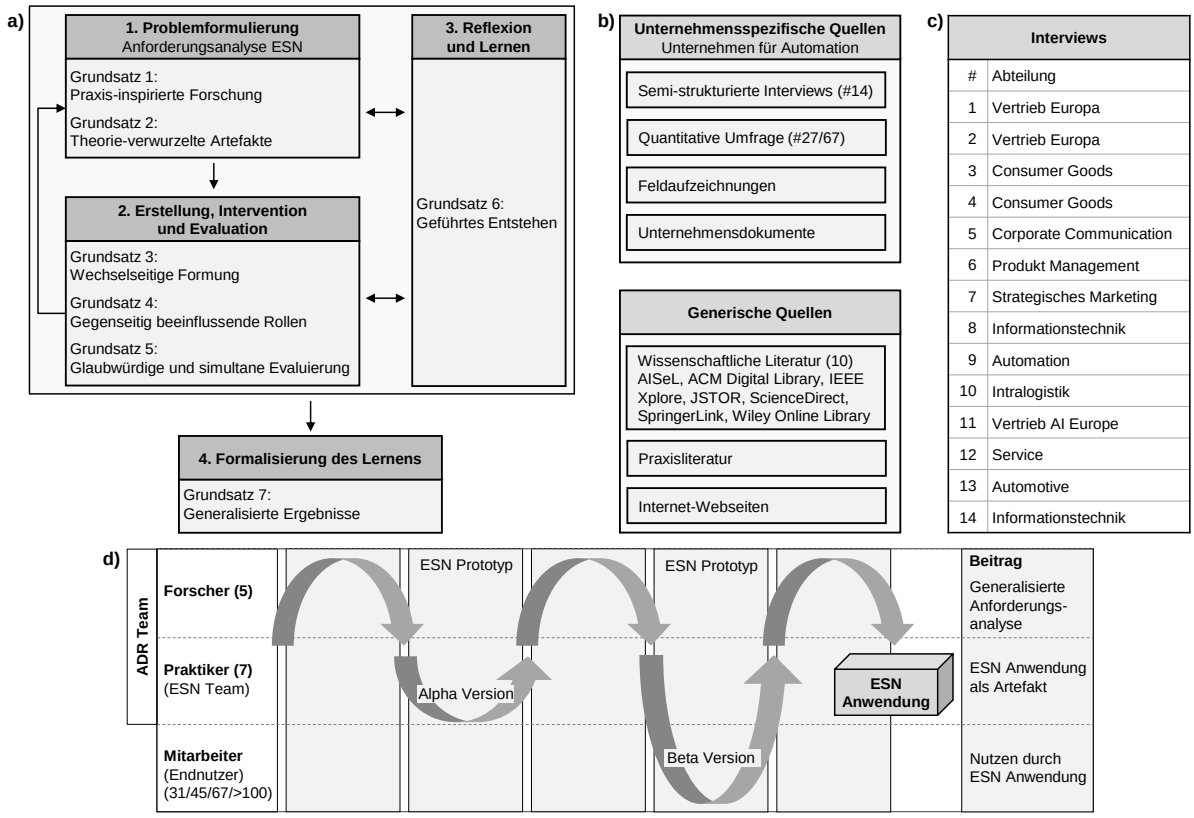


Abbildung 1: Forschungsdesign mit Action Design Research, siehe [26]

In der ersten ADR Phase fand die Problemformulierung und Initiierung statt, in der die praktische Relevanz von ESN Anwendungen und Notwendigkeit einer detaillierten Anforderungsanalyse herausgestellt wurde. Als organisatorischer Kontext diente ein international operierender Hersteller und Entwickler für Antriebs- und Automatisierungstechnik (3300 Mitarbeiter, 52 Gesellschaften, Vertrieb und Service in 60 Ländern). Entsprechend der ADR Grundsätze 1 und 2 wurde das praktische Problem umrissen und theoretische Prämissen aufgestellt um die Forschungsfrage und -ziele zu formulieren.

Es wurde eine umfassende Datensammlung durchgeführt, die wissenschaftliche Literatur und weitere generische sowie unternehmensspezifische Quellen umfasst (siehe Abbildung 1b). Während Quellen aus dem Unternehmen dazu dienten, unternehmensspezifische Anforderungen zu identifizieren und formulieren, wurden generische Quelle dazu verwendet, theoretische Grundlagen zu schaffen und Anforderungen daraufhin zu abstrahieren und generalisieren (ADR Phase 3 und 4). Zur Suche der Literatur wurden wissenschaftliche Suchmaschinen herangezogen und „Social Collaboration“ und „ESN“ als Stichworte gewählt. Beiträge wurden nur in Betracht gezogen, sofern sie sich explizit auf ESN als Ganzes und nicht allgemein auf Social Software oder einzelne Teilfunktionen von ESN, wie Microblogging, bezogen. So wurden neun Paper zu ESN und aufgrund der Relevanz und Aktualität ein Paper zu Social Software in die Analyse einbezogen. Diese Paper wurden offen und selektiv kodiert. Während beim offenen Kodieren die Daten Absatz für Absatz aufgebrochen werden, wurde beim selektiven Kodieren nach den Schlüsselkategorien kodiert, bis eine Sättigung eintrat und die Kodierung von weiteren Quellen keine neuen Erkenntnisse in Aussicht stellte [27].

Die eigentliche Generierung und Evaluierung des Artefakts in Form eines ESN Prototypen und einer Anforderungsanalyse erfolgte zyklisch auf Basis der gesammelten Daten in ständiger Interaktion der Forscher und Praktiker (ADR Phase 2, Grundsätze 3-5). Die Alpha-Version des ESN Prototypen

wurde auf einen begrenzten organisatorischen Kontext angewendet, welcher aus dem ADR Team aus Forschern und ESN Team bestand (Abbildung 1d). In einem weiteren Zyklus wurde der Kontext erweitert, so dass die Beta-Version des Prototyen auch einer fokussierten Gruppe von Endnutzern bereitgestellt wurde. Während eine tiefergehende Evaluation der Alpha-Version formativ zur Verfeinerung des Artefakts mit Hilfe von semi-strukturierten Interviews erfolgte, wurde die Beta-Version durch summative Evaluierung mittels quantitativer Fragebögen auf ihren Nutzen begutachtet.

Als Datenquelle und zur Evaluierung der Alpha-Version des Artefakts wurden 14 Mitarbeiter im Rahmen semi-strukturierter Interviews befragt (Abbildung 1c). Bei der Auswahl der Interviewpartner wurde darauf geachtet, verschiedene Altersklassen, Positionen, Nationalitäten und Branchensegmente abzudecken. Der Interviewleitfaden ist unterteilt in fünf Blöcke und orientiert sich an definierten Phasen [29]. Die Interviews dauerten 30 bis 60 Minuten und wurden, bis auf vier telefonische Interviews, im Unternehmen persönlich durchgeführt. Zur Auswertung der Interviews wurden diese transkribiert. Da ein Interview nicht aufgenommen werden durfte, floss es als Feldnotiz mit ein [31]. Zur Analyse der Interviews wurde analog zur den anderen Quellen offenes und selektives Kodieren genutzt. Eine Kombination aus qualitativer und quantitativer Forschung erlaubt Defizite beider Ansätze zu reduzieren [17]. Nach der Testphase das ESN Prototypen auf Basis von Microsoft SharePoint und MySites, wurden 67 Teilnehmer (27 Antworten) quantitativ zum allgemeinen Nutzen von ESN Anwendungen, spezifischen Nutzen des Prototypen, Potential von ESN Anwendungen, sowie deren Anforderungen und Herausforderungen befragt. Die summative Evaluation der Beta-Version des Prototypen basierte auf einer 5-Punkt Likert-Skala und wurde mittels eines Befragungstools durchgeführt.

Um die Ergebnisse übertragbar zu machen, wurden die unternehmensspezifischen Erkenntnisse ständig mit wissenschaftlichen Beiträgen abgeglichen, gründliche Reflexion durchgeführt (ADR Phase 3, Grundsatz 6) und letztendlich in ADR Phase 4 nach Grundsatz 7 formalisiert. So konnten durch Abstrahierung des während der Entwicklung des ESN Prototypen Erlernten grundlegende Design Prinziples in Form einer generalisierten Anforderungsanalyse erstellt werden.

3 Eine Anforderungsanalyse für ESN Anwendungen

Die Ziele der Einführung und Nutzung von Social Software Anwendungen sind vielseitig. ESN Anwendungen haben im Allgemeinen die Absicht Kommunikation und Kollaboration innerhalb und über Unternehmensgrenzen hinweg zu ermöglichen [5]. Unternehmen können davon profitieren, dass sie mehr über die Beziehungen zwischen Mitarbeitern wissen. Dieses Wissen kann zur strategischen Teambildung genutzt werden, Entscheidungen bzgl. Human Ressource Aufgaben unterstützen und zur richtigen Ressourcenallokation führen [30]. Auch die räumliche, zeitliche und funktionale Begrenzung der Nutzbarkeit von Wissen soll aufgehoben werden, indem durch aktive Teilnahme Wissen gespeichert und implizites Wissen verfügbar gemacht wird. Dies ist insbesondere durch Expert Finder möglich, über die kompetente Kollegen bzw. Mitarbeiter gefunden werden können, die bei einer aktuellen Problemstellung helfen können. Zudem werden dialogorientierte Kommunikation und Vernetzung unterstützt um damit das Beziehungsmanagement unter den Kollegen zu fördern.

Aufgrund der Gestaltungsmacht des Nutzers und der Nutzungsoffenheit von Social Networking Anwendungen [23] ergeben sich organisatorischen Anforderungen (O), die sich in den funktionalen (F) und nicht-funktionalen (N) Anforderungen einer Social Networking Anwendung widerspiegeln. Während funktionale Anforderungen darstellen, welche Funktionen das System ausüben soll, nehmen

nicht-funktionale Anforderungen Bezug auf die Realisierung, Systemeinführung, Qualität und zum Projektmanagement. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die identifizierten Anforderungen:

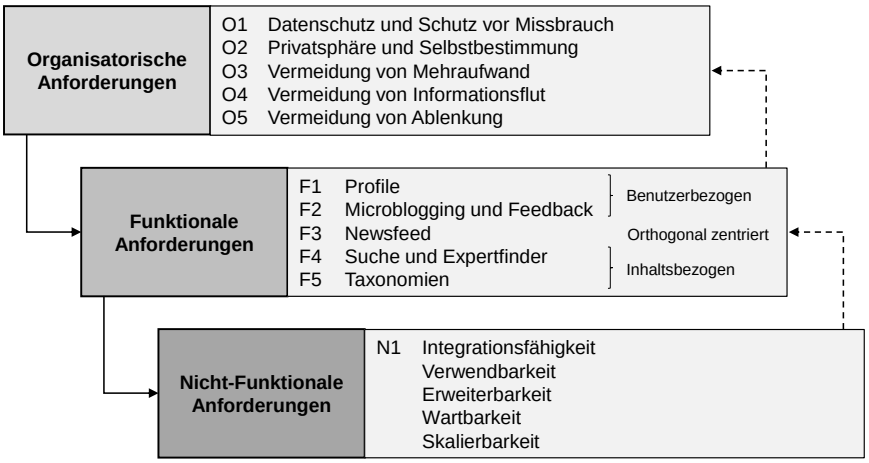


Abbildung 2: Anforderungen an eine ESN Anwendung

3.1 Organisatorische Anforderungen

Datenschutz und Schutz vor Missbrauch (O1): Obwohl eine offene Informationsarchitektur innerhalb der Organisation vorgeschlagen wird [14], ist ein grundlegendes Rechtsystem für ESN Anwendungen notwendig. Neben der Verfügbarkeit von Informationen ist weiterhin zu kommunizieren, wozu die bereitgestellten Systeme und erstellter Social Content letztlich verwendet werden sollen. Missbrauch von Enterprise 2.0 Werkzeugen ist in diesem Zusammenhang eine verbreitete Befürchtung. Von der Nutzung solcher Systeme zur Verbreitung unangemessener bzw. nicht wahrheitsgetreuer bis hin zu fehlerhaften Informationen umfasst dieses Bedrohungsszenario eine Reihe von Nutzungsarten, welche ein angemessenes Maß an Regelungen erfordern. So kann entsprechenden Gefahren durch die Verwendung von Authentifizierungsmechanismen begegnet werden [14][28]. Wenn durch Authentifizierung identifizierbar ist, von wem bestimmte Beiträge, Kommentare, Informationen und Nachrichten stammen, wird die Unsicherheit reduziert und das Vertrauen in die Technik gestärkt [3]. Mitarbeiter werden umso durchsichtiger für Unternehmen, je mehr Informationen preisgegeben und im System gespeichert werden. Unternehmen könnten dies nutzen, um Mitarbeiter zu überwachen, so dass sie daraus ein Risiko in ihrer Teilnahme und Aktivität auf Social Software Seiten sehen könnten. Daher sollte eine Einschränkung der gesammelten Daten erfolgen und dies den Mitarbeitern mitgeteilt werden. Allgemein gilt, dass eine Überwachung der Verwendung der Anwendungen zwar nötig ist um Missbrauch vorzubeugen, dies jedoch kontraproduktive Auswirkungen auf den kollaborativen Charakter von Social Software hat [10] und daher Mitarbeitern viel Vertrauen entgegen gebracht werden muss. Hierbei sollte dem Umgang miteinander ein angemessener Rahmen gegeben werden.

Privatsphäre und Selbstbestimmung (O2): ESN Anwendungen unterliegen der Gefahr als Überwachungsmechanismus oder Bedrohung der Selbstbestimmung wahrgenommen zu werden (vgl. Interview 1, 2, 10, 11). Notwendig sind daher Einstellungsmöglichkeiten, welche dem Nutzer die Selbstbestimmung über das Veröffentlichen von Daten ermöglicht. Sinnvoll ist hierbei ein Ansatz, bei dem der Nutzer explizit dem Teilen von Informationen zustimmen muss. Zudem sollte deutlich kommuniziert werden, dass Beteiligung auf freiwilliger Basis erfolgt.

Vermeidung von Mehraufwand (O3): Aus betriebswirtschaftlicher Sicht soll die Einführung von ESN Anwendungen zu einer Produktivitätssteigerung führen. Mehraufwand für die Pflege (vgl. Interview 7,

10, 12) eines weiteren Informationssystems oder gar die doppelte Haltung von Informationen muss vermieden werden (vgl. Interview 3, 7, 8, 9, 12, 13, 14). Um zusätzlichen Aufwand für die Mitarbeiter zu reduzieren, sollte eine Integration mit bereits eingesetzten Systemen erfolgen und ein hoher Automatisierungsgrad angestrebt werden. Hierbei kann die Bereitstellung von Dokumenten und Content mittels anderer Plattformen, wie Enterprise Content Management (ECM) Systemen oder Wikis, automatisch erkannt und in den anderen Plattformen übernommen werden.

Vermeidung von Informationsüberflutung (O4): Von Informationsüberflutung wird gesprochen, wenn die auf ein Individuum einströmenden Informationen so groß sind, dass die Zeit diese zu verarbeiten die hierfür zur Verfügung stehenden Ressourcen übertrifft [25]. Auswirkungen von Information Overload sind vielfältig und wirken sich negativ auf die Arbeitsproduktivität aus. Möglichkeiten zur Bewältigung der Informationsflut sind die Zusammenfassung ähnlicher Meldungen bspw. bei Microblogs oder die Verwendung von Filtermechanismen zum Ausblenden nicht benötigter Inhalte [15].

Vermeidung von Ablenkung (O5): Mögliche Ablenkung durch das System muss vermieden werden (vgl. Interview 1, 3, 6, 9, 14), da Mitarbeitern durch die Teilnahme an ESN Anwendungen ansonsten ihre eigentliche Arbeit vernachlässigen könnten. Neben Maßnahmen wie der Einführung von Richtlinien, wie viel Zeit ein Nutzer an dem System verbringen darf, stellt die Filterung der Inhalte auf die für den Arbeitskontext wichtigsten Informationen eine mögliche technische Maßnahme dar.

3.2 Funktionale Anforderungen

Enterprise 2.0 Anwendungen werden in inhaltzentrierte, benutzerzentrierte und orthogonal zentrierte Dienste untergliedert [6]. Orthogonal zentrierte Dienste sind Anwendungen, die nicht direkt Inhalt oder Nutzer zuzuordnen sind. Um die funktionalen Anforderungen auf den Begriff Enterprise 2.0 beziehen zu können, werden die Anforderungen nach diesen Diensten klassifiziert. Die Anforderungen finden weiterhin Übereinkunft mit dem Akronym SLATES (Search, Links, Authoring, Tags, Extension, Signals) [16], welche die Hauptfunktionalitäten von Enterprise 2.0 Anwendungen darstellen.

Profile mit Kenntnissen und Aufgabengebiete (F1): Während Organigramme Aufschluss über die Struktur des Unternehmens und der professionellen Nähe geben, kann nicht auf die sozialen Netzwerke innerhalb der Organisation geschlossen werden [7]. So wird nicht ersichtlich, wem ein Mitarbeiter vertraut und mit wem auch außerhalb der Arbeit Zeit verbracht wird. Diese Beziehungen können jedoch die stärksten und bedeutendsten sein [30]. ESN Plattformen ermuntern Mitarbeiter sowohl professionelle, als auch persönliche Informationen miteinander zu teilen [5]. Mittels eines Profils können Visitenkarteninformationen (vgl. Interview 8) und ein „Who is Who“ (vgl. Interview 8, 11, 14) erstellt werden. Hierfür sollten ein Profilbild [28] sowie Kontaktdaten bereitgestellt werden können (vgl. Interview 8). Ebenso ist es wichtig, professionelle Daten wie die Fähigkeiten, Kenntnisse und Erfahrungen (vgl. Interview 1, 11, 12) angeben zu können. Um akkurate Angaben gewährleisten zu können, sollten Daten zu Aufgabengebieten, vorherigen Projektarbeiten und der Position aus einem zentralen Verzeichnis bezogen werden. Besonders für diese berufsbezogenen Informationen stuften die Mitarbeiter die zentrale Pflege als wichtig ein. Die eigentliche Pflege des Profils erfolgt hingegen über den Nutzer selbst, um so die Aktualität und Korrektheit der Informationen zu gewährleisten. Ohne Expert Finder oder Gelbe Seiten in einem Unternehmen gibt es kaum eine Möglichkeit zu erfahren, worin andere Mitarbeiter und Kollegen gut sind. Bei Problemen oder Fragen ist daher oft nicht bekannt, wen Nutzer um Rat bitten können. Besonders erschwert wird dies für neue Mitarbeiter, die die meisten Mitarbeiter noch nicht kennen (vgl. Interview 6). Auf den Profilen sollen

Informationen über Fähigkeiten bereitgestellt werden um diese im Rahmen einer Expertensuche nutzen zu können. Um Kontext- und Kontaktmanagement als essentielle Teilfunktionen von ESN zu erlauben [20], muss auf den Profilseiten deutlich aufgezeigt werden, mit welchen Kollegen Verknüpfungen bestehen, welche Position der Mitarbeiter in der Organisation einnimmt und bspw. über Statusmitteilungen aufzeigen, welchen Aktivitäten die Nutzer nachgehen. Nutzer sollen Teile ihres Profils als nicht-öffentlich kennzeichnen können, um private Daten vor Unbekannten verbergen zu können und ihre Privatsphäre zu schützen [8]. Zudem sollte die Möglichkeit bestehen zu überprüfen, wie das eigene Profil aussieht, wenn ein bestimmter Nutzer oder eine Nutzergruppe es betrachtet. Aus den Interviews auch hervor, dass die Mitarbeiter gar keine oder nur eingeschränkt Informationen aus dem privaten Leben veröffentlichen bzw. erhalten möchten, auch wenn dies mit ESN Anwendungen möglich ist. Gründe dafür sind ggf. stigmatisiert bzw. gruppiert zu werden, versehentlich fehlerhafte Daten anzugeben und der Selbstdarstellung im Allgemeinen: *"Ich würde wahrscheinlich [bei ESN Profilen] mitmachen, wobei ich glaube, dass ich keine privaten Informationen zur Verfügung stellen wollen würde, weil dadurch kennt man mich ja immer noch nicht. Es ist halt, dass das geschriebene Wort interpretierbar ist"* (Interview 7). Jedoch werden Informationen zu Vorlieben oder sonstiges Wissen mit Verbindung zum Unternehmenskontext als vorteilhaft angesehen. Das Profil soll einen für Dritte sichtbaren Newsfeed besitzen, welcher ausschließlich den Nutzer betreffende Aktivitäten enthält. Außerdem sollte es eine Dokumentenablage geben, auf der Mitarbeiter Dokumente bereitstellen können. Durch Tags soll der Nutzer auf die Dokumente aufmerksam machen können, um so mit Kollegen Informationen teilen zu können. Aus der quantitativen Erhebung ging hervor, dass die im Unternehmen existierenden Systeme wenige Möglichkeiten bieten, Informationen zu Kunden und Märkten zu erhalten. Um eine Basis zum Wissensaustausch bereitzustellen, können ESN Anwendungen mit Wikis kombiniert werden.

Microblogging und Feedback (F2): Das Veröffentlichen von kurzen Nachrichten seitens der Nutzer wird als Microblogging bezeichnet [2]. Dabei liegt der Nutzen in schneller Kommunikation, die durch die Kürze der Textnachrichten begünstigt wird [13]. Es sind vier wesentliche Funktionen von Microblogs innerhalb eines Unternehmens zu identifizieren [23]: Bei der Aufgabenkoordination delegieren Mitarbeiter Aufgaben an andere, veröffentlichen Listen von Aufgaben, berichten von abgeschlossenen Aufgaben oder erfragen den Stand von Aufgaben. In Bezug auf die Problemlösung stellen Teammitglieder arbeitsbezogene Fragen, heben Probleme hervor oder berichten über Möglichkeiten Probleme zu lösen. Zur Mitteilung über Aktivitäten teilen Mitarbeiter Informationen über Meetings, Events und bevorstehende Treffen. Für die Ideenfindung teilen Mitarbeiter interessante Seiten oder stellen Ideen zur Diskussion vor. Ein mögliches Einsatzszenario ist, Vertriebsmitarbeitern zu ermöglichen, Kundenbesuche durch kurzen Informationsaustausch mit Kollegen vor- und nachzubereiten. Weiterhin kann bspw. das strategische Marketing, Wettbewerbsanalysen schneller und effizienter aufstellen, indem Informationen mit dezentralen Vertriebsmitarbeitern ausgetauscht werden (vgl. Interview 4). Um Interaktion, Wissensaustausch und Kommunikation zu fördern, sollten Mitarbeiter durch Kommentarfunktionen direkt Feedback zu den Microblog-Einträgen ihrer Kollegen geben können (vgl. Interview 4, 10, 13). Es ist möglich, durch gezielte Filterung der Einträge von Microblogs die auf Wissensarbeiter wirkende E-Mailflut zu bewältigen [23]. Zudem ist es wichtig, die Microblog-Einträge als Enterprise Content zu behandeln zu speichern, damit relevante Informationen nicht verloren gehen. Um Informationsüberflutung zu bewältigen, sollte das „following"-Prinzip genutzt werden. So erhalten Mitarbeiter nur die Informationen und Microblog-Einträge derjenigen Mitarbeiter, mit denen sie verknüpft sind. Andere Möglichkeiten der Bewältigung der Informationsflut stellen das Tagging (durch Hashtags) von Nachrichten oder das Teilen von Nachrichten mit dem direkten Verweis an Mitarbeiter dar [13]. Um unerwünschte Beiträge zu vermeiden und so zu

umgehen, dass Beiträge redaktionell überarbeitet werden müssen, sind Richtlinien zu setzen, die wahrheitsmäßige Angaben, einen sprachlich angemessenen Stil und Authentifizierung der Beitrag-Schreiber definieren.

Newsfeed und Aggregatoren (F3): Das Web 2.0 ist geprägt von einer großen Menge an neuen Inhaltsquellen wie bspw. Blogs und Wikis. Dadurch wird die Übersicht der neusten Entwicklungen in dem Interessensgebiet des Mitarbeiters erschwert. Um Mitarbeiter über den aktuellen Stand von Dokumenten und neue Einträge und Änderungen an Informationen oder Einträgen zu informieren sowie personalisierte Suchanfragen einzusetzen, werden Newsfeeds und Aggregatoren verwendet [2] (vgl. Interview 1, 4, 5, 7, 8, 9) . Ein Newsfeed ist definiert als eine Nachrichtenseite, welche sich an den Bedürfnissen des Nutzers orientiert und sich anpassen lässt. Sobald eine neue Information veröffentlicht wird (in Wikis, Microblogs etc.), wird zeitgleich bzw. leicht verzögert auch der Feed aktualisiert und die Inhalte der Einträge in komprimierter Form angezeigt. Somit geben Feeds die Möglichkeit der individuellen Zusammenstellung von Inhalten und verfolgen das Pull-Prinzip, wobei der Nutzer entscheidet, welche Informationen dieser erhalten möchte [1]. Die Filterung von Newsfeeds stellt eine Möglichkeit dar, einerseits Informationen regelmäßig zu erhalten, aber bestimmte Inhalte, besonders private News von Kollegen, nur eingeschränkt zu empfangen. Es wird dabei zwischen zwei Arten von Newsfeeds differenziert. Zum einen soll auf einer zentralen Seite ein privater Newsfeed für einen Nutzer alle Neuigkeiten zusammenstellen und darstellen, zu denen der Mitarbeiter Verbindungen aufweist. Zum anderen sollen auf dem Profil eines Nutzers, welches durch andere Mitarbeiter angesehen werden kann, nur die Neuigkeiten aufgelistet werden, an denen der betrachtete Nutzer direkt beteiligt ist. Das sind also Einträge, die der Nutzer verfasst hat oder Einträge, die andere Nutzer auf der Seite hinterlassen haben.

Suche (F4): ESN Anwendung müssen eine Suchfunktion bereitstellen, welche das Auffinden von Personen, als auch von Gruppen und Dokumenten ermöglicht (vgl. Interview 2-9, 11-14). *„Also, einen der größten Vorteile [von ESN], den ich sehe, ist […] irgendwo im Bereich des Wissensmanagements: dass ich Wissen schneller verteilen kann, dass ich Experten aus unterschiedlichsten Bereichen zu Themen einfacher finde und zusammenbringen kann. Gerade […] bei Themen, wo die Experten in ganz unterschiedlichsten Bereichen sitzen können“* (Interview 4). Im Rahmen einer Expertensuche können Fähigkeiten, Kenntnisse und Interessengebiete als Schlagwörter dienen. Die Suche bei Gruppen und Dokumenten, wie bspw. nach Themen, soll die Möglichkeit geben, relevante und interessante Inhalte zu finden. Zudem sollte es eine Schnell-Suche (Type Ahead Search) geben, die bei Eingabe erster Buchstaben bereits sucht, ohne dass die Suchanfrage abgesendet werden muss.

Taxonomien und Tagging (F5): Tagging beschreibt das Zuweisen von benutzerdefinierten Stichwörtern zu einer Information und wird vom Sender oder Konsumenten einer Information durchgeführt. Anhand der Tags können aggregierte, informale Klassifizierungen entstehen. Zudem können Tags als Navigator oder als Filter beim Suchen dienen. Dies dient der Selbstorganisation, aber auch der Öffentlichkeit, wenn Nutzer ihre Sammlungen teilen. Zudem kann dies Nutzer in Verbindung bringen, wenn diese feststellen, dass sie mit anderen dieselben Themen und Interessen teilen [18]. Das Taggen innerhalb eines Unternehmens erlaubt die Informationsflut zu bewältigen und Zugang zu relevantem Wissen zu erhalten [9]. Um eine einheitliche Vergabe von Tags zu schaffen und so die Suche zu erleichtern und das Verständnis zu erhöhen, sind Taxonomien und Folksonomien einheitlich zu wählen und zu pflegen, damit sie sich mit denen anderer Systeme decken (vgl. Interview 2, 4, 9, 11, 12, 13).

3.3 Nicht-funktionale Anforderungen

Zu den nicht-funktionalen Anforderungen zählen: Integrationsfähigkeit, Verwendbarkeit, Erweiterbarkeit, Wartbarkeit und Skalierbarkeit. Besonders ist hervorzuheben, dass eine ESN Anwendung intuitiv erlernbar sein muss, um eine mögliche Demotivierung durch hohen Lernaufwand zu vermeiden (vgl. Interview 7). Die wichtigste Anforderung stellt jedoch die Integrationsfähigkeit dar.

Integrationsfähigkeit (N1): In der Regel besitzen Organisationen bereits eine IT Infrastruktur, welche insbesondere Authentifizierungsmechanismen und arbeitsbezogene Informationssysteme beinhaltet. Eine Zusammenführung dieser bereits vorhandenen Systeme und neu implementierter Social Software Anwendungen muss geschaffen werden, um Verwirrung aufgrund mehrerer Kommunikationskanäle zu vermeiden. Eine ESN Anwendung ist somit in die bestehende IT Landschaft zu integrieren. Eine ESN Anwendung kann bestehenden Systemen einen persönlichen Bezug verleihen, indem Nutzer über Profile beschrieben werden, Kommentare gegeben werden können und durch Verknüpfungen ein Netzwerk aufgebaut werden kann. So stellt ein Newsfeed eine Verbindungsstelle zwischen bestehenden Systemen und ESN Profilen dar, indem von Aktivitäten in beiden Systemen informiert wird. Da noch weitere Szenarien in Unternehmen auftauchen, bei denen eine Integration von Social Software Anwendungen in bestehende Systeme nötig sind, sind ESN Anwendungen als ergänzendes Modul einzuführen, das bereits verwendete Anwendungen erweitert [3]. Die Zusammenführung mit vorhandenen Systemen ist als Herausforderung anzusehen, da hierbei eine technische Hürde besteht.

4 Diskussion, Limitationen und Implikationen

Bei der Einführung und Nutzung von ESN Anwendungen stellt die Organisation den Rahmen und damit einen kritischen Erfolgsfaktor dar. ESN Initiativen und Anwendungen müssen nicht nur unterstützt werden, sondern spezifisch an die Kultur angepasst und vor allem gelebt werden. Dies geht einher mit Richtlinien und Regelungen. Weiterhin ist der Erfolg des Systems zu messen. Bei ESN Anwendungen handelt es sich um eine “malleable end-user software“, dessen Nützlichkeit nicht evaluiert werden kann, bevor die Plattform intensiv genutzt wird. Somit ist in Bezug auf ESN die Anwendbarkeit klassischer Ansätze zur Akzeptanzmessung, wie TAM oder UTAUT, in Frage zu stellen. Auch die alleinige Nutzung finanzieller Kennzahlen, wie ROI, ist nicht geeignet, um den Nutzen zu kalkulieren. Daher ist spezifisch zu definieren, wie der Nutzen einer ESN Anwendung evaluiert werden soll [22]. Die Nutzung des Systems in Form von Zugriffszahlen, Mitarbeiterzufriedenheitsstudien oder Unternehmensnutzen durch Generierung von Wissen können als Indikatoren eingesetzt werden. Neben der Organisation stellt der Nutzer einen weiteren Erfolgsfaktor dar. Nur wenn der Nutzer ein System akzeptiert, wird dieser daran teilnehmen und einen Beitrag leisten. Bei erfolgreicher Implementierung einer ESN Anwendung können Beziehungsmanagement, Informations- und Wissensmanagement, Kommunikation und Kollaboration innerhalb eines Unternehmens positiv beeinflusst werden.

Zu dem untersuchten ESN Prototypen wurden 31 Mitarbeiter zur Nutzung eingeladen. Während in den ersten Tagen einige Mitarbeiter ihre Profile mit professionellen Daten, wie Telefonnummer (7 von 31), Wissensgebiete (7) und Arbeitsort (6) aktiv pflegten und Fotos eingestellt wurden (9), wurden private Informationen selten geteilt. So wurde teilweise das Geburtstagsdatum (5) angegeben. Interessen wurden selten geteilt (4) aber deckten lediglich unternehmensrelevante Gebiete ab. In den ersten drei Wochen der Testphase wurde selten mit Kollegen kommuniziert (2-5 Posts), jedoch nahm die Zahl der getaggten und geteilten Artikel von Woche zu Woche zu (8-15 Tags; 1-6 Artikel). Zudem

wurde der Testpilot verstärkt dazu genutzt andere Kollegen einzuladen. So wuchs die Zahl der Teilnehmer auf 67 in der letzten Woche der Testphase und auf mehr als 100 nach der Testphase. Mehrmals erfragten Vertriebsmitarbeiter und strategisches Marketing Informationen zur aktuellen Marktlage, Kunden oder Wettbewerber und erhielten innerhalb weniger Minuten eine Antwort von Kollegen. Aus der Testphase ist festzuhalten, dass eine aktive Teilnahme an einer ESN Initiative oft nur mühevoll gefördert werden kann und stark mit dem (wahrgenommenen) Nutzen der Anwendung verknüpft ist. Um die Motivation und Akzeptanz zu fördern, sollte der Nutzen somit deutlich aufgezeigt werden. Insbesondere wenn eine möglichst breite und rege Beteiligung erreicht wird, kann individueller Nutzen wie bspw. Zeitersparnis generiert werden. Ferner sollten ESN Anwendungen erst dann breit eingeführt werden, wenn die technische Umsetzung ausgereift ist. Eingeschränkte oder fehlerhafte Funktionen führen schnell zu Demotivierung oder gar der dauerhaften Ablehnung des Systems. Da der Nutzungsgrad erst mit der Zeit zunimmt, ist es wichtig, ESN Initiativen langfristig anzulegen und fortlaufend voranzutreiben sowie involvierte Mitarbeiter zu unterstützen. Dazu ist ein aktives Change Management mit Seminaren, Schulungen und gezielter Kommunikation und Promotion sinnvoll.

Neben Nutzenpotentialen bringen ESN Anwendungen auch Risiken und Herausforderungen mit sich. Die identifizierten Risiken wie Informationsüberflutung, Ablenkung, Datensicherheit sind vorliegend als organisatorische Anforderungen aufgenommen und dargestellt. Auch funktionale Anforderungen werden dargelegt und wesentliche technologische Funktionalitäten und Komponenten, wie bspw. Profile, Microblogging und Tagging, dabei aus Nutzersicht dargestellt. Die Suchfunktion wurde dabei als wichtigste Funktion eingestuft. Jedoch bieten existierende Anwendungen auch von Nutzern nicht gewünschte Funktionen, die teilweise nicht deaktiviert werden können, wie bspw. private Informationen in Newsfeeds. Neben der Selbstbestimmung über Daten wurde auch die thematische Klassifizierung und Filterung von Inhalten in diesem Kontext als wichtig eingestuft: *„[…] man muss dann auch verschiedene Level einstellen können, mit welchen Informationen man da belästigt werden möchte oder was man wissen möchte“* (Interview 1). Die nicht-funktionalen Anforderungen an ESN Anwendungen werden kurz beschrieben und aufgezeigt, dass über Systemanpassungen die Risiken und organisatorische Anforderungen bewältigt werden können. So stellt die Anforderungsanalyse einen wesentlichen Schritt Richtung Implementierung einer ESN Anwendung dar.

Es wurde weiterer Forschungsbedarf in Bezug auf ESN identifiziert. In der Literatur bestehen bisher nur wenige Ansätze zur Erfolgsmessung von ESN Anwendungen. Grundlegende Arbeiten, siehe [19], liefern einen Startpunkt für quantitative Analysen. Es sind weitere Studien notwendig um den Erfolg von ESN Anwendungen zu evaluieren, wie bspw. die Definition von Kennzahlen. Aufgrund des bisherigen Forschungsstands wurde der Aspekt der Erfolgsmessung vorliegend zwar genannt, ohne sich jedoch explizit auf ein Modell zu stützen. Auch liefert die Literatur wenige Erkenntnisse über den Effekt von ESN auf den Unternehmenserfolg. Während Studien den Individualnutzen aufzeigen, siehe [8], erörtern nur wenige Studien, welchen Einfluss der Individual- auf den Unternehmensnutzen hat, siehe [12]. Diese Aspekte sind in weiteren Studien näher zu beleuchten. Zudem wird zwar die Adoption von ESN Anwendungen untersucht, jedoch nicht, wie die Technologie in Verbindung mit anderen Enterprise 2.0 Anwendungen den Unternehmenskontext beeinflussen kann.

Das vorliegende Paper weist Limitationen bezüglich des Forschungsvorgehens und des entwickelten Konzepts auf. Es wurden Limitationen in Bezug auf die Epistemologie und Triangulation identifiziert. Zur Analyse der Daten wurde Coding mit unterliegender positivistischer Epistemologie angewendet. Um vollständige Objektivität zu gewährleisten, werden im Positivismus mehrere Coder empfohlen. Dies erfolgte vorliegend nicht bei allen Quellen, so dass die Inter-Coder-Reliability nicht überall

überprüft werden konnte. Eine Triangulation ist die Anwendung von mehreren empirischen Methoden auf dasselbe Problem oder Phänomen. Idealerweise folgt einer qualitativen Forschung eine quantitative, die abgerundet wird durch eine zweite qualitative Forschung [17]. Hier wurde in Anschluss an eine qualitative Methode eine quantitative angewendet; eine anschließende zweite qualitative Methode wurde jedoch noch nicht angewendet. Als Limitation in Bezug auf das entwickelte Konzept werden nur Kernkomponenten einer ESN Anwendung beschrieben. Jedoch sind Softwarelösungen erweiterbar und kombinierbar mit anderen Systemen. Dieser Aspekt wurde unter Integrationsfähigkeit erwähnt, die technischen Anforderungen für eine Erweiterbarkeit wurden aber nicht weiter spezifiziert. Weiterhin stellen die funktionalen Anforderungen nur Funktionen dar, die für den Endverbraucher sichtbar sind, so dass die Analyse die Wartung oder Konfiguration nicht umfasst. Die Analyse wurde aus Sicht des Nutzers durchgeführt, so dass die technische Umsetzung oder finanzielle Aspekte nicht im Fokus der Untersuchung lagen. Da der Fokus auf funktionalen Anforderungen lag, wurden nicht-funktionale zwar genannt um die Analyse abzurunden, jedoch nicht weiter erörtert. Auch eine tiefergehende Erfolgsmessung von ESN Anwendungen sowie Social Analytics wurden nicht weiter betrachtet.

Als Implikation können die Ergebnisse der Anforderungsanalyse Entscheidungsträgern und Nutzern eine bessere Vorstellung über die Potentiale, Herausforderungen und Einflüsse von ESN vermitteln. So können die Ergebnisse des vorliegenden Papers als Entscheidungshilfe bei der Einführung von ESN Anwendungen dienen. Insgesamt sind im ESN Forschungsgebiet und in der Praxis noch nicht viele empirische Erkenntnisse vorzufinden, so dass Unternehmen, die ESN Anwendungen vollständig eingeführt haben, noch zu den Early Adoptern zählen. Die vorgestellte Analyse stellt einen Ausgangspunkt bezüglich der Anforderungen an ESN Anwendungen – sowohl wissenschaftlich als auch praktisch – dar. Die Ergebnisse können aufgegriffen, spezifisch angepasst und weiterentwickelt werden.

5 Fazit und Ausblick

Kerninhalt des vorliegenden Papers ist die Darstellung einer Anforderungsanalyse für ESN, welche funktionale, nicht-funktionale und organisatorische Anforderungen umfasst. Die mit gestaltungsorientierter Forschung (ADR) entwickelte Anforderungsanalyse beinhaltet 13 essentielle Anforderungen und soll Unternehmen bei der Einführung von ESN Anwendungen als Orientierung dienen. Die Organisation selbst stellt dabei die Rahmenbedingungen und Grundgerüst und gleichzeitig auch den kritischen Erfolgsfaktor dar. ESN Anwendungen müssen nicht nur von den Führungskräften unterstützt werden und mit bestehenden Systemen integriert werden, sondern auch spezifisch an die Unternehmenskultur angepasst und letztendlich durch die Nutzer akzeptiert werden. Dies geht einher mit der Definition einer Governance mit Richtlinien und Regelungen. Obwohl der Erfolg von ESN Anwendungen schwer messbar und zu quantifizieren ist, sollte eine ständige Kontrolle erfolgen.

Die Anforderungsanalyse wurde in Zusammenarbeit mit einem Industrieunternehmen erstellt, ist aber soweit generisch, dass andere Unternehmen diese aufgreifen und nutzen können. Hauptfunktionalitäten einer ESN Plattform sind Suchfunktionen, Tagging, Profile, Microblogging und Newsfeeds. Customizing adressiert Herausforderungen wie Filterung und Eindämmung der Informationsflut und Ablenkung. Für besondere Anforderungen ist die vorgestellte Anforderungsanalyse spezifisch anzupassen oder zu erweitern um durch erfolgreichen ESN Einsatz einen Wettbewerbsvorteil zu schaffen.

Im Rahmen zukünftiger Forschung sollten weitere wichtige, wenig erforschte ESN Aspekte weiter aufgegriffen werden. So stellen die Nutzerakzeptanz und die zur Akzeptanz führenden Determinanten zentrale Punkte dar. Auch die Erfolgsmessung von ESN Anwendungen und die monetäre Quantifizierung des tatsächlichen Nutzens sind weitergehend zu untersuchen. Das Web 3.0 mit semantischen Ansätzen oder auch mobile Endgeräten im ESN Kontext stellen zukünftige Ansatzpunkte für Theorie und Praxis dar. Die Relevanz von ESN wird in Zukunft durch neue abteilungsübergreifende Zusammenarbeit, steigende Dynamik und neue Mitarbeitergenerationen weiter steigen.

6 Literatur

[1] Alby, T (2008): Web 2.0. Konzepte, Anwendungen und Technologien. Hanser Verlag, München.

[2] Back, A; Gronau, N; Tochtermann, K (2009): Web 2.0 in der Unternehmenspraxis. 2. Auflage. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.

[3] Bächle, M; Ritscher, J (2008): Enterprise 2.0 - Social Software im unternehmensinternen Einsatz: Empirische Untersuchung und Einsatzempfehlungen. Arbeitsberichte zur Wirtschaftsinformatik 1, Studiengang Wirtschaftsinformatik, Berufsakademie Ravensburg.

[4] Bennett, S (2012): The Benefits of Communicating and Collaborating in a real-time Enterprise Social Network. In: *Proceedings of the IPCC*.

[5] Brandel, M (2008): The new employee connection: Social Networking Behind the Firewall. In: Computerworld.

[6] Büchner, T; Matthes, F; Neubert, C: A concept and service based analysis of commercial and open source Enterprise 2.0 tools. In: *Proceedings of the International Conference on KMIS*. Madeira.

[7] Cross, R; Borgatti, SP; Parker, A (2002): Making Invisible Work Visible: Using social network analysis to support strategic collaboration. California Management Review 44 (2):25-46.

[8] DiMicco, J; Geyer, W; Millen, DR; Dugan, C; Brownholtz, B (2008): Motivations for Social Networking at Work. In: *Proceedings of the ACM conference on CSCW*. New York.

[9] Dorn, J (2008): Social Tagging. In: Back A, Baumgartner H, Gronau N, Tochtermann K (Hrsg): *Web 2.0 in der Unternehmenspraxis: Grundlagen, Fallstudien und Trends zum Einsatz von Social Software*. 1. Auflage. Oldenburg Wirtschaftsverlag, München.

[10] Garcia, JS (2007): Enterprise 2.0. VDM Verlag Dr. Müller. Saarbrücken.

[11] Hansen, MT (1999): The Search-Transfer Problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. Administrative Science Quarterly 44 (1):82-85.

[12] Herzog, C; Richter, A; Steinhüser, MC; Hoppe, U; Koch, M (2013): Methods and Metrics for Measuring the Success of Enterprise Social Software – What we can learn from Practice and Vice Versa. In: *Proceedings of the ECIS*. Utrecht.

[13] Java, A; Song, XD; Finin, T; Tseng, B (2007): Why We Twitter: Understanding Microblogging Usage and Communities. In: *Proceedings of the WabKDD and SNAKDD*. San José.

[14] Koch, M; Richter, A (2009): Enterprise 2.0, Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social Software in Unternehmen. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.

[15] Koroleva, K; Krasnova, H; Günther, O (2010): 'STOP SPAMMING ME!'–Exploring Information Overload on Facebook. In: *Proceedings of the AMCIS*. Lima.

[16] McAfee, AP (2006): Enterprise 2.0: The Dawn of emergent Collaboration. MIT Sloan, Management Review 47 (3):21-28.

[17] Miles, M; Huberman, A; Saldana, J (1994): Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook. 3. Auflage. Sage Publications, London.

[18] Richter, A; Derbella, V (2007): IT-gestütztes Wissensmanagement - Theorie, Anwendungen und Barrieren. 2. Auflage. Volker Derballa Verlag, Berlin.

[19] Richter, A; Heidemann, J; Klier, M; Behrendt, S (2013): Success Measurement of Enterprise Social Networks. In: *Proceedings of the International Conference on WI*. Leipzig.

[20] Richter, A; Michael, K (2008): Funktionen von Social-Networking-Diensten. In: *Tagungsband der MKWI*. München.

[21] Richter, A; Riemer, K (2013): The Contextual Nature of ESN: A Multi Case Study Comparison. In: *Proceedings of the ECIS*. Utrecht.

[22] Richter, A; Riemer, K (2013): Malleable End-User Software. Business & Information Systems Engineering 5 (3).

[23] Riemer, K; Richter, A; Böhringer, M (2010): Enterprise Microblogging. Wirtschaftsinformatik 52 (6):87-90.

[24] Riemer, K; Scifleet, P (2012): Enterprise social networking in knowledge-intensive work practices: A case study in a professional service firm. In: *Proceedings of the ACIS*. Geelong.

[25] Schick, AG; Gordon, LA (1990): Information Overload: A Temporal Approach, Accounting, Organizations and Society. iBusiness 3 (1): 49-52.

[26] Sein, MK; Henfridsson, O; Purao, S; Rossi, M; Lindgren, R (2011): Action Design Research. MIS Quarterly 35 (1):37-56.

[27] Strauss, A; Corbin, J (1998): Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory. Sage Publications, London.

[28] Thom-Santelli, J; Millen, D; Gergle, D. (2011): Organizational acculturation and social networking. In: *Proceedings of the Conference on CSCW*. Hangzhou.

[29] Weßel C (2010): Semi-strukturierte Interviews im Software-Engineering: Indikationsstellung, Vorbereitung, Durchführung und Auswertung – Ein Fall-basiertes Tutorium. GI Jahrestagung (2):927-937.

[30] Wu, A; DiMicco, J; Millen, DR (2010): Detecting Professional versus Personal Closeness Using an Enterprise Social Network Site. In: *Proceedings of the SIG CHI Conference*. Atlanta.

[31] Yin R (2009): Case Study Research: Design and Methods. Sage Publications, London.

Kennzahlen kooperativer Arbeitsbereiche

Nils Jeners

RWTH Aachen, Informatik 5, 52074 Aachen, E-Mail: nils.jeners@rwth-aachen.de

Wolfgang Prinz

Fraunhofer FIT, 53754 Sankt Augustin, E-Mail: wolfgang.prinz@fit.fraunhofer.de

Abstract

Dieser Beitrag schlägt Kennzahlen und Metriken zur Analyse von gemeinsamen Arbeitsbereichen vor. Dazu werden die Benutzeraktivitäten in verschiedenen elektronischen Arbeitsbereichen des BSCW Systems untersucht und anhand der vorgeschlagenen Metriken Aktivität, Produktivität und Kooperativität verglichen. Die Untersuchungen zeigen, dass die ermittelten Metriken einerseits eine Zuordnung von Arbeitsbereichen zu einer Nutzungsintention, andererseits ein Benchmark untereinander ermöglichen. Eine weitere Erkenntnis ist, dass sich auch in der kooperativen Nutzung solcher Systeme das Paretoprinzip (80/20-Regel) wiederfinden lässt.

1 Einleitung

Elektronische Kommunikations- und Kooperationsmedien werden schon seit vielen Jahren in Unternehmen eingesetzt. Obwohl es kritische Betrachtungen dazu gibt, ob diese Medien einen positiven Einfluss auf die Produktivität der Mitarbeiter haben [4, 5], gibt es doch viele Befürworter für die Verwendung moderner Kooperationsmedien. Für Wissensarbeiter [7] und Virtuelle Teams [8] sind Groupware Systeme und insbesondere gemeinsame elektronische Arbeitsbereiche (Shared Workspace Systeme) aus dem heutigen Arbeitskontext nicht mehr wegzudenken [19]. Um eine Aussage über die Nutzung der Systeme und speziell über die Produktivität und Kooperativität der Akteure innerhalb dieser Systeme treffen zu können, ist es notwendig Kennzahlen zu ermitteln, die die Anforderungen betrieblicher Kennzahlensysteme erfüllen [18].

Bisherige, durch statistische Methoden ermittelte, Kennzahlen über Workspace Systeme, dienten dazu Wissen über ein System zu erlangen, wie es genutzt wird. Mithilfe dieser Ergebnisse werden diese Systeme bisher verbessert und weiterentwickelt [1, 9]. Diese Ergebnisse werden jedoch bisher nicht dazu verwendet, Gruppen zu charakterisieren und eine Aussage über die Zusammenarbeit zu treffen.

Kennzahlen zu sozialen Netzwerken sind gut erforscht und weit verbreitet [17], [22]. Die soziale Netzwerkanalyse (SNA) ist eine Methode der empirischen Sozialforschung und definiert unter anderem die Kennzahlen Kantendichte, Knotengrad, Zentralität und Cliquenanalyse. Die Aussagen dieser Zahlen beziehen sich auf einzelne Akteure, deren Beziehungen untereinander sowie auch auf das gesamte Netzwerk. Einige Ansätze existieren bereits diese Kennzahlen für Gruppen und gemeinsame Arbeitsbereiche zu nutzen [10], [15]. Der Fokus der SNA liegt jedoch in der Beschreibung eines statischen Netzwerkes. Dynamische Prozesse und Aktivitäten der Mitglieder werden nicht betrachtet.

Ein weiteres Untersuchungsfeld ist die Klassifikation einzelner Teilnehmer in produktive Arbeiter und sogenannte Lurker [13], [14]. Die Einteilung von Wissensarbeiter in Rollenkategorien fußt dabei auf den durchgeführten Aktionen. Die entscheidenden Faktoren sind dabei sowohl quantitativ, als auch qualitativ und dienen dazu die Produktivität zu bewertet [7]. Laut Drucker existieren sechs Faktoren, die die Produktivität beeinflussen: (1) Kenntnis der Aufgabe, (2) Fachwissen und Selbstorganisation, (3) kontinuierliche Innovation, (4) kontinuiertliches Lernen und Lehren, (5) Quantität und Qualität der Arbeitsergebnisse und (6) Identifikation mit dem Unternehmen. Diese Faktoren legen ihren Fokus auf den einzelnen Wissensarbeiter und sind schwer messbar. Dabei ist es offensichtlich, dass die meisten Ergebnisse von Wissensarbeitern in einer Gruppe entstehen, bei der jedes Gruppenmitglied eine oder mehrere bestimmte Rollen einnimmt [20].

Die von Koch und Richter vorgeschlagenen Kennzahlen [12] eignen sich für die Einführung von Sozialen Medien im Unternehmen und erweitern damit die Perspektive auf die Gruppe. Die dort genannten Kennzahlen sind: Änderung des Kommunikationsverhaltens (Anzahl Emails), Anzahl Dokumente, Aktivität, Grad der Beteiligung an einzelnen Dokumenten, Vernetzungsgrad der Mitarbeiter sowie Mitarbeiterzufriedenheit. Die Verwendung dieser Kennzahlen beschränkt sich häufig auf einen Vorher-Nachher-Vergleich bei der Einführung von Werkzeugen, um den Effekt auf das Verhalten einer Gruppe zu ermitteln. Ein kontinuierlicher Einsatz zur Messung des Leistungsverlaufs einer Gruppe ist den Autoren nicht bekannt.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, aussagekräftige Kennzahlen zu definieren, die die Vergleichbarkeit und Charakterisierung unterschiedlicher Arbeitsbereiche und die Beobachtung dieser über die Zeit ermöglichen. Selbstverständlich ist, dass kooperative Arbeit sich nicht ausschließlich in einem einzigen System abspielt. Die eingesetzten Werkzeuge zur Zusammenarbeit sind häufig sehr vielfältig,

wie andere Untersuchungen gezeigt haben [9]. Die eingesetzten Werkzeuge, angefangen von Email, über Telefonkonferenzen, kollaborativen Editoren, bis hin zu leichtgewichtigen Spezialwerkzeugen, wie z.B. Doodle, werden häufig in einem Arbeitskontext parallel genutzt. Alle diese Aktivitäten, wie auch die physische Zusammenarbeit im gleichen Raum, können bei dem hier vorgestellten Ansatz nicht berücksichtigt werden. Daher beschränken sich die Autoren auf ein monolithisches System, das eine möglichst umfassende Abdeckung der Kooperation zulässt, mit dem Wissen nicht alle Arten der Zusammenarbeit erfassen zu können. Das hier betrachtete Shared Workspace System BSCW bildet die Grundlage der Datenbasis und wird im folgenden Kapitel 2 vorgestellt wird. Kapitel 3 definiert die entwickelten Kennzahlen und Metriken. In Kapitel 4 werden die aus Projekten ermittelten Kennzahlen dargestellt, die in Kapitel 5 diskutiert werden.

2 Gemeinsame Arbeitsbereiche – BSCW

Das Shared Workspace System BSCW (Basic Support for Cooperative Work) ist eine Groupware, die die Zusammenarbeit von mehreren Benutzern im Internet unterstützt [2]. Das BSCW System wird seit 1995 von Fraunhofer FIT (damals GMD FIT) als Groupware zur Unterstützung verteilten Arbeitens entwickelt. Im Vordergrund steht dabei die selbstorganisierte Koordination eines verteilten Teams über einen gemeinsam genutzten Arbeitsraum. Dazu bietet BSCW vielfältige Möglichkeiten zum Dokumentenmanagement, zur Registrierung und Verwaltung von Benutzern und Gruppen, zur Diskussion in Foren, sowie zum Kalender und Aufgabenmanagement. Derzeit sind ca. 1000 Server von BSCW weltweit installiert. Die Anzahl der Benutzer wird auf über 1 Mio. geschätzt. Auf dem von FIT betriebenen öffentlichen Server (http://public.bscw.de) sind mehr als 100.000 Benutzer registriert. BSCW wird über den Spin-Off OrbiTeam vertrieben.

Das BSCW System speichert die Benutzeraktionen auf den gemeinsam genutzten Objekten, um den Benutzern Auskunft über die Kooperationshistorie und den Objektzustand zu geben. Dazu wird für jede Benutzeraktion folgende Metainformation protokolliert: Zeitstempel, Aktion (z.B. lesen, erzeugen, ändern, versionieren, löschen, etc.), betroffenes Objekt und Benutzer ID. Diese Information stellt BSCW an der Benutzerschnittstelle z.B. durch entsprechende Icons zur Verfügung, sie kann jedoch auch als CSV-Datei (comma-separated values) ausgelesen werden. Damit besteht die Möglichkeit, das Kooperationsverhalten in einem Arbeitsbereich über einen längeren Zeitraum auszuwerten.

Für die in diesem Beitrag beschriebenen Analysen wurden entsprechend der unterschiedlichen Einsatzbereiche von BSCW, Arbeitsbereiche mit unterschiedlicher Charakteristik ausgewählt:

- Projektbezogene Arbeitsbereiche (P) dienen der Organisation von organisations-übergreifenden Projekten. Dies sind typischerweise nationale oder internationale Forschungsprojekte mit 5-20 Partnern und insgesamt 10-70 Projektmitgliedern über einen Zeitraum von mehreren Monaten.
- Organisationsbezogene Arbeitsbereiche (O) unterstützen die Kooperation innerhalb einer bestimmten Abteilung einer Organisation über mehrere Jahre.
- Aufgabenbezogene Arbeitsbereiche (A) unterstützen die Erledigung einer festgelegten Aufgabe, z.B. Austausch von Dokumenten zu einer Lehrveranstaltung o.ä. über einen kurzen Zeitraum von ca. sechs Monaten.

3 Kennzahlen und Metriken

Die in dieser Arbeit entwickelten Kennzahlen und Metriken stützen sich auf das Participant-Artifact-Framework [6] und das Meta-Model kooperativer Systeme [11]. Der entwickelte Prototyp verarbeitet Logdaten in dem *Activity Streams* Format [21], das für ein bestimmtes Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt jeweils einen *Actor*, ein *Verb*, ein *Object* und ein *Target* angibt. Durch die Nutzung dieses offenen Formats ist es auch möglich Ereignisdaten anderer Systeme zu analysieren und mit denen von BSCW zu vergleichen. Die Logdaten von BSCW sind als kommaseparierte Werte (CSV) pro Arbeitsbereich exportierbar und müssen zunächst in das entsprechende Format umgewandelt werden. So sind unterschiedliche Arbeitsbereiche einzeln analysierbar und untereinander vergleichbar.

Zu jedem Arbeitsbereich werden zunächst elementare Kennzahlen ermittelt. Dazu zählen die Dauer der Aktivitäten bzw. des Projekts (in Tagen), die Anzahl der aktiven Mitglieder, die Anzahl der Objekte bzw. Dokumente im Arbeitsbereich und die Anzahl der einzelnen Ereignisse. Diese Ereignisse werden in drei verschiedenen Kategorien unterteilt: *create*, *edit* und *read* (vgl. Bild 1). Dadurch wird eine Abstrahierung erreicht, um eine Adaption der Metriken an andere Systeme zu ermöglichen. *createEvents* sind Ereignisse, bei denen Personen Objekte oder Dokumente anlegen. Personen, die Objekte erstellen besitzen die Rolle Autor. *editEvents* sind Ereignisse, bei denen eine Person ein existierendes Objekt ändert. Unterschieden wird hier zwischen Änderungen der Metadaten (Name, Beschreibung, Tags, etc.) und der Daten, bzw. der Inhalte des Objekts selbst. Personen die Objekte bearbeiten, besitzen die Rolle Editor. *readEvents* sind Ereignisse, bei denen Personen Objekte oder Dokumente konsumieren. Die Rolle dieser Personen heißt Leser.

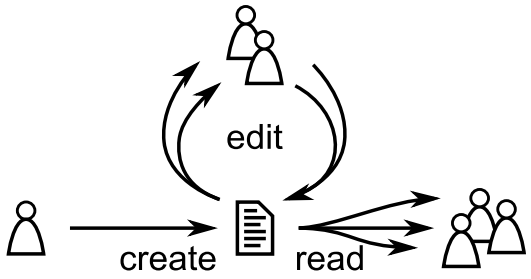


Bild 1: Model der Zusammenarbeit

Drei grundlegende Metriken wurden aus den Kennzahlen abgeleitet: Aktivität, Produktivität und Kooperativität.

Die Aktivitätsmetrik beschreibt die generelle Aktivität innerhalb eines Arbeitsbereiches, also wie viele Aktionen pro Mitglied pro Tag im Durchschnitt durchgeführt wurden.

$$\text{Aktivität} := \frac{\#\,\text{Ereignisse}}{\#\,\text{Mitglieder} \cdot \#\,\text{Tage}}$$

Die Produktivitätsmetrik zeigt die Anzahl der produktiven Aktivitäten, also wie viele Objekte bzw. Dokumente pro Mitglied pro Tag im Durchschnitt angelegt worden sind.

$$\text{Produktivität} := \frac{\#\,\text{createEreignisse}}{\#\,\text{Mitglieder} \cdot \#\,\text{Tage}}$$

Die Kooperativitätsmetrik beschreibt den Grad der Zusammenarbeit, d.h. wie viele Bearbeitungen pro Mitglied pro Tag im Durchschnitt durchgeführt worden sind.

$$\text{Kooperativität} := \frac{\#\ \text{editEreignisse}}{\#\ \text{Mitglieder} \cdot \#\ \text{Tage}}$$

Die oben genannten Metriken werden üblicherweise auf einer Zeitachse dargestellt. Dynamische Betrachtungen der Arbeitsbereiche spielen gerade in Projekten eine große Rolle. Sie erlauben eine Einschätzung der Art des Arbeitsbereiche und der Gruppe von Mitarbeitern. Die Metriken können auf beliebige Zeitintervalle (Tage, Wochen, Monate, Jahre) oder auch über die ganze Projektdauer angewendet werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass diese Werte über die Zeit eine hohe Varianz besitzen und dadurch kürzere Intervalle zur Betrachtung sinnvoller erscheinen.

Neben diesen drei grundlegenden Metriken wurden noch weitere entwickelt. Die Arbeitsteilung betrachtet die Aufteilung der Aktivitäten auf die Mitglieder und stellt die Frage: „Wie viel Prozent der Aktivitäten wird von wie viel Prozent der Personen in einem Arbeitsbereich durchgeführt?“ Die Darstellung dieser Metrik erfolgt ebenfalls in einem Diagramm mit den Achsen Personen und Aktivitäten, jeweils in Prozent, so dass eine normierte Darstellung erreicht werden kann. Das ermöglicht den Vergleich unterschiedlicher Arbeitsbereiche

Die Reaktionsfähigkeit eines Arbeitsbereichs beantwortet die Frage: „Innerhalb wie vielen Tagen wurden wie viel Prozent der Dokumente mindestens einmal von einer Person (außer dem Autor selbst) betrachtet oder bearbeitet?“ Die Auswertung dieser Metrik zeigt einerseits wie schnell Mitglieder auf erzeugte Objekte anderer reagieren, aber auch wie viel Prozent der Objekte nie gelesen werden. Im folgenden Kapitel wenden wir die vorgestellten Metrken auf verschiedene Arbeitsbereiche an.

4 Ergebnisse und Auswertung der Kennzahlen

Von zehn untersuchten Arbeitsbereichen fallen vier in die Kategorie projektbezogene Arbeitsbereiche (P) und jeweils drei in die Kategorie organisationsbezogene Arbeitsbereiche (O) und aufgabenbezogene Arbeitsbereiche (A). Insgesamt wurden knapp 50.000 Ereignisse auf knapp 7.500 Objekten von über 600 Personen analysiert, die in verschieden langen Zeiträumen zwischen einem halben und mehreren Jahren eingetreten sind.

Tabelle 1 zeigt die Basisdaten der untersuchten Arbeitsbereiche. Die Arbeitsbereiche von P1-P3 sind mittelgroße Projekte mit mehreren Projektpartnern, wohingegen P4 deutlich ein größeres Projekt ist. Ebenso sind O1 und O2 Arbeitsbereiche kleinerer Arbeitsgruppen und O3 ist ein Arbeitsbereich eines gesamten Organisationsbereiches, der drei Arbeitsgruppen umfasst. A1-A3 sind Arbeitsbereiche, die begleitend zu einer Lehrveranstaltung entstanden sind.

Tabelle 1: Basisdaten der untersuchten Arbeitsbereiche

Arbeitsbereich	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**O1**	**O2**	**O3**	**A1**	**A2**	**A3**
Personen	55	47	52	105	32	9	247	26	89	27
Objekte	593	384	814	1668	74	57	3749	48	82	18
Ereignisse	3139	1465	4153	10427	390	182	22108	549	730	298
Tage	981	1840	923	2493	3928	497	4547	238	553	411

Die einzelnen Arbeitsbereiche unterscheiden sich ebenfalls hinsichtlich der Art der Ereignisse (vgl. Tabelle 2 und Abbildung 1). Wie oben bereits beschrieben wurde zwischen drei Ereignisarten unterschieden (*create*, *edit*, *read*). Die Ergebnisse der anteiligen Ereignisarten lassen sich mit Hilfe der Art der Arbeitsbereiche leicht interpretieren. Organisationsbezogene Arbeitsbereiche werden hauptsächlich zur Dokumentation bzw. zur Archivierung von Dokumenten (Projektanträgen, Fotos von Betriebsausflügen) verwenden. Daher besitzen diese Arbeitsbereiche einen relativen hohen Anteil von *create*-Ereignissen. Die aufgabenbezogenen Arbeitsbereiche, die hier für Lehrveranstaltungen genutzt wurden, dienen zur Verteilung von Dokumenten (Vorlesungsfolien, wissenschaftliche Artikel), die jeder Teilnehmer der Lehrveranstaltung lesen sollte. Damit besitzt diese Art von Arbeitsbereich einen sehr hohen Anteil von *read*-Ereignissen. Die projektbezogenen Arbeitsbereiche dienen der tatsächlichen Zusammenarbeit der einzelnen Mitglieder. Hier lässt sich der hohe Anteil von *edit*-Ereignissen beobachten.

Tabelle 2: Prozentuale Anteile der Ereignisarten

Arbeitsbereich	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**O1**	**O2**	**O3**	**A1**	**A2**	**A3**
Create	19,0	26,3	16,1	19,9	41,5	37,9	29,0	10,7	15,3	11,4
Edit	12,3	11,9	6,4	9,9	17,2	7,2	10,5	2,4	4,7	4,7
Read	68,7	61,8	77,5	70,2	41,3	54,9	60,5	86,9	80,0	83,9

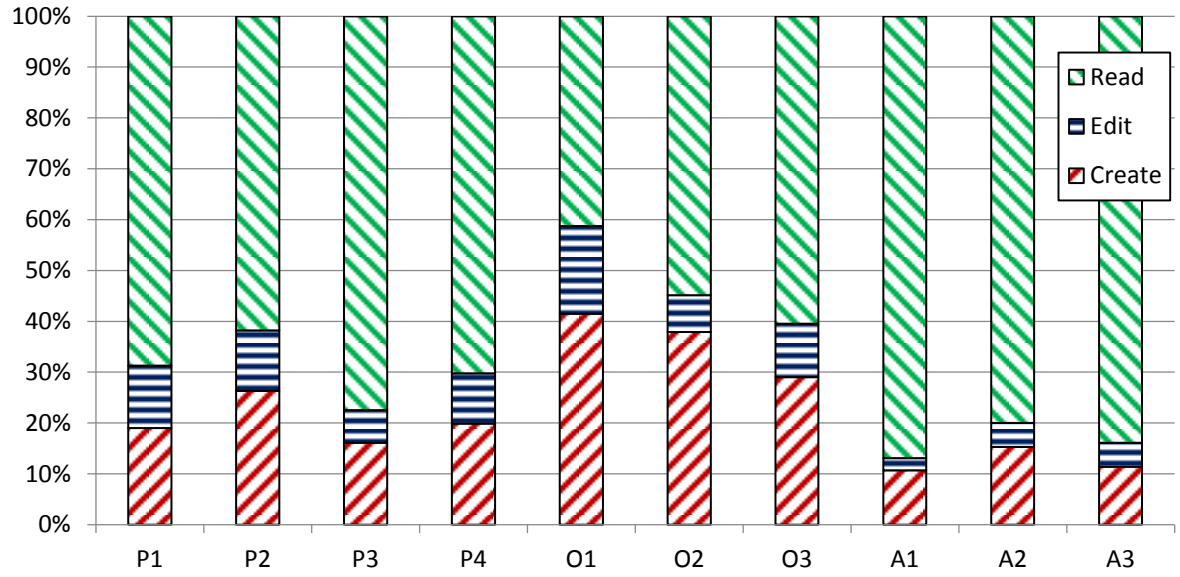


Abbildung 1: Grafische Darstellung der prozentualen Anteile der Ereignisarten

Abbildung 2 zeigt die tägliche Auswertung der Aktivität, Produktivität und Kooperativität. Wie oben bereits beschrieben besitzen die Werte eine hohe Varianz. Der maximale Wert beträgt hierbei auch nicht 1,0 sondern 1,5. Die Darstellung ist lediglich abgeschnitten für die bessere Lesbarkeit. Dass Phasen mit stärkerer und schwächerer Aktivität existieren ist kaum überraschend. Dass aber nur 10% - 20% der Tage, gemessen an der Gesamtlaufzeit eines Arbeitsbereiches eines Projekts, überhaupt eine Aktivität in einem Arbeitsbereich stattfindet, ist sehr wohl überraschend.

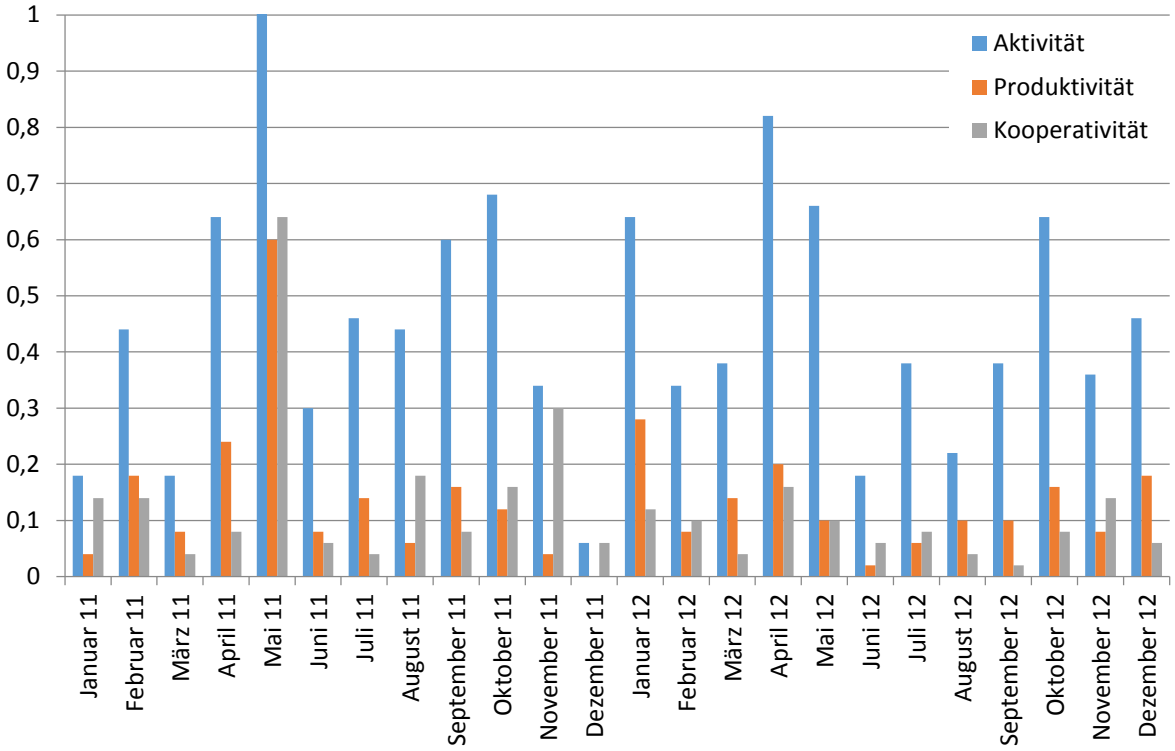


Abbildung 2: Aktivität, Produktivität und Kooperativität eines Arbeitsbereiches

Die Arbeitsteilung ist über die unterschiedlichen Arbeitsbereiche relativ identisch (vgl. Abbildung 3, Abbildung 4) und lässt den Schluss zu, dass 20% der Personen für 80% der Ereignisse verantwortlich sind. So sehen die Kennlinien der projektbezogenen Arbeitsbereiche (P) und der organisations-bezogenen Arbeitsbereiche (O) untereinander relativ identisch.

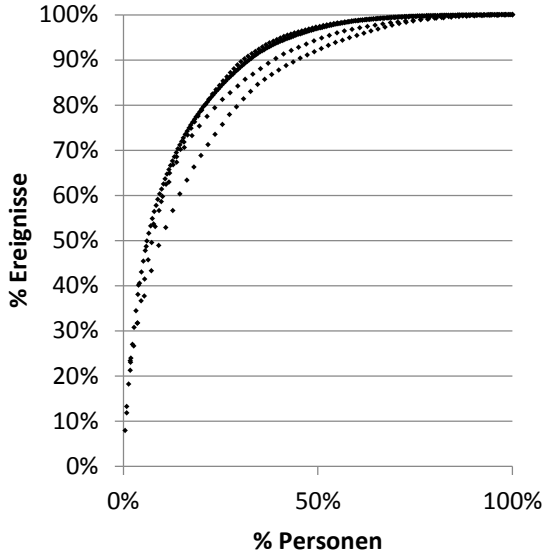


Abbildung 3: Arbeitsteilung (P)

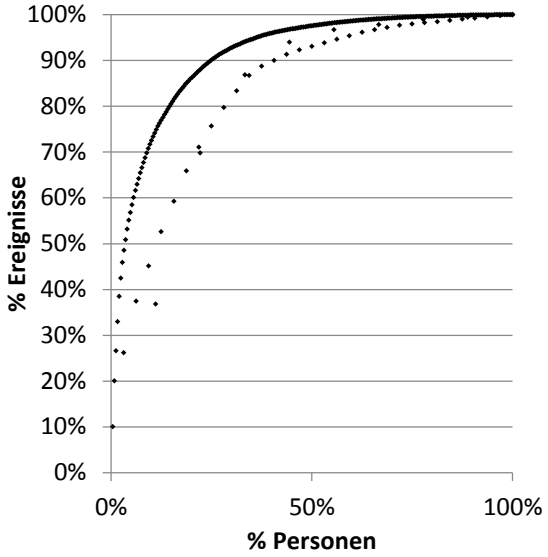


Abbildung 4: Arbeitsteilung (O)

Bei der Betrachtung der aufgabenorientierten Arbeitsbereiche (A) fällt eine flachere Kurve auf (siehe Abbildung 5). Dies lässt sich damit erklären, dass bei einer Vorlesung auf die Erzeugung von einem Dokument des Dozenten häufig das Lesen des Dokuments von allen Studenten folgt. Die fehlende Zusammenarbeit erzeugt dadurch einen linearen Verlauf.

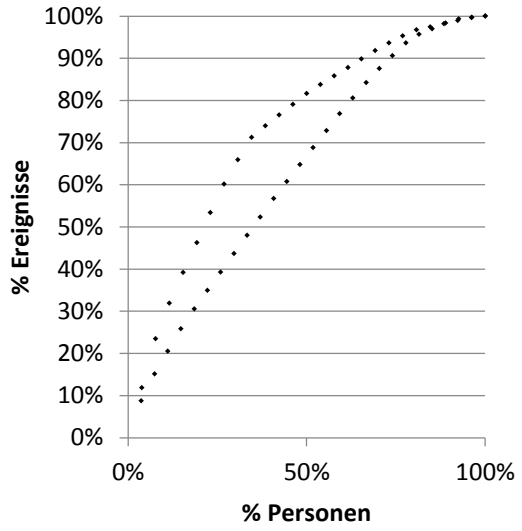


Abbildung 5: Arbeitsteilung (A)

Die Reaktionsfähigkeit der projektbezogenen (P) (siehe Abbildung 6) und organisationsbezogenen (O) (siehe Abbildung 7) Arbeitsbereiche entscheidet sich nur geringfügig. In beiden Arten von Arbeitsbereichen reagieren die Mitglieder innerhalb des ersten Tages nach Erzeugung auf 30% - 45% der Objekte. Dieser Anteil kann als Austausch bezeichnet werden. Spätere Ereignisse auf diese Objekte kann man als Archivzugriffe bezeichnen, sie können auch durch ein bestimmtes Projektereignis (Review, Projekttreffen o.ä. ausgelöst werden. Allerdings gibt es dazu keine harte Grenze. Beide Arten von Arbeitsbereichen erreichen nach 30 Tagen eine Reaktion auf 50% - 75% der

Objekte. Das bedeutet auch im Umkehrschluss, dass 25% - 50% der Objekte in dem betrachteten Zeitraum nie wieder verwendet wurden. Je höher dieser Wert ist, desto höher ist der Archivcharakter des Arbeitsbereiches.

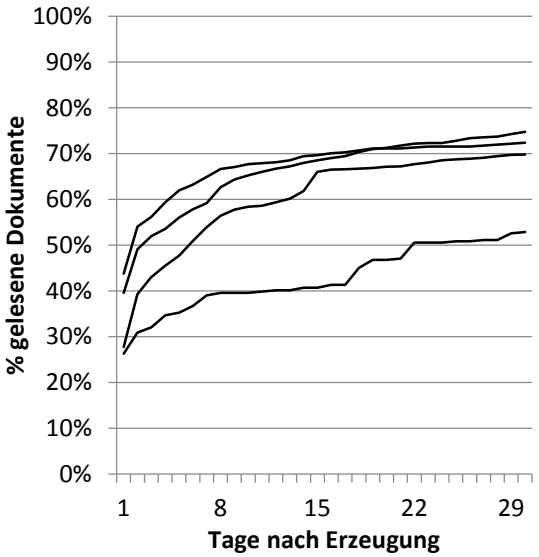


Abbildung 6: Reaktionsfähigkeit (P)

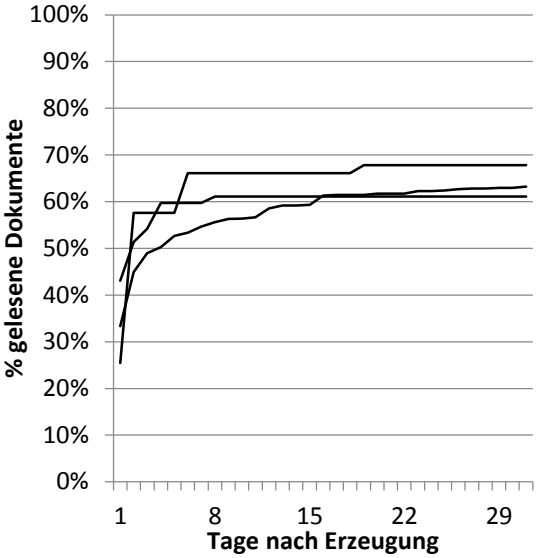


Abbildung 7: Reaktionsfähigkeit (O)

Die Reaktionsfähigkeit von aufgabenbezogenen Arbeitsbereichen (A) (siehe Abbildung 8) ist gegenüber den anderen Arbeitsbereichen charakteristisch. Einerseits fällt auf, dass innerhalb des ersten Tages grundsätzlich keine Reaktion erfolgt. Danach aber ein rasanter Anstieg auf bis zu 90%. Das bedeutet, der Anteil von nichtgelesenen Objekten ist knapp über 10%. Ein Grund dafür liegt vermutlich in der Tatsache, dass viele Benutzer erst durch den über Nacht verschickten Aktivitätsbericht per E-Mail auf die neuen Objekte aufmerksam werden und diese dann am nächsten Tag lesen und weiter verarbeiten.

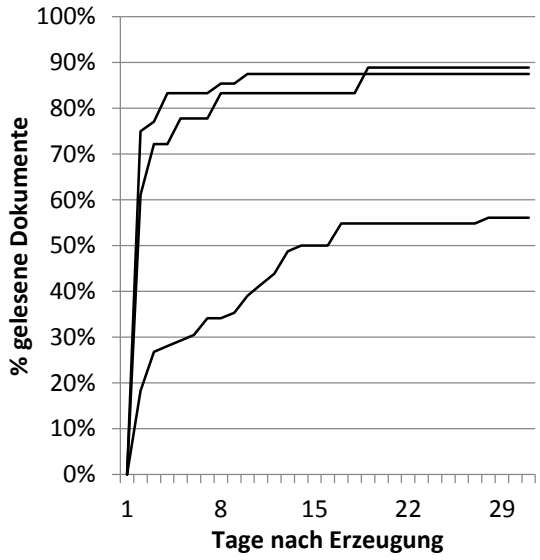


Abbildung 8: Reaktionsfähigkeit (A)

5 Schlussfolgerung und Ausblick

Dieser Beitrag schlägt verschiedene neuen Metriken zur Analyse von gemeinsamen Arbeitsbereichen vor. Interessant ist, dass unterschiedliche Arbeitsbereiche einer Kategorie oft ähnliche Werte erzeugen, diese zwischen Kategorien jedoch abweichen. Damit lassen sich im Umkehrschluss folgende Aussagen treffen. Über die statistische Auswertung des Nutzungsverhaltens in einem Arbeitsbereich kann ein Rückschluss auf inhaltliche Nutzung getroffen werden. Damit lassen sich entsprechende Konfigurationen oder Anpassungen des Systems auslösen. Ist andererseits die Nutzungsintention eines Arbeitsbereich bekannt, so kann über den Verglich mit anderen und dem allgemeinen Durchschnitt ein Benchmarking erfolgen. Dies kann dann wiederum dazu genutzt werden, entsprechende Schulungs- oder Change Management Maßnahmen einzuleiten, um die Team- und Gruppenkooperation zu verbessern.

Ein weiteres interessantes Ergebnis unserer Untersuchung ist, dass auch die Nutzung gemeinsamer Arbeitsbereiche dem Paretoprinzip [3, 16] (80/20-Regel) folgt. So konnten wir feststellen, dass 20% der Nutzer 80% der Aktivitäten durchführen und auch nur an 20% der Tage eines Projektes kooperative Aktivitäten in einem Workspace stattfanden.

Wir hoffen, dass diese Untersuchungen und die vorgeschlagenen Kennzahlen und Metriken zu einem besseren Verständnis für das kooperative Verhalten in gemeinsam genutzten elektronischen Arbeitsbereichen beitragen. Im nächsten Schritt werden wir die Untersuchungen auf weitere Arbeitsbereiche ausdehnen, mit dem Ziel eine breitere Datenbasis für die Ermittlung von Kennzahlen von Arbeitsbereichen zu erhalten. Anschließend können eine Klassifikation und ein Benchmarking dieser Arbeitsbereiche anhand der Kennzahlen erfolgen, mit dem Ziel Empfehlungen für Teams auf Basis der Kennzahlen zu formulieren.

6 Dank

Diese Veröffentlichung entstand im Rahmen des Projekts „Expedition Unternehmen – Social Media im Mittelstand“, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

7 Literatur

[1] Appelt, W. (2001): What groupware functionality do users really use? Analysis of the usage of the BSCW system. *Ninth Euromicro Workshop on Parallel and Distributed Processing*, 337–341.

[2] Appelt, W. and Busbach, U. (1996): The BSCW system: a WWW-based application to support cooperation of distributed groups. *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 1996. Proceedings of the 5th Workshop on*, 304–309.

[3] Arnold, B.C. (1983): *Pareto distributions*. International Co-operative Publishing House.

[4] Brynjolfsson, E. (1993): The productivity paradox of information technology. *Communications of the ACM*. 36, 12, 66–77.

[5] Carr, N.G. (2003): IT doesn’t matter. *Educause Review*. 38, 24–38.

[6] Dix, A. (1994): Computer Supported Cooperative Work - A Framework. *Design issues in CSCW*. Springer-Verlag.

[7] Drucker, P.F. (1999): Knowledge-worker productivity: The Biggest Challenge. *California management review*. 41, 2, 79–94.

[8] Duarte, D.L. (2006): *Mastering virtual teams: strategies, tools, and techniques that succeed*. Jossey-Bass.

[9] Jeners, N., Lobunets, O. and Prinz, W. (2013): What Groupware Functionality Do Users Really Use? (A study of collaboration within digital ecosystems). *7th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST)*, 49–54.

[10] Jeners, N., Nicolaescu, P. and Prinz, W. (2012): Analyzing Tie-Strength across Different Media. *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2012 Workshops*, 554–563.

[11] Jeners, N., Prinz, W. and Franken, S. (2013): A Meta-Model for Cooperation Systems. *PRO-VE*, Berlin, Heidelberg.

[12] Koch, M. and Richter, A. (2009): *Enterprise 2.0 Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social-Software in Unternehmen*. Oldenbourg.

[13] Muller, M. (2012): Lurking as personal trait or situational disposition. *Computer Supported Cooperative Work*, 253.

[14] Muller, M., Shami, N.S., Millen, D.R. and Feinberg, J. (2010): We are all lurkers: consuming behaviors among authors and readers in an enterprise file-sharing service. *Computer Supported Cooperative Work 2010 Workshop on Collective Intelligence*, 201.

[15] Nasirifard, P., Peristeras, V., Hayes, C. and Decker, S. (2009): Extracting and utilizing social networks from log files of shared workspaces. *Leveraging Knowledge for Innovation in Collaborative Networks*. Springer. 643–650.

[16] Newman, M. (2005): Power laws, Pareto distributions and Zipf's law. *Contemporary Physics*. 46, 5 (Sep. 2005), 323–351.

[17] O'Brien, G. (1968): The measurement of cooperation. *Organizational Behavior and Human Performance*. 3, 4 (1968), 427–439.

[18] Preißler, P.R. (2008): *Betriebswirtschaftliche Kennzahlen: Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervalle*. Oldenbourg Verlag.

[19] Prinz, W., Loh, H., Pallot, M., Schaffers, H., Skarmeta, A. and Decker, S. (2006): ECOSPACE - Towards an Integrated Collaboration Space for eProfessionals. *Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing*, 1–7.

[20] Reinhardt, W., Schmidt, B., Sloep, P. and Drachsler, H. (2011): Knowledge Worker Roles and Actions-Results of Two Empirical Studies. *Knowledge and Process Management*. 18, 3, 150–174.

[21] Snell, J., Atkins, M., Norris, W., Messina, C., Wilkinson, M. and Dolin, R. (2011): JSON Activity Streams 1.0.

[22] Wasserman, S. and Faust, K. (1994): *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge University Press.

User Collaboration for Idea Elaboration

Philipp Kipp
Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel,
E-Mail: philipp.kipp@uni-kassel.de

Eva Alice Christiane Bittner
Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel,
E-Mail: bittner@uni-kassel.de

Ulrich Bretschneider
Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel,
E-Mail: bretschneider@uni-kassel.de

Jan Marco Leimeister
Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel,
E-Mail: leimeister@uni-kassel.de

Abstract

Web-based innovation platforms (WBIP) are common tools for the integration of customers and other external stakeholders into the product and service innovation processes of companies. WBIP of many large companies are very successful in generating many ideas. This leads to WBIP operators drowning in lots of possibly creative and high potential ideas, which are difficult to screen. Therefore, this paper suggests a collaboration process allowing customers to participate collaboratively in the elaboration of self-selected ideas. The collaboration process was being developed following the collaboration process design approach and was designed to be adaptable into WBIP. The contribution of this paper is a novel approach to collaborative user integration into the idea elaboration process.

1 Introduction

In recent years, many companies have started integrating their customers into product and service development processes to gain better insight information of the consumers. This phenomenon is commonly described as Open Innovation, a term coined by Henry Chesbrough [5] for opening innovation processes of a company to external stakeholders. While Open Innovation covers the whole innovation process of a company, especially the integration of customers into the early stages of product or service innovation has caught a lot of attention in theory and practice [2], [7], [11], [15]. The trend to open up different aspects of the value chain combined with the rise of the Internet as a simple way to communicate with a broad auditorium allows new forms of customer integration. Without current technology, customer integration has only been possible by interviewing small samples of lead users [15] or conducting large standardized surveys. Web-based innovation platforms (WBIP) for implementing Virtual Idea Communities or online Idea Competitions now allow all customers to share their insights, opinions and ideas regarding a product with the manufacturer or other customers [9]. Popular WBIP such as Dell Ideastorm[1], Innocentive[2] or My Starbucks Idea[3] and many other platforms were developed by companies trying to get their customers to generate many innovative ideas. Ideas generated on these WBIP can include new products or services, product or service improvements, marketing campaigns or distribution channels. WBIP summon customers who are mostly intrinsically motivated to contribute to the development of the products [8], [12], [14].

In order to enable the companies to identify high quality ideas worth beeing implemented, the approach suggested in this paper is a collaborative idea elaboration process. In this process, the community of WBIP members selects promising ideas and collaboratively elaborates these ideas by contributing their own point of view on the underlying problem description of the ideas and possible new approaches to implement these ideas. The result of the process is a richer, more elaborated description of the idea, which has been chosen to be promising by the community. The elaborated problem description is depicting the ideas´ relevance to the community and is able to serve as a basis to decide, if the idea is worth pursuing and the elaborated solution description can give an improved starting point for internal feasibility analysis.

This paper details the development of a web-based collaborative idea elaboration process that can be adapted to different kinds of WBIP. It aims to develop a structured tool-supported process to enable collaborative elaboration of ideas by participants on a WBIP. The goal of the process is to enhance an initial idea into the description of a relevant problem and a feasible detailed description of a possible solution of this problem. In this paper, we show the development of the collaboration process design based on the Collaboration Process Design Approach and a pilot implementation of the process. The research questions answered in this paper are the following:

- How can a repeatable collaboration process improve the idea elaboration in WBIP?
- What is a possible technical implementation of the developed process?
- To which extend does the collaborative idea elaboration process increase idea quality?

The paper will be structured as follows: Section 2 describes the process of designing the collaborative idea elaboration process. It explains how the collaboration process design approach (CoPDA) [10] is used for the development of the process and how the consensual assessment technique [1] is used for

[1] http://www.ideastorm.com/
[2] http://www.innocentive.com/
[3] http://mystarbucksidea.force.com/

the evaluation of the ideas resulting from the process. Chapter 3 displays the results of the proof of concept. Part 4 explains the limitations of this paper and section 5 summarizes the findings of this paper and points out the practical and theoretical contribution.

2 Development based on the collaboration process design approach

In this section, the process of how to design an innovative collaborative idea elaboration process will be shown. This paper adheres to design science research guidelines, which aim to develop solutions to organizational and business problems through designing and evaluating novel artefacts. To achieve this, design research focuses on the creation of innovative and purposeful artefacts for a specified problem domain. Such artefacts include new constructs or prototypes, and new methods for their development. In the case of this paper, the artefact to be designed is a collaborative idea evaluation process. Following the design science guidelines by Peffers et al.[13], we will first elaborate the specific requirements for the success of the process, before the steps of the process will be detailed. The complete process was evaluated in three proof of concept workshops with 6 participants each focusing on the elaboration of one idea per experiment. In order to develop the collaboration process, we choose collaboration engineering methodology, as it aims at "designing collaborative work practices for high-value recurring tasks, and deploying those designs for practitioners to execute for themselves without ongoing support from professional facilitators" [6]. Kolfschoten and de Vreede [10] provide a systematic five step approach for the design of the collaboration process. Figure 1 displays the collaboration process design approach, which we follow in our research. The first step encompasses the analysis of the involved task, group, and stakeholders. It results in a definition of the group goal and requirements for the collaboration process. In the second step, the group task is decomposed into a set of activities that should be executed to reach the group goal. The third step aims at selecting collaboration process design patterns (thinkLets) for each of the activities. ThinkLets are used to ensure systematic repeatability without ongoing professional facilitation. The thinkLet sequence is further developed into a detailed agenda in step four to specify the script, tool support, and scheduling of all activities. The final design of the process is validated against the desired results in order to identify the necessary adaption.

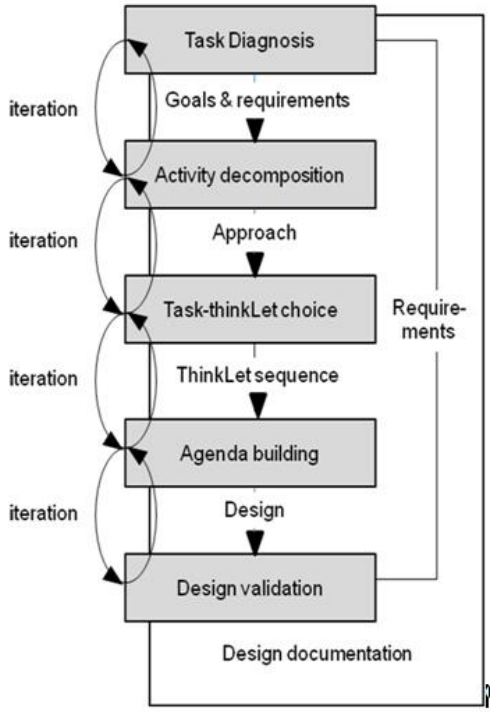


Fig. 1. The collaboration process design approach [10]

2.1 Task diagnosis

According to Kolfschoten and De Vreede the task diagnosis [10] is the necessary step to understand the environment as well as the goals of the collaboration process. The task diagnosis step takes a closer look at the collaboration tasks, the goals it should achieve as well as the deliverables of the process. The central goal of the collaborative idea elaboration process is the elaboration and improvement of an existing initial idea. This includes an assessment of the initial idea by the participants in the collaboration process as well as an augmentation of the idea by each user's comments and contributions. In order to be able to utilize every contribution of the participants, the completely elaborated idea is not the only deliverable developed in the process. Other deliverables are the comments contributed by each user to the definition of the idea´s problem, the suggested solution as well as each user's evaluation of these comments. The combination of the comments and their evaluations result in a list of contributions that can be sorted and analyzed by the ratings of all participants.

The final elaborated idea should show a level of detail that allows organizations an easy assessment of the value and feasibility of the idea. Therefore, the problem description needs to point out the underlying problem from different perspectives and including a list of possible stakeholders. For the suggested solution, this means that it should include suggestions for possible idol projects (Who did something similar before?) or ideas of external service providers who could support the implementation of the idea. Ideally, the suggested solution already includes an estimate for the expected implementation cost or schedule. A jury of experts in the idea´s domain evaluates the quality of the resulting idea. A suitable method for the evaluation of ideas or other creative artifacts is the consensual assessment technique [1]. This multidimensional evaluation technique will allow an expert jury the distinct evaluation of the novelty, feasibility, simplicity, elaboration, and expected popularity of the idea. The jury´s evaluation is the benchmark for the quality of the resulting elaborated idea.

After the ideas have been generated and rated positively, they are introduced into an organization internal decision making and implementation process. The design and implementation of these processes is not within the scope of this thesis. Another important goal of the collaboration process can be referred as an experience goal. The toll-supported collaborative idea elaboration process should show the users the acknowledgement for their contribution to the elaboration of an idea rather than just recording and processing their input. This is due to the fact that the process will be repeated in many instances, which rely on the same user base – the users of the web-based ideation platform. By providing a positive reinforcement to participate in the collaboration process, users are more likely to come back and contribute their insights to the elaboration of the next idea.

2.2 Activity decomposition

This step of the collaboration process design approach divides the process into smaller steps with clearly defined goals and results. This step is necessary to enable the collaboration engineer to select the appropriate tools and thinkLets for each activity.

Figure 2 shows the sequence of necessary actions to achieve the collaboration goal of understandable and well elaborated ideas. The top of each block indicates the title of the activity. The figure also includes the respective layer of collaboration for each activity. The t*ask presentation* is supposed to inform the participants of the structure and the overall goal of the following collaboration process. This task results in the understanding and awareness of the participants regarding the following process steps. In the second task *problem extraction,* the participants have their first contact with the idea. The participants are supposed to read the initial idea and identify the parts that directly correspond to the underlying problem the idea is trying to solve. The goal of this activity is the categorization of the idea and the identification of the essential problem. The results are the parts of the initial idea's text corresponding to the basic issue. The next activity is *problem elaboration.* In this task, the collaborative goal is the generation of a problem description covering different aspects of the original problem. This activity creates a clear understanding of the problem that the group is going to solve during the collaboration process. The result is a textual description of different aspects of the problem.

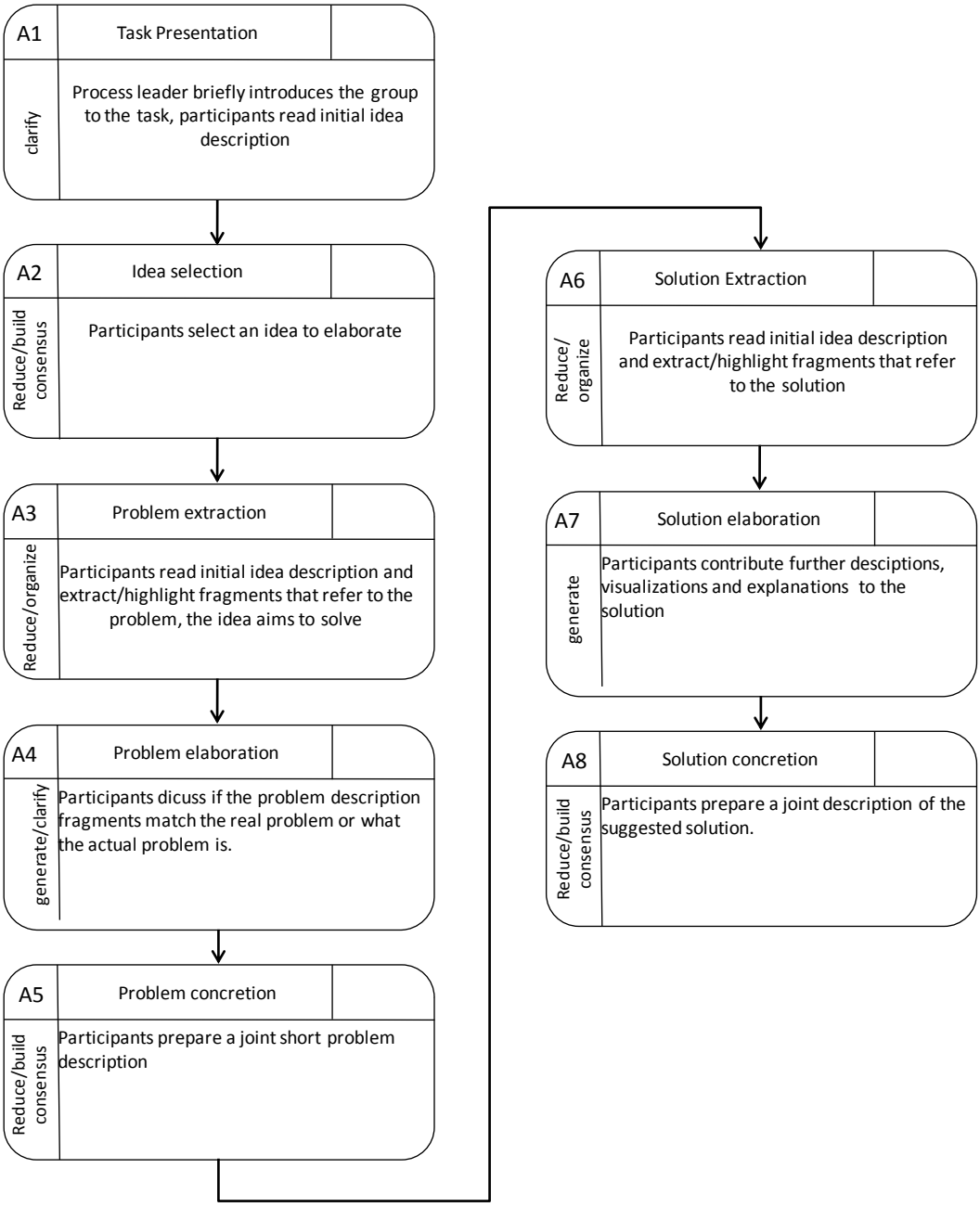


Fig. 2. The collaborative idea elaboration process

In the *problem concretion* activity, the participant will reduce the description of the problem to the most important aspects. This achieves two important goals: The participants are forced to build consensus regarding the important aspects of the problem, and the idea is reduced and rewritten in a readable form that helps to convince others of the relevance of the problem. The activities *solution extraction*, *solution elaboration*, and *solution concretion* are following the same structure as the three foregoing activities but they are elaborating on a solution of the previously identified and agreed upon solution.

2.3 Task thinkLet choice

Based on the activity decomposition, there is a thinkLet assigned to each activity. A thinkLet is a predefined pattern of collaboration designed to achieve a defined goal. The selected thinkLets can be found in Table 1. The thinkLet selection is based on "ThinkLets - Building Blocks for Concerted Collaboration" by Briggs and de Vreede [3].

Table 1. Collaborative actions and the corresponding layers of collaboration and thinkLets

Action No.	Action Title	Layer(s) of collaboration	ThinkLet
1	Task presentation	Clarify	-
2	Idea selection	Reduce/Build consensus	MultiCriteria
3	Problem extraction	Reduce/Organize	Popcornsort
4	Problem elaboration	Generate/clarify	OnePage
5	Problem concretion	Reduce/Build consensus	OnePage
6	Solution extraction	Reduce/Organize	Popcornsort
7	Solution elaboration	Generate	OnePage
8	Solution concretion	Reduce/Build consensus	OnePage

Not every task could exactly be matched by the thinkLets defined by Briggs and de Vreede [3]. This made it necessary to make some changes to the original thinkLet definitions with respect to the environment of the collaboration process. A tasks is a presentation and no collaborative work that would be covered by a thinkLet. The first thinkLet used in the process was a MultiCriteria voting to support the participants in selecting the idea their group will elaborate. The criteria are defined as originality, feasibility, and relevance. The scale for each criterion is a five point Likert scale. The results for each criterion were added to identify the most popular idea for the group. The idea elaboration process consists of two phases with each three very similar actions. Both phases use the same thinkLets for their activities. The first step in each phase is the extraction of the solution/problem using a modified version of the Popcornsort thinkLet. The modification we made was that the participants should assign a part of the original idea of the problem/solution (depending on the action) or leave it in the primary way. There were no alternative buckets given to them. For the two actions problem elaboration and concretion, the same OnePage thinkLet page is used.

2.4 Agenda building

Based on the selected thinkLets, the detailed agenda for the evaluation was created. The agenda is supposed to give an exact structure to the process and provide guidance. In addition to the thinkLet choice, it defines the usage of the group support system as well as what is communicated to the participants. The group support system used for the implementation of this process is ThinkTank. The software offers support for all thinkLets defined in the previous section.

In order to motivate the participants to develop creative ideas and think in different ways, the agenda includes guiding questions for the problem and solution elaboration actions. The questions for the problem elaboration are designed to support participants' arguments for the relevance of the problem.

The guiding questions for the solution elaboration try to support the participants to define a concrete use of the solution and possible external support for the implementation.

2.5 Design validation

In order to evaluate the collaboration process, we conducted a proof of concept implementing the process described previously. The goals were: Testing whether the collaborative elaboration increases idea quality, to measure participant satisfaction with the collaboration process, and to monitor participant behavior during the process evaluation workshops.

Since the ideas to be elaborated were about measures to improve teaching, learning or living at the university, students were selected to participate. In each of the three workshops, there were 5 voluntary student participants from different fields. Among the participants there were majors in economics, engineering, art and computer sciences Prior to the workshops, all participants were asked to point out an idea to improve the mentioned fields without giving them a clear indication what the target of the evaluation workshops would be. This procedure was supposed to create starting ideas for the collaboration process - structurally similar to ideas found on WBIP. Every participant got access to every idea the members brought to the workshop and could select one of the ideas for further elaboration. Further details of the process evaluations workshops is given in section 3 of this paper.

2.6 Software implementation

After this pretest of the process, the collaboration process was integrated into a WBIP. The implemented prototype is based on the CMS System Drupal 6 and was implemented as an independent module that can easily be integrated into any other Drupal based WBIP. This allows a broad evaluation of the tool in lab experiments and field test with different groups of participants. The results of these evaluations and experiments serve as a base for future revisions of the tool.

In order to represent the described process as a software artifact, we implemented a collection of features to fit the needs of the different process steps. The process steps for the identification and definition of the problem and the solution of the idea (A1 and A3) have been implemented as a brainstorming. Every user of the WBIP platform can participate in this activity without restrictions of time and place. In these brainstormings the participants are asked to contribute aspects of the problem they deem to be important. These can be short problem aspects from the original description of the initial idea or aspects the original idea did not include so far in the original problem/solution description but seems to be important to the brainstorm participant. Thus, the original idea description is augmented by the creativity, needs, and perception of the collaboration process participants. In order to obtain a sense of relevance for each of the brainstorming contributions, the participants can vote on each contribution. This gives the participants the opportunity to evaluate the collaboratively collected problem or solution aspects and to use this evaluation in the following process steps. Both process activities A2 and A4 follow the brainstorming activities and give the participants the chance to vote on all brainstorming contributions, but remove the functionality to contribute new problem or solution aspects. By adding these activities to the process, all contributions could be evaluated with enough time before the process proceeds to the final activities. The process steps of problem and solution concretion (A5 and A6) are realized based on the collaborative word processor Etherpad Lite[4]. This tool is embedded into the WBIP and allows the participants to write a conclusive text respectively for the problem and the solution description. Possible editing conflicts are avoided by enabling the

[4] http://www.etherpad.org

participants to simultaneously write in the text fields. The writing progress is constantly tracked to make every stage of the text development transparent for the researchers.

Each of the process activities strongly relies on the outputs of the preceding process steps. To ensure this, it is always possible for each participant to see all results of the completed and ongoing process activities.

3 Process evaluation workshops

This paper develops a collaborative idea elaboration process. A good evaluation is crucial in order to validate the process and to guide future research. The evaluation of the process was carried out in three evaluation workshops with groups of German university students. Each group consisted of five students from different majors (economics, engineering, art and computer sciences) The collaborative idea elaboration process was set up in a local network on the group support system ThinkTank. In order to control any external influences, all participants were invited to the laboratory. This allowed the researchers to keep the communication of the participants closer to the environment than one would find on a WBIP. The group support system allows to follow the exact progress of the ideas made in the collaborative elaboration.

There are several different kinds of results from the proof of concept: The first is the observation of the researchers during the workshops. This is a very important source for future revisions of the collaboration process. The researchers observe at which process points the participants use verbal discussions or other means of communication a tool-based process implementation on a website should support. Additionally a survey based on Brigg's General Meeting Assessment Survey [4] is conducted among the participants to measure their satisfaction with the collaboration process. The most important results are the original as well as the collaboratively elaborated ideas. The quality of the original ideas are compared with the elaborated ones in an expert rating using Amabile's consensual assessment technique [1]. This gives insight into the extent to which the collaborative idea elaboration process improves idea quality.

3.1 Observation results

The participants followed the steps according to the collaboration process design. The steps *problem extraction* and *problem concretion* worked exactly according to the planned process. The participants copied the relevant parts of the original ideas and agreed on their improvements by using the adding and editing functionalities of the group support system. In the following steps of extracting and concreting the possible solutions, the participants very often used communication outside of the text-based group support system. Most of them used direct face-to-face discussions during the solution concretion phase. One group even used a whiteboard to visualize relationships among concepts and to develop a shared understanding of the problem solution. This shows us that just a text based collaboration is inconvenient for high creativity tasks. Future revisions of the process, as well as the tools used for the process implementation, need to support additional ways of communication, such as direct chat, separate discussions or graphic display of ideas, to support shared understanding among the participants.

The evolution of the ideas shows the contribution a collaborative effort can make. While the problems of the initial ideas were mostly adopted, new ideas for possible solutions were found in the process. While not all of the resulting ideas could be implemented easily, well elaborated ideas can help to "sell" the idea to people and make them aware of how they could profit from the implementation. This

shows that the structured collaborative process not only enables the participants to combine their knowledge and ideas, but also create new value by building on the ideas of others. This is an important hint towards structured collaboration as a tool for successful elaboration of simple ideas.

3.2 Participant satisfaction

Additionally the participants were asked to fill out a general meeting assessment survey as suggested by Briggs et al. [4]. The survey tested the process and result satisfaction of the participants on a set of items measured on a 7 step Likert scale with seven being the highest value. The results of the one-sample t-test against the neutral value 4 show a tendency towards a satisfactory perception of the collaboration process and result quality. At an average, process satisfaction was rated 4.52 (n.s.) and result satisfaction 4.63 ($p<0.05$). These values can be seen as a positive feedback and will serve as a benchmark for the evaluation of future revisions of the process.

3.3 Idea quality evolution

In the proof of concept, three ideas were collaboratively elaborated upon using the process described above. This section elaborates on the influence of collaborative elaboration on the quality of ideas. In order to do so, we used the consensual assessment technique by Amabile [1]. It uses multi-dimensional expert ratings to assess the quality of ideas. In this case, we surveyed a jury of five university employees with at least three years of job experience. This ensures that the jury members are capable of evaluating improvement ideas. The evaluation survey assessed five distinct items to evaluate different dimensions of idea quality. The items included in the survey were originality; feasibility; benevolence; simplicity, and completeness. Each item was operationalized by one claim. The jury members were asked to express their agreement on each claim on a 5-step Likert scale. They did not know which of the ideas were initial or elaborated and evaluated the ideas in random order.

The original claims were in German, given here with the corresponding translations:

- Item 1 (Originality):This idea is a new approach to assess its underlying problem for the university.
- Item 2 (Feasibility): This idea is easily feasible for the university.
- Item 3 (Benevolence): This idea has the potential for benevolence among the students of the university.
- Item 4 (Simplicity): This idea solves its underlying problem in a simple way.
- Item 5 (Completeness): This idea is complete and well elaborated upon.

Every item rating was valued with a score from 1 (lowest) to 5 (highest). The first result of the expert rating is that the overall rating of each idea improved in the course of the collaboration process. Table 2 shows the overall scores for the initial, as well as the elaborated, ideas.

Table 2. Idea evaluation results

11	**Initial**						**Elaborated**					
	Originality	Feasibility	Benevolence	Simplicity	Completeness	**Total**	Originality	Feasibility	Benevolence	Simplicity	Completeness	**Total**
1	13	15	19	14	8	**69**	15 (+2)	12 (-3)	21 (+2)	16 (+2)	13 (+5)	**77 (+8)**
2	14	14	25	22	13	**88**	18 (+4)	14 (+0)	24 (-1)	21 (-1)	19 (+6)	**96 (+8)**
3	13	11	13	15	9	**64**	16 (+3)	9 (-2)	17 (+4)	11 (-4)	11 (+2)	**64 (+3)**

Another important finding from the expert rating was that the improvements rates were not equally distributed among the items. The advancements for completeness and originality are very high; the improvements on feasibility and simplicity are instead negative, i.e., the elaborated ideas are rated worse for both items than the initial ideas.

The successful improvements of the items' originality and completeness coincide with the goals of the collaborative approach: To create a better elaborated version of the ideas using the creativity and originality of multiple participants.

The decline of the ratings for feasibility and simplicity can be explained by the higher complexity of the elaborated ideas. As multiple people collaborate and contribute their insights to the idea, more aspects are included into the solution. Therefore, the idea becomes more complex (negative simplicity) and more difficult to implement (negative feasibility).

4 Limitations

This section summarizes the threats to the validity of the work.

The internal validity of the evaluation could be threatened by the fact that we analyzed the resulting ideas but not the communication of the participants. The participants operated the process in the presence of the observer though without recording of the oral communication. The participants were encouraged to write down their questions and issues through the use of the group support system. Although we did not prevent oral communication in the evaluation, this is a limitation of this study.

Regarding external validity, the major concern is the generalizability of the results. Indeed the idea elaboration process was operationalized only three times with university students. We tried to limit this effect by selecting a topic in which students can be considered as experts and therefore suitable for the collaborative work. Due to the diversity of ideas and idea communities, we cannot claim that the results are representative for all idea communities. Further, the involved participants could have had an effect on the idea elaboration. This study is a first step to analyze the collaborative idea elaboration process. To strengthen the results, other ideas with other participants should be analyzed.

5 Discussion and conclusion

The collaboration process developed in this paper is an important step for successful collaborative idea elaboration on WBIP. The process was developed and evaluated following well established methodology of the field of Collaboration Engineering, especially the collaboration design approach by Kolfschoten and de Vreede, which was transformed to the presented needs. The article shows first results with a prototypal evaluation with students.

Collaboration Engineering and the collaboration process design approach provided the methodology for the development of collaborative processes. We used this body of knowledge to develop and pilot our collaborative idea elaboration process. The process is based on the separate identification and elaboration of the idea´s underlying problem and its suggested solution by a group of idea stakeholders with knowledge in the idea´s basic topic.

The evaluation by a jury of experts suggests that the overall quality of the idea improves during the collaboration process. The analysis shows an increase in quality, especially for the items elaboration and originality.

The contribution of this paper can be divided into theoretical and practical aspects. The theoretical aspect is the combination of different approaches from Information Systems, Collaboration Engineering and Innovation Management. Combining these three fields enables an increase in idea quality and therefore strengthens the Open Innovation approach. On the other hand, the practical perspective describes a step towards the implementation of collaboration tools on WBIP, so that platform providers could foster collaboration as well as an increase of idea quality on their platforms.

In summary, you can say that the results are based only on a small sample of ideas and few expert ratings, but they do indicate an improvement in the overall idea quality and especially in the elaboration and originality items. This shows that the collaborative idea elaboration process is a promising approach to improve idea quality. Besides, the results also demonstrate that the ideas generated in our collaboration process tend to become much more complex than the initial ideas. In future revisions of the process, one focus point will be to reduce complexity in the elaborated versions of the ideas.

This paper lays the foundation for our future research in user collaboration for WBIP. Future work will focus on improving the process and implementing it on an innovation community site at our university. Additionally, there will be user workshops focusing on the effectiveness of the tool implementation and on ways to motivate the users for the collaboration process.

6 References

[1] Amabile, T.M. (1982): Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. Journal of Personality and Social Psychology - PSP 43, 997-1013

[2] Blohm, I., Bretschneider, U., Leimeister, J.M., Krcmar, H. (2011): Does collaboration among participants lead to better ideas in IT-based idea competitions - An empirical investigation. International Journal of Networking and Virtual Organizations

[3] Briggs, R.O., de Vreede, G.-J. (2009): ThinkLets - Building Blocks for Concerted Collaboration, Omaha

[4] Briggs, R.O., de Vreede, G.-J., Reinig, B.A. (Year): A Theory and Measurement of Meeting Satisfaction. In: Conference A Theory and Measurement of Meeting Satisfaction. IEEE Computer Society Press,

[5] Chesbrough, H.W. (2003): The Era of Open Innovation. MIT Sloan Management Review 44, 34-41

[6] De Vreede, G.-J., Briggs, R.O. (2005): Collaboration Engineering: Designing Repeatable Processes for High-Value Collaborative Tasks. 38th Hawaii International Conference on System Sciences,

[7] Di Gangi, P.M., Wasko, M. (2009): Steal my idea! Organizational adoption of user innovations from a user innovation community: A case study of Dell IdeaStorm. Decision Support Systems 48, 303-312

[8] Janzik, L., Herstatt, C. (2008): Innovation Communities: Motivation and Incentives for Community Members to contribute. IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology (ICMIT), Bangkok

[9] Kipp, P., Wieck, E., Bretschneider, U., Leimeister, J.M. (2013): 12 Years of GENEX Framework: What did Practice Learn from Science in Terms of Web-Based Ideation? 11. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Leipzig

[10] Kolfschoten, G., De Vreede, G.-J. (2009): A Design Approach for Collaboration Processes: A Multi-Method Design Science Study in Collaboration Engineering. Journal of Management Information Systems 26, 225 - 256

[11] Leimeister, J.M., Huber, M., Bretschneider, U., Krcmar, H. (2009): Leveraging Crowdsourcing: Activation-Supporting Components for IT-Based Ideas Competition. Journal of Management Information Systems 26, 197-224

[12] Moore, T.D., Serva, M.A. (Year): Understanding Member Motivation for Contributing to Different Types of Virtual Communities: A Proposed Framework. In: Conference Understanding Member Motivation for Contributing to Different Types of Virtual Communities: A Proposed Framework.

[13] Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M.A., Chatterjee, S. (2007): A Design Science Research methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24, 45 - 77

[14] Reichwald, R., Piller, F. (2009): Interaktive Wertschöpfung - Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. Gabler, Wiesbaden

[15] von Hippel, E. (2005): Democratizing Innovation. The MIT Press, Cambridge, MA

On the State of the Art in Simulation of Collective Intelligence – A Literature Review

Alexander Kornrumpf

FernUniversität Hagen, Lehrstuhl für Informationsmanagement, 58084 Hagen,
E-Mail: alexander.kornrumpf@fernuni-hagen.de

Ulrike Baumöl

FernUniversität Hagen, Lehrstuhl für Informationsmanagement, 58084 Hagen,
E-Mail: ulrike.baumoel@fernuni-hagen.de

Abstract

Collective Intelligence (CI) has proven to be an active research topic, with popular subtopics such as open innovation and crowdsourcing. Even so, the simulation of CI is still an emerging field. Through a literature review we show that simulated CI has produced valuable insights and has the potential to do so in the future. Even though there are many competing lines of research and research tools, our findings indicate a conceptual convergence on agents and their individual payoffs as well as relationships and distribution of resources among these agents. Together with the agent's activities these concepts make for a consistent overall picture that can be used to inform theory and design of CI and CI systems.

1 Introduction

Collective Intelligence (CI) refers to the phenomenon that groups of heterogeneous individuals may collectively address challenges, often imposed on them by the environment, in an apparently intelligent way [36]. In the wake of the web 2.0, CI increasingly has become to mean more specifically the participation of customers and users in business processes that traditionally were internal [25, 36]. Crowdsourcing [24] and Open Innovation [12] are popular examples of how companies leverage CI for the creation of value [25, 36].

Earlier literature reviews have proven CI to be the topic of active and ongoing research but also a topic where little conceptual convergence has been reached so far [46, 15]. This implies that a literature review on CI will include work that does not share a single understanding of what CI actually is. Nevertheless, these earlier reviews show some consensus on high-level concepts. Cremona and Ravarini [15] regard research on CI and social computing (SC) as two ways to investigate the same topic, where CI refers to the conceptual aspect of a new form of human collaboration, often over long distances and at large scale, whereas SC refers to the applications that harness and enable CI They identify applications in knowledge sharing, collaboration, communication, data mining, and team learning and coordination [15]. Salminen takes a different approach and argues that research on CI can be organized along the lines of emergence and a micro-macro dichotomy. This refers to the idea that individuals pursue relatively simple tasks on a micro-level but that from this a greater level of intelligence on a macro-level emerges through non-linear effects [46].

Recent work suggests changing the perspective in CI research from analysing existing and potential applications of CI and SC to designing CI systems (CIS), i.e. the human-computer systems that enable these applications in practice. It can be shown that CIS design is complex and therefore expensive and hard to tackle with analytical methods. This makes simulation a viable tool to support the process of creating and evaluating new CIS designs before implementing them in practice [31].

Against this background, in the present paper we conduct a literature review that narrows down the focus from the entire field of CI, as considered in previous reviews, to the simulation of CI. We make three critical assumptions. First, that in the subfield of simulation of CI there probably is a higher convergence on specific concepts than in the field as a whole. Second, that such concepts, which have been derived for the simulation of CI and related phenomena for research purposes, can be adapted to simulation for design purposes. Third, that, since simulation aims to be a model of reality, such concepts in fact mirror concepts present in "real CI" thereby generating insight about CI in general. We find the latter two assumptions to be very well in agreement with design science guidelines [22]. As it is the case with most literature reviews, and suggested e.g. in [5] and [37], we seek to capture and structure the existing body of knowledge, point out gaps in previous research and identify common research methodology. We frame these goals in two questions:

1) What concepts are commonly considered when simulating CI?
2) What indicators for the degree of convergence on these concepts can be found?

We organise out paper following a conservative outline. We first introduce our methodology, then report neutrally on the results and finally discuss them drawing conclusions about the above questions.

2 Methodology

2.1 Scope

We follow the recommendation of vom Brocke et al. [66] to define the scope of our review with respect to the taxonomy introduced by Cooper [14]. The focus of our review within this taxonomy is on theories and research methods with the understanding that a given simulation reflects a theory about the simulated domain and that simulation in and of itself is a research method. Since we aim to look at the "big picture" we will not consider outcomes or applications specific to the reported research. Our goal is the integration of concepts, where a sufficient convergence has been reached, but also, to a much lesser extent, to point out where divergence of concepts and methods still poses an issue. Consequently the organisation of our review is conceptual rather than historical or methodological. The perspective we choose is neutral and we write for a general academic audience.

Searching for literature is an iterative process with no definite end-point [37]. Claiming exhaustiveness is practically impossible nowadays, given e.g. the fact that a simple, unrestricted google scholar query for *"collective intelligence" simulation* returns more than 25.000 results. Nevertheless, we feel that our approach is best described as "exhaustive with selective citations". We have obtained a set of sources using a methodologically sound process and we will make this process transparent within the course of this paper. Since we have chosen a subfield of an emerging topic, the set of sources was manageable and we were able to consider the entire set when writing our review. From this set we cite only some work which we consider to best represent the concepts identified in the entire set. This is clearly different to a representative approach where the decision to exclude sources is made earlier in the process. Table 1 summarises how this review is positioned within Cooper's taxonomy.

Table 1: Positioning of this paper within the taxonomy of literature reviews adapted from [14].

Focus	Research Outcomes	Research Methods	Theories	Applications
Goal	Integration	Criticism	Central Issues	
Perspective	Neutral Representation	Espousal of Position		
Coverage	Exhaustive	Exhaustive with Selective Citation	Representative	Central or Pivotal
Organisation	Historical	Conceptual	Methodological	
Audience	Specialised Scholars	General Scholars	Practitioners	General Public

2.2 Dimensions of Analysis

We choose a conceptual organisation for our review and follow the advice of vom Brocke et al. [66] and Torraco [63] by providing some working definitions and a conceptual structure in advance. As it becomes clear implicitly from earlier reviews [46, 15] and explicitly from reflection [32], CI as an emergent field has yet to settle on definitions and theories. We do not want to exclude interesting streams of research prematurely and therefore rely on a very general definition of CI by Aulinger [4]:

1. "A group has the capability to overcome challenges through shared or individual processing of information." and:
2. "This capability allows the group to come to results superior to the results that could have been reached by conventional methods or by one member of the group alone."

A very similar definition, although phrased differently is used in an earlier review of CI and SC literature [15].

According to this definition, it is a hallmark of CI that the collective or "group" solves a problem. Depending on context, "collective" may refer to animals, humans or even robots [32, 53]. In the case of interest for this paper the collective is actually simulated rather than real. In addition, we want only to consider such cases in-depth where the collective is human. This is because our ultimate interest lies in the design of CIS, which we are defined as human-computer systems that enable CI [28]. To verify this conception we investigate for each source which is the problem solving entity and which is the simulated entity. Only if the two match and are human the case reported in the respective paper is one of simulated human CI (SHCI).

Simulation is a research method in and of itself [68]. To produce results beyond this point, our investigation into research methods within the topic of simulation of CI must be finer grained. Therefore, for each case of SHCI we analyse which role simulation takes within the reported research and which established research tools and frameworks, if any, have been used. We ask open-endedly which concepts are simulated in detail and do not want to influence the result by prescribing a theory about this beforehand. Nevertheless, we believe that the notion of emergence and a micro-macro dichotomy as identified in many works by an earlier review [46] – and also indicated in point (2) of above definition of CI – form central theoretical concepts for the field of CI which we therefore include in a separate dimension of analysis.

2.3 Search Process

Several authors recommend pursuing three search methods: keyword search, backward search and forward search [67, 37, 66]. However there is some disagreement on the value of scholarly databases within this process. While Webster and Watson [67] tend to encourage using such databases, Levy and Ellis [37] warn that using publisher specific databases might lead to limited results and that keyword search in general suffers from "buzzwords" changing over time. Vom Brocke et al. [66] take an intermediate stand and advise to use databases that are known to index high-ranking peer reviewed journals.

To address this, we chose to conduct our search in two publisher independent databases, namely *EBSCO-Host* and the *Thomson Reuters Web of Knowledge* which are known to index subsets of important publisher databases such as *ScienceDirect*, *IEEExplore*, and *Springerlink*. Especially *EBSCO* also has a reputation for indexing the highest-ranking journals. To cope for the risk of changing "buzzwords" we did not only search for "collective intelligence" but also for "open innovation" [12] and "crowdsourcing" [24]. Our impression is that the latter two have created by far the greatest buzz of the CI related terms. This impression is also confirmed by the number of hits for the respective terms in a simple google search. We have not included "swarm intelligence" because an earlier review found that only 2% of the results for that keyword discuss humans [46]. Even so we found that quite a number of results dealt with topics related to not to SHCI. We blacklisted some terms from the fields of swarm inspired optimisation algorithms and swarm robotics but not the terms "swarm" and "robotics" themselves which would have been too restrictive. We monitored the impact of blacklisting on the search results to ensure that no important sources were ignored. Ultimately we think that excluding keywords is far more transparent than arbitrarily pruning search results after the event. This is in to compliance with the demand of vom Brocke et al. that "the process of excluding sources has to be made as transparent as possible" [66]. The final search query is given by:

(*"collective intelligence"* OR *crowdsourcing* OR *"open innovation"*)

AND (*simulation*)

NOT ("*ant colony optimization*" OR *particle* OR *"swarm optimization"* OR *routing* OR *scheduling* OR *manipulator* OR *mobile* OR *thermal*)

We include both journal and conference papers but limited results to work published since 2006. This year stands out because it was the year when Howe coined the term crowdsourcing [24]. It also roughly corresponds to a shift in terminology which is hard to pinpoint exactly. We illustrate this only by example. As late as 2001, Bonabeau and Meyer write about business applications of "swarm intelligence" without explicitly mentioning the term CI [9]. In 2007 Gloor and Cooper still title "The New Principles of a Swarm Business" but uses the term CI within the text [21]. Finally in 2009, Bonabeau has also adopted the term CI in a title [8]. We conclude that 2006 roughly marks the year since which our search terms are used in their present meaning, thus mitigating the issue of changing buzzwords and meanings.

The search was conducted in late August and early September 2013 in the aforementioned two databases. We manually removed duplicates of sources present in both databases and very few sources which according to their title are obviously not related to the topic. On the remaining results we conducted forward and backward searches. The results of this process are reported in the next section.

3 Results

We divide the presentation of the resulting set of sources into two parts. In the first part we report on the bibliometrics of the entire set in terms of different lines of research in order to draw conclusions about the salience and convergence of the topic. We especially take care to explain why we exclude some sources from further investigation [66]. Vagueness on this point is an admitted weakness of an earlier review of CI literature [46]. In the second part we dive into the content of a subset of sources to show which concepts are commonly simulated. We present our findings in the shape of a concept matrix and discuss how the different concepts relate [67]. In order to maintain a neutral perspective we delay discussion and conclusion about the results to the next section.

3.1 Lines of Research

The keyword search, using the process described in the previous section, yielded a total of 74 journal and conference papers. Because only little manual cleaning was done, this was almost equal to the raw set of results. This number is vanishingly small compared with the raw result set of approximately 1050 results that Salminen reports to have obtained from *Web of Knowledge* alone in a general search for "collective intelligence" and "swarm intelligence" [46]. However, considering the narrow focus of our query, the number of results is well in scale with earlier reviews producing 128 raw results on crowdsourcing and 160 raw results on CI and SC respectively [74, 15]. Neither forward nor backward search produced any additional sources to consider. As for backward search, this can be explained. In research, simulation most often is a means rather than an end and so it comes as to no surprise that most simulations were motivated seemingly ad-hoc, drawing on methodology from other fields rather than on explicit SHCI research. As for forward search, the work presented in this review admittedly created surprisingly little impact. In part this also might have aforementioned reasons. Authors not deeming it worthwhile to further investigate simulation which was "only a tool" in the first place, while other authors directly use tools they know rather than those newly developed by their peers. An

automated bibliometric analysis offered by the *Web of Knowledge* produced an h-index of six: only six papers were cited more than six times in the database. But even a tutorial article with the instructive title "On model design for simulation of collective intelligence" [52] was not in fact cited in the context of SHCI.

Closer investigation in the raw set of results drew a more diverse picture. We used the dimensions of analysis as described in the previous section to ensure that the sources under consideration actually deal with SHCI. We found that of the initial 74 results only 27 fulfilled the requirement of discussing the simulation of collectives with a focus on independently acting humans or, slightly extending the concept, firms. These papers will be analysed in depth. Furthermore 16 articles did in fact discuss (human) crowdsourcing and simulation but the crowd was either not the problem solving entity or not the simulated entity. We enumerate these papers completely and briefly comment on different subcategories, but do not include them in further analysis. The remaining 30 papers, and thereby the largest group, consisted of work that was concerned with the simulation of non-human collectives or simply "slipped through" our query. We briefly categorise these papers here to indicate the diversity of research that is conducted under the headline of CI and simulation and to make transparent what lines of research were excluded from further investigation. However we only cite a few representative examples.

Table 2: Main lines of research identified in the sources

Line of Research	Problem Solving Entity	Simulated Entity	Sources
SHCI (27)	Collective	Collective	27 in Total, discussed below
Crowdsourcing (16)	Crowd (14)	Problem (9)	[13, 17, 23, 29, 34, 35, 45, 60, 64]
		None (5) – Simulation is the Problem	[6, 11, 26, 39, 73]
	Public Services (2)	Crowd (2)	[2, 43]
Swarms (5)	Animals	Animals	5 in total
Optimization (4)	Algorithm	Swarms	4 in Total
Robotics (8)	Robots	Robots	8 in Total
Peer-to-Peer (4)	Networks	Data	4 in Total
Military (4)	Vehicles, Missiles, …	Scenarios	4 in Total
Other (6)	Other	None	6 in Total

Table 2 shows the results grouped first by the line of research and then by the problem solving entity and the simulated entity. The number of sources in the respective category is given in parentheses. Where both the problem solving entity and the simulated entity were collectives of humans, we identified a case of SHCI and marked the paper for further analysis which we will discuss later. Within the line of crowdsourcing we identified 14 cases where the crowd was involved in solving a problem but it was the problem and not the crowd that was simulated. Simulated problems ranged from traffic [60] to GUI testing [17] to international policy [34]. In a smaller group of five cases, no CI related simulation was conducted at all. Instead the design, modelling and validation of simulations themselves form the problem that was outsourced to the crowd. Finally we identified two very surprising cases where a crowd was simulated, but as part of the problem and not of the solution. Crowd models were used to represent homelessness [2] and emergency departments [43]. Other research included the simulation of animal swarms, e.g. [19], swarms inspired optimization algorithms, e.g. [1], and swarm robotics, e.g. [7]. These were cases we expected to find and partly

tried to exclude from our query in advance. From further afield we found cases of swarms on the level of data packets in peer-to-peer networking [42] and missiles in military applications [38]. Only six articles looked promising at first but then turned out to be completely unconcerned with simulation, among them the often cited [16].

3.2 Common Concepts of SHCI

We present a classical concept matrix [67] for the 27 articles we have identified to cover SHCI in the stricter sense. We use the dimensions of analysis as discussed in the previous section. The result is depicted in Table 3. Numbers in parentheses indicate the number or sources containing the respective concept.

Table 3: SHCI Concept Matrix

	Role of Simulation			Research Tools and Frameworks							Simulated Concepts				Micro Activity					Macro Emergent			
Paper (27)	Exploratory (17)	Confirmatory (6)	Exemplary / Tutorial / Review (4)	Multi-Agent Systems (9)	Cultural Algorithms (1)	Fitness Landscapes (1)	Reinforcement Learning (2)	Game Theory (3)	Hierarchical Task Networks (1)	Other/Individual (13)	Agents (22)	Alliances / Relationships (13)	Knowledge / Resources (16)	Payoffs / Rewards / Preferences (9)	Learning (6)	Trade, Brokering, Gifting (12)	Local Search / Local Observing (4)	Task selection / Team selection (14)	Other (6)	Self-Organisation (9)	Innovation (12)	Networks (8)	Stigmergy (2)
[3]	x					x				x		x	x	x		x	x	x			x	x	
[10]			x							x	x		x			x				x			x
[20]	x							x			x			x		x					x		
[27]	x									x	x		x	x				x		x			
[30]	x				x						x	x	x		x	x						x	
[33]	x									x			x			x					x		
[40]		x								x	x		x			x		x		x			
[41]	x									x	x	x							x		x		
[44]	x			x							x	x	x					x				x	
[47]		x								x								x					
[48]		x						x			x			x				x		x			
[49]	x									x	x	x	x			x					x		
[50]	x									x			x			x					x		
[51]	x			x							x	x	x					x				x	
[52]			x	x						x	x			x	x			x	x	x			
[54]		x					x			x	x	x	x	x	x	x						x	
[56]	x			x				x			x	x		x				x			x	x	
[57]	x			x							x								x	x			
[58]		x		x							x								x	x			
[59]	x			x							x		x	x		x	x			x			
[61]			x								x	x	x		x		x	x				x	
[62]			x	x			x				x	x			x		x	x	x	x	x		
[65]	x									x	x	x	x		x	x		x			x		
[70]	x									x		x									x		
[71]		x									x								x		x		
[72]	x			x					x		x		x	x				x					x
[75]	x										x	x	x			x		x			x	x	

Of the 27 sources, 17 reported exploratory use of simulation to gain new insights, six sources reported using simulation to confirm results derived by other means. Four papers, most notably [52], had a general tutorial or review character and presented simulation only in examples. We found that no specific research tool has yet become “trick of the trade”. 16 papers used tools that were singular within the set of sources or individually created. To illustrate the diversity we highlight the use of

cultural algorithms [30], fitness landscapes [3] and hierarchical task networks [72]. Even though an overwhelming 80% of papers (22) simulated agents in one way or another, only nine of them used classical multi-agent systems (MAS) such as e.g. NetLogo, which was employed in [51] and [72]. Game theory (GT) was used in three papers, reinforcement learning (RL) in two.

We divided our analysis in an open dimension for simulated concepts and a more specific dimension of micro-level activities. Results confirm that micro-level activities, as suggested by earlier findings [46], were indeed considered throughout the whole set of results, and in the majority of cases the active entity was represented by agents. We also found that activities and other simulated concepts were closely related. Many papers (16) included a concept of knowledge, e.g. [65, 74] or other resources [30] distributed among the agents. The agents can then reveal and broker knowledge [20, 65] or gift and trade resources [30]. Similar concepts we found to be present in twelve papers. Another common concept, found in 13 papers was the formation of alliances such as teams [44] and strategic partnerships [3] as well as other forms of relationships, often as a prerequisite of interaction, e.g. [59]. Actively selecting a task, e.g. [72], or a team, e.g. [51], to participate in was included in 14 papers. Selection criteria ranged from kinship [30] over reputation [51] and preferences [72] to purely utilitarian considerations [3, 56]. The respective values and preferences of the aforementioned activities for the individual agents was quantified using function in nine cases. Garriga et al. [20] and Sie et al. [56] use GT to model and explain reward structures and the resulting behaviour. Less common (6) activities included micro-level learning, sometimes formalised as RL [54, 62]. Some authors (4) represented the limitation of the individual, as present in the definition of CI, by making activities local. Despite the central and even defining role of emergence for CI, macro-level emergents were discussed in less detail within the set of results. In twelve cases innovation can be seen as the emergent which obviously is due to the chosen keywords. Self-organisation was present in nine papers. Networks, as considered in eight papers, can be seen as a way to represent alliances and trade relationships on a macro-level. Stigmergy [10, 72] played only a minor role.

4 Discussion and Conclusion

We have identified a clear focus on a limited number of concepts and related micro-level activities. Some of these concepts have been part of CI research for a long time. Agent and reward based theory of CI is discussed in depth e.g. by Wolpert and Tumer [69]. On the one hand, simulation can inform theory here by pointing to the importance of quantifying these rewards and allowing to investigate different reward models. On the other hand, theory suggests that a central characteristic of CI is the existence of distinct reward structures on the individual micro-level and the collective macro-level [69]. This insight we have found to be underrepresented in SHCI literature, leaving room for further research. Other concepts, namely relationships and resource distribution have been largely ignored so far by theoretical work on CI. This may be the case because CI theory is typically inspired by swarm intelligence, where these concepts do not play a role, whereas the research under review here comes from an economic background, where resource distribution is a central theme and it is long known that the participation in teams and tasks has to be incentivised. Simulation can not only inform theory with respect to these concepts but also help designers to cope for them in new CIS.

The convergence on concepts is accompanied by a divergence of tools and frameworks. None of the considered papers report a convincing overall model of SHCI. The relative predominance of MAS, GT and RL in the sample might be only a snapshot. However, some theoretical arguments can be made

that suggest that these tools should be indeed adopted as a SHCI framework. We briefly sketch out a possible line of further research here:

The synthesis of MAS, GT, and RL is actively researched under the headline of multi-agent learning (MAL). The basic setting of MAL, a stochastic game or Markov game, consist of a set of agents, a set of stage games (system states that take the form of a game), a set of actions (pure strategies in GT language) and a set of reward functions for every stage game. Furthermore a stochastic game is characterised by, a stochastic transition function denoting the probability of a future state given the previous state and the actions taken in it [55]. It can easily be seen, that stochastic games not only share research tools with SHCI research, but also account for common concepts such as agents and rewards, as well as learning as a micro-level activity. Other micro-level activities can be modelled in principle as possible agent actions or strategies. In a way, due to the Markov property and the model-freeness of the RL approach [55], the individual horizon of events can even be considered to be local. Erev and Roth [18] point out the good performance of MAL in predicting the behaviour of real humans – as measured in experiment – in "environments in which each player has a negligible effect on the environment […] even when the collective behaviour that this produces plays a large role in shaping the environment" [18]. Although unintended by the authors, this comes down to way to describe CI. While the striking similarity in the aforementioned points speaks to the potential of MAL to become a theoretical foundation of SHCI, we identify two issues open for further research: First, it needs to be investigated if MAL allows the agents to learn to (temporarily) cooperate, not as a prescriptive strategy but as an emergent, thus making the system truly self-organisational. Second, if the resulting changes on the macro-level are quantified by a distinctive reward function, as mentioned earlier in this discussion, ways need to be found to direct the collective towards optimising this function without directly interfering with the learning process, which is assumed to reflect individual free will.

All in all, the high ratio of exploratory work in the set of SHCI results shows that simulation of CI is a valuable method to gain insights. However the application of such insights to the design of new CIS, as envisioned in the introduction is still a gap in the body of knowledge, even though first steps in that direction [41] can be seen. Our review also shows that the simulation of CI bears every sign of an emerging topic. The overall number of publications is comparatively small. We find a large number of competing lines of research. With respect to simulation, research on crowdsourcing, whilst traditionally considered to be CI research [36], has taken a completely different direction than general SHCI research. Open innovation currently seems to be the predominant theme, but further research has to show how CI can produce other macro-level emergents with respect to solving real-world problems. Limitations of our review are also due to SHCI being an emergent topic. There may be other trend besides crowdsourcing and open innovation generating "buzz" in the near future which were not covered. Also a forward backward search will probably prove more fruitful once the topic has somewhat matured.

5 Literatur

[1] Akay B, Karaboga D (2012): A modified Artificial Bee Colony algorithm for real-parameter optimization. Inf. Sci 192: 120–142

[2] Alexiuk M, Wiebe G, Pizzi N (2005): Emergent models of wellness: a case study of management practices in single resident occupant hotels of Vancouver CA. In: *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, 2005.*, pp 1586–1589

[3] Almirall E, Casadesus-Masanell R (2010): OPEN VERSUS CLOSED INNOVATION: A MODEL OF DISCOVERY AND DIVERGENCE. Acad. Manage. Rev. 35(1): 27–47

[4] Aulinger A (2009): Entstehungsbedingungen und Definitionen kollektiver Intelligenz. In: Aulinger A, Pfeiffer M (eds) *Kollektive Intelligenz*. Methoden, Erfahrungen und Perspektiven, Stuttgart. Steinbeis-Edition, pp 23-60

[5] Baker MJ (2000): Writing a Literature Review. Marketing Review 1(2): 219–247

[6] Berland M, Rand W (2009): Participatory Simulation as a Tool for Agent-based Simulation. In: Filipe J, Fred ALN, Sharp B (eds) *ICAART 2009 - Proceedings of the International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Porto, Portugal, January 19 - 21, 2009*. INSTICC Press, pp 553–557

[7] Berman S, Halász Á, Hsieh MA et al. (2009): Optimized stochastic policies for task allocationin swarms of robots. Trans. Rob. 25(4): 927–937

[8] Bonabeau E (2009): Decisions 2.0. The Power of Collective Intelligence. MIT Sloan Manage. Rev. 50(2): 45-52

[9] Bonabeau E, Meyer C (2001): Swarm Intelligence. A whole new way to think about business. Harvard Bus. Rev. 79(5): 106-114

[10] Bosse T, Jonker CM, Schut MC et al. (2006): Collective representational content for shared extended mind. Cogn. Syst. Res. 7(2-3): 151–174

[11] Butka P, Mach M, Furdik K et al. (2011): Design of a system architecture for support of collaborative policy modelling processes. In: *6th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), 2011*, pp 193–198

[12] Chesbrough HW (2003): Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business School Press, Boston, Mass

[13] Chuang Y, Yi C (2013): Shockwave models for crowdsourcing-based traffic information mining. In: *Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2013 IEEE*, pp 4659–4664

[14] Cooper HM (1988): Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. Knowledge in Society 1: 104–126

[15] Cremona L, Ravarini A (2012): Collective Intelligence and Social Computing: A Literature Review. In: Marco M de, Te'eni D, Albano V et al. (eds) *Information Systems: Crossroads for Organization, Management, Accounting and Engineering*. ItAIS: The Italian Association for Information Systems, Heidelberg. Physica-Verlag HD, pp 35–41

[16] Dodgson M, Gann D, Salter A (2006): The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble. R&D Management 36(3): 333–346

[17] Dolstra E, Vliegendhart R, Pouwelse J (2013): Crowdsourcing GUI Tests. In: *Sixth International Conference on Software Testing, Verification and Validation (ICST), 2013 IEEE*, pp 332–341

[18] Erev I, Roth AE (2007): Multi-agent learning and the descriptive value of simple models. Artif. Intell. 171(7): 423–428

[19] Ferreira N, Lins L, Fink D et al. (2011): BirdVis: visualizing and understanding bird populations. IEEE Trans. Vis. Comput. Graph. 17(12): 2374–2383

[20] Garriga H, Aksuyek E, Hacklin F et al. (2012): Exploring social preferences in private–collective innovation. Technol. Anal. Strateg. 24(2): 113–127

[21] Gloor P, Cooper S (2007): The new principles of a swarm business. MIT Sloan Manage. Rev. 48(3): 81-84

[22] Hevner AR, March ST, Park J et al. (2004): Design Science in Information Systems Research. MISQ 28(1): 75-105

[23] Hosseini M, Cox IJ, Milić-Frayling N et al. (2012): On Aggregating Labels from Multiple Crowd Workers to Infer Relevance of Documents. In: Baeza-Yates R, Vries A, Zaragoza H et al. (eds) *Advances in Information Retrieval, vol* 7224, Berlin Heidelberg. Springer, pp 182–194

[24] Howe J (2006): The Rise of Crowdsourcing. http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds.html. Accessed 07 Jun 2013

[25] Ickler H (2010): An Approach for the Visual Representation of Business Models That Integrate Web-Based Collective Intelligence into Value Creation. In: Bastiaens T, Baumöl U, Krämer BJ (eds) *On Collective Intelligence, vol* 76, Berlin / Heidelberg. Springer, pp 25-35

[26] Introne J, Laubacher R, Malone TW (2011): Enabling Open Development Methodologies in Climate Change Assessment Modeling. Software, IEEE 28(6): 56–61

[27] Jiang H, Matsubara S (2012): Improving Crowdsourcing Efficiency Based on Division Strategy. In: *Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), 2012 IEEE/WIC/ACM International Conferences on, vol* 2, pp 425–429

[28] Kapetanios E (2008): Quo Vadis computer science. From Turing to personal computer, personal content and collective intelligence. Data Knowl. Eng. 67(2): 286-292

[29] Khazankin R, Satzger B, Dustdar S (2012): Optimized execution of business processes on crowdsourcing platforms. In: *Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCom), 2012 8th International Conference on*, pp 443–451

[30] Kobti Z, Reynolds RG, Kohler TA (2006): The Emergence of Social Network Hierarchy Using Cultural Algorithms. Int. J. Artif. Intell. T. 15(6): 963–978

[31] Kornrumpf A, Baumöl U (paper to appear at HICSS 2014): A Design Science Approach to Collective Intelligence Systems

[32] Krause J, Ruxton GD, Krause S (2010): Swarm intelligence in animals and humans. Trends. Ecol. Evol. 25(1): 28–34

[33] Kyläheiko K, Jantunen A, Puumalainen K et al. (2011): Value of knowledge—Technology strategies in different knowledge regimes. Int. J. Prod. Econ. 131(1): 273–287

[34] Landwehr P, Spraragen M, Ranganathan B et al. (2013): Games, Social Simulations, and Data--Integration for Policy Decisions: The SUDAN Game. Simulat. Gaming 44(1): 151–177

[35] Lee L, Chen H (2012): Mining search intents for collaborative cyberporn filtering. J. Am. Soc. Inf. Sci. 63(2): 366–376

[36] Leimeister JM (2010): Collective Intelligence. BISE 2(4): 245-248

[37] Levy Y, Ellis TJ (2006): A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. Informing Science Journal 9: 181–212

[38] Liu B, Zhang X, Yu W et al. (2009): Coordinated work of large collections of agents using COllective INtelligence. In: *4th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, 2009. ICIEA 2009.*, pp 667–672

[39] Li W, Seshia SA, Jha S (2012): CrowdMine: towards crowdsourced human-assisted verification. In: Proceedings of the 49th Annual Design Automation Conference, New York, NY, USA. ACM, pp 1254–1255

[40] Lykourentzou I, Papadaki K, Vergados DJ et al. (2010): CorpWiki: A self-regulating wiki to promote corporate collective intelligence through expert peer matching. Inf. Sci 180(1): 18–38

[41] Mayande N, Weber C (2011): Designing virtual social networks for for-profit open innovation. In: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET), 2011 Proceedings of PICMET '11, pp 1–16

[42] Murai F, Rocha AA de A., Figueiredo DR et al. (2012): Heterogeneous download times in a homogeneous BitTorrent swarm. Comput. Netw. 56(7): 1983–2000

[43] Neighbour R, Oppenheimer L, Mukhi SN et al. (2010): Agent based modeling of "crowdinforming" as a means of load balancing at emergency departments. Online J. Public Health Inform. 2(3)

[44] Osipov K, Sukthankar G (2012): Forming Effective Teams from Agents with Diverse Skill Sets. In: International Conference on Social Informatics (SocialInformatics), 2012, pp 44–48

[45] Rutherford A, Cebrian M, Dsouza S et al. (2013): Limits of social mobilization. Proceedings of the National Academy of Sciences 110(16): 6281–6286

[46] Salminen J (2012): Collective Intelligence In Humans: A Literature Review. In: Proceedings CI2012

[47] Sasaki H (2011): Including collective intelligence in human-machine interactive decision-making under time constraints. In: 2011 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC),, pp 1609–1614

[48] Sautter G, Böhm K (2013): High-throughput crowdsourcing mechanisms for complex tasks. Social Network Analysis and Mining: 1–16

[49] Savitskaya I, Ihrig M (2012): Exploring open innovation strategies: a simulation approach. In: Troitzsch K, Mohring M, Lotzmann U (eds) Proceedings of the 26th European Conference on Modelling and Simulation (ECMS 2012), Nottingham, UK. European Council for Modelling and Simulation, pp 71–77

[50] Savitskaya I, Kortelainen S (2012): Innovating within the system: the simulation model of external influences on open innovation process. International Journal of Transitions and Innovation Systems 2(2): 135–150

[51] Scarlat E, Maries I (2010): Simulating Collective Intelligence of the Communities of Practice Using Agent-Based Methods. In: Jędrzejowicz P, Nguyen NT, Howlet R et al. (eds) Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications, vol 6070, Berlin Heidelberg. Springer, pp 305–314

[52] Schut MC (2010): On model design for simulation of collective intelligence. Inf. Sci 180(1): 132- 155

[53] Schutter G De, Theraulaz G, Deneubourg J (2001): Animal-robots collective intelligence. Ann. Math. Artif. Intel. 31(1): 223- 238

[54] Sheremetov L, Rocha-Mier L (2008): Supply chain network optimization based on collective intelligence and agent technologies. Hum. Syst. Manage. 27(1): 31–47

[55] Shoham Y, Powers R, Grenager T (2007): If multi-agent learning is the answer, what is the question? Artif. Intell. 171(7): 365–377

[56] Sie RLL, Bitter-Rijpkema M, Sloep PB (2011): What's in it for me? Recommendation of Peers in Networked Innovation. J. Univers. Comput. Sci. 17(12): 1659–1672

[57] Singh VK, Gautam D, Singh R et al. (2009): Agent-Based Computational Modeling of Emergent Collective Intelligence. In: Nguyen NT, Kowalczyk R, Chen S (eds) Computational Collective Intelligence. Semantic Web, Social Networks and Multiagent Systems, vol 5796, Berlin / Heidelberg. Springer, pp 240- 251

[58] Singh VK, Singh G, Pande S (2013): Emergence, Self-Organization and Collective Intelligence - Modeling the Dynamics of Complex Collectives in Social and Organizational Settings. In: 15th International Conference on Computer Modelling and Simulation (UKSim), 2013 UKSim, pp 182–189

[59] Skrzynski P, Szuba T, Szydło S (2011): Collective Intelligence Approach to Measuring Invisible Hand of the Market. In: Jędrzejowicz P, Nguyen NT, Hoang K (eds) Computational Collective Intelligence. Technologies and Applications, vol 6923, Berlin Heidelberg. Springer, pp 435–444

[60] Stenneth L, Stone W, Alowibdi J: Reducing Travel Time by Incident Reporting via CrowdSourcing. In: Arabnia HR, Clincy VA, Solo AMG (eds) Proceedings of the 2011 International Conference on Internet Computing, ICOMP 2011, pp 350–356

[61] Szuba T, Polański P, Schab P et al. (2011): On efficiency of collective intelligence phenomena. In: Nguyen NT (ed) Transactions on computational collective intelligence III, Berlin, Heidelberg. Springer, pp 50–73

[62] Terna P (2009): The epidemic of innovation – playing around with an agent-based model. Economics of Innovation and New Technology 18(7): 707–728

[63] Torraco RJ (2005): Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. Human Resource Development Review 4(3): 356–367

[64] Viappiani P, Zilles S, Hamilton HJ et al. (2011): Learning complex concepts using crowdsourcing: a Bayesian approach. In: Proceedings of the Second international conference on Algorithmic decision theory, Berlin, Heidelberg. Springer, pp 277–291

[65] Villarroel JA, Taylor JE, Tucci CL (2013): Innovation and learning performance implications of free revealing and knowledge brokering in competing communities: insights from the Netflix Prize challenge. Comput. Math. Organ. Theory 19(1): 42–77

[66] Vom Brocke J, Simons A, Niehaves B et al. (2009): Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: Newell S, Whitley E, Pouloudi N et al. (eds) Proceedings of the ECIS 2009 : 17th European Conference On Information Systems, Verona, pp 2206–2217

[67] Webster J, Watson RT (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MISQ 25(2): xiii–xxiii

[68] Wilde T, Hess T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. Wirtsch. Inform. 49(4): 280–287

[69] Wolpert DH, Tumer K (1999): An Introduction to Collective Intelligence

[70] Yilmaz L (2009): On the Synergy of Conflict and Collective Creativity in Open Innovation Socio-technical Ecologies. In: International Conference on Computational Science and Engineering, 2009. CSE '09., vol 4, pp 502–508

[71] Yücesan E (2013): An efficient ranking and selection approach to boost the effectiveness of innovation contests. IIE Transactions 45(7): 751–762

[72] Zamfirescu C, Candea C (2011): Planning in Collaborative Stigmergic Workspaces. In: Jędrzejowicz P, Nguyen NT, Hoang K (eds) Computational Collective Intelligence. Technologies and Applications, vol 6923, Berlin Heidelberg. Springer, pp 160–169

[73] Zander J, Mosterman PJ (2012): Technical engine for democratization of modeling, simulations, and predictions. In: Proceedings of the Winter Simulation Conference, pp 228:1- 228:14

[74] Zhao Y, Zhu Q (2012): Evaluation on crowdsourcing research: Current status and future direction. Inf. Syst. Front.

[75] Zou G, Yilmaz L (2011): Dynamics of knowledge creation in global participatory science communities: open innovation communities from a network perspective. Comput. Math. Organ. Theory 17(1): 35–58

Ein integrierter Mikroblogging-Ansatz zur Unterstützung verteilter Softwareentwicklungsprojekte

Lars Klimpke

Universität Mannheim, Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik, 68131 Mannheim,
E-Mail: klimpke@uni-mannheim.de

Thomas Kude

Universität Mannheim, Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik, 68131 Mannheim,
E-Mail: kude@uni-mannheim.de

Armin Heinzl

Universität Mannheim, Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik, 68131 Mannheim,
E-Mail: heinzl@uni-mannheim.de

Abstract

Dieser Beitrag verbindet die Themen "Social Computing" und "CSCW", in dem Mikroblogging für Aufgaben der verteilten Softwareentwicklung herangezogen wird. Anhand des kognitiv-affektiven Modells der organisationalen Kommunikation von Te'eni werden Kommunikationsstrategien verteilter Softwareentwickler abgeleitet, mit deren Hilfe die Medien- und Nachrichteneigenschaften gestaltet werden können. Der daraus resultierende Mikroblog-basierte Kommunikationsansatz wird anschließend mit Hilfe eines Werkzeugs realisiert und vorläufig bewertet. Das Werkzeug erlaubt das Mitsenden von Quellcode, das Verknüpfen der Nachrichten im Quelltext sowie eine vollständige Integration von Mikroblogs in einer integrierten Entwicklungsumgebung.

1 Einleitung

Mikroblogging-Werkzeuge werden vermehrt in Unternehmen eingesetzt. Sie ermöglichen das Versenden von Kurznachrichten, die auf einer Zeitleiste dargestellt werden [24]. Damit können Ankündigungen gemacht oder Fragen gestellt werden, zu denen kein Ansprechpartner bekannt ist. Bisherige Untersuchungen fokussieren das Nutzerverhalten in öffentlichen Mikroblogs oder die Nutzung von Mikroblogging für Marketingzwecke [14][24]. Vereinzelt finden sich Studien über unternehmensinternes Mikroblogging [6][23][25]. Diese befassen sich jedoch meist mit der allgemeinen Kommunikation im Unternehmen. Durch die Eigenschaften des Mikroblogging-Konzepts, insbesondere dessen informeller Charakter, die Kürze der Nachrichten sowie die Möglichkeit, sowohl synchron als auch asynchron zu kommunizieren, bietet Mikroblogging großes Potenzial in der verteilten Softwareentwicklung. Dennoch wurde der Einsatz sozialer Medien im Allgemeinen und des Mikrobloggings im Besonderen in der verteilten Softwareentwicklung in der aktuellen Forschung und Praxis bislang unzureichend behandelt.

Diese Lücke greift der vorliegende Beitrag auf. Es wird ein Ansatz vorgestellt, der die Kooperation von verteilt arbeitenden Softwareentwicklern während der Implementierungsphase unterstützt, die im inner- und zwischenbetrieblichen Kontext durchgeführt wird [16] und von einer hohen Reziprozität und Dynamik gekennzeichnet ist. Die Zielsetzung besteht darin, die Konzeption und prototypische Realisierung eines auf Mikroblogs basierenden Kommunikationsansatzes darzustellen [12]. Dieser Ansatz soll das gegenseitige Verständnis der verteilt arbeitenden Akteure verbessern. Akteure erhalten die Möglichkeit, Mikroblogs als komplementäres Medium zu nutzen, um ihren Informationsstand zu verbessern sowie das Wissen anderer Projektbeteiligter zu erschließen. Der Prototyp wird schließlich einer ersten, vorläufigen Bewertung unterzogen.

2 Begriffliche und konzeptionelle Grundlagen

2.1 Mikroblogging

Ein Mikroblog ist ein Kommunikationsmedium, bei dem die Teilnehmer kurze, textbasierte Beiträge teilen. Die Unterschiede zu konventionellen Blogs sind die Begrenzung der Zeichenzahl auf meist 140 Zeichen sowie der Fokus auf aktuelle Informationen, die einen Nachrichtenstrom in Echtzeit erzeugen [3][30][34]. Im Gegensatz zu anderen virtuellen sozialen Netzwerken steht jedoch nicht die Vernetzung, sondern der Nachrichtenaustausch im Vordergrund. Die Beziehung zwischen zwei Nutzern ist dabei nicht zwingend bidirektional. Vielmehr ist es möglich, den Nachrichtenströmen anderer Teilnehmern auf Basis von Abonnements zu folgen, ohne dass der Kommunikationspartner die Verbindung bestätigen muss [26][34]. In Mikroblogs kann durch Einbettung von Hyperlinks auf andere Quellen verwiesen werden. Insofern spricht man auch von Notifikationswerkzeugen [18].

Die Kommunikation kann mittels Mikroblogs sowohl synchron als auch asynchron erfolgen [1][5]. Einerseits ist möglich, ähnlich wie in Instant Messaging-Diensten, synchron zu "chatten", indem sich zwei oder mehr Personen gegenseitig Nachrichten über ihren jeweiligen Strom senden [13][26]. Andererseits können Dialoge über einen längeren Zeitraum asynchron aufrechterhalten werden, indem die einzelnen Nachrichten gespeichert werden und öffentlich einsehbar sind.

Mikroblogs besitzen einen informellen Charakter [35]. Dieser wird durch die Kürze der Nachricht sowie den Schreibstil der Mikroblogger begünstigt. Nicht das sprachliche Ausdrucksvermögen, sondern der Nachrichteninhalt steht im Vordergrund der Kommunikation. Personen, die sich in einer Fremdsprache unsicher fühlen, empfinden es einfacher, Nachrichten zu verfassen. Kulturunterschiede

werden durch den informellen Charakter weniger deutlich [4]. Ein spontaner und ungezwungener Informationsaustausch wird somit begünstigt.

Neben öffentlichen Mikroblogging-Plattformen, wie z.B. Twitter, existiert mittlerweile auch eine zunehmende Anzahl an Mikroblogging-Plattformen für Unternehmen [26]. Diesen wird ein hohes Potenzial für den Wissensaustausch in und zwischen Unternehmen zugeschrieben [20][28]. Böhringer und Richter [2] beschreiben das betriebliche Mikroblogging als *„technologically supported interpersonal interaction utilising short information snippets within a separated information space (i.e. company, department, project) in order to create informal, social, group-structural, and workspace awareness" (*S. 300).

Existierende Studien zur Nutzung von Mikroblogging in und zwischen Organisationen wurden bislang meist in Bezug auf die allgemeine betriebliche Kommunikation oder in Gruppen von Wissenschaftlern durchgeführt [8][14][19][25]. Ein umfassender Ansatz zur Nutzung von Mikroblogging in der Softwareentwicklung existiert bislang nicht, obwohl das Potential solcher und ähnlicher Ansätze diskutiert und bereits erste Konzepte vorgeschlagen wurden. Auf diese wird im Folgenden eingegangen.

2.2 Mikroblogging und verwandte Ansätze in der Softwareentwicklung

Verschiedene Ansätze, die zur Verbesserung der Kommunikation in der Softwareentwicklung vorgeschlagen wurden, bieten ähnliche Funktionalitäten wie das Mikroblogging. So entwickelten Fitzpatrick [7] ein Benachrichtigungssystem, bei dem Chatfunktionen in das Versionierungssystem CVS (Concurrent Version System) integriert werden, um die Informiertheit, Koordination und Kommunikation der Entwickler zu unterstützen. Handel und Herbsleb [11] haben ebenfalls Instant Messaging-Funktionen in eine integrierte Entwicklungsumgebung (engl.: integrated development environment, IDE) eingebettet, um die Informiertheit der Entwickler zu erhöhen. Zudem konnten Sinha et al. [29] ein Werkzeug entwickeln, das die Kollaboration und Informiertheit im verteilten Anforderungsmanagement durch die Unterstützung der informellen Kommunikation verbessern soll. Dieses Werkzeug wurde in die Eclipse IDE integriert und unterstützt die synchrone und asynchrone Kommunikation in Bezug auf Anforderungen.

Auch der Einsatz sozialer Medien wird in der Softwareentwicklung zunehmend diskutiert. So beobachteten Storey et al. [31] einen Trend von integrierten Entwicklungsumgebungen über kollaborative Entwicklungsumgebungen bis hin zu sozialen Entwicklungsumgebungen. Zudem fordern sie eine verstärkte Erforschung der Nutzung sozialer Medien in der Softwareentwicklung.

Reinhardt [22] hat einen Ansatz entwickelt, der Mikroblogging-Funktionen in eine IDE integriert. Dazu wurde eine Schnittstelle zur Twitter-Plattform geschaffen, um ad-hoc-Kommunikation über diese Plattform zu ermöglichen. Auch Guzzi et al. [9] haben ein Werkzeug entwickelt, das einen Mikroblog-ähnlichen Ansatz in die Eclipse IDE integriert, um dadurch Softwareentwicklern zu helfen, den Entwicklungsprozess besser zu verstehen und zu dokumentieren. Das Ziel ist die Unterstützung der Softwarewartung und die Vermeidung des Verlusts von Wissen beim Ausscheiden von Mitarbeitern. Dazu werden Nutzungsinformationen der IDE mit Nachrichten verknüpft.

Neben den vorgenannten Arbeiten wurden auch von der Open-Source-Gemeinschaft einige Werkzeuge entwickelt, die die Twitter-Plattform in die Eclipse IDE integrieren. Beispiele hierfür sind Tweethub, Twitclipse, Twikle, oder Twitterclipse. All diese Werkzeuge bieten Benutzerschnittstellen für Twitter. Ein anderer Ansatz wird vom Werkzeug Snipper verfolgt, mit dessen Hilfe Entwickler Quellcodeausschnitte über die Twitter-Plattform teilen können.

Die vorgestellten Ansätze lassen eine Integration von sozialen Medien in der Softwareentwicklung sinnvoll erscheinen. Allerdings fokussieren sie sich oftmals auf eine Schnittstelle zur öffentlichen Twitter-Plattform. Dabei bleibt das Potential einer durchgängigen Integration des Mikroblogging-Ansatzes in die Aufgaben der Softwareentwicklung weitestgehend ungenutzt. Eine solche Integration verspricht eine verbesserte Kommunikation zwischen Softwareentwicklern und anderen Anspruchsgruppen, was im Rahmen der verteilten Softwareentwicklung von Bedeutung ist [17][21]. Das von Guzzi et al [9] vorgeschlagene Werkzeug erlaubt zwar das Senden und Lesen von Mikroblog-Nachricht innerhalb der IDE und verbindet diese Nachrichten mit Nutzungsinformationen, eine Verknüpfung mit dem tatsächlichen Softwarecode beinhaltet das Werkzeug jedoch bislang nicht. Eine solche Integration zwischen Kommunikationsoberfläche und Codeartefakt ermöglicht eine Kontextualisierung von Informationen und damit eine verbesserte Kommunikation zwischen verteilt arbeitenden Softwareentwickler. Dies wird im nächsten Abschnitt auf Basis existierender Arbeiten zur Kommunikation mit Hilfe von Informationssystemen diskutiert. Basierend auf diesen theoretischen Überlegungen werden Anforderungen an einen integrierten, auf der Mikroblogging-Technologie basierenden Kommunikationsansatz für die Softwareentwicklung abgeleitet.

2.3 Mikroblogging-basierter Kommunikationsansatz in der Softwareentwicklung

Bei der Konzeption eines integrierten Mikroblogging-Ansatzes muss die Frage gestellt werden, welche Kommunikationsstrategien verteilt arbeitende Softwareentwickler verfolgen und welche Medien- und Nachrichteneigenschaften diesen Strategien gerecht werden. Gemäß Te'eni [32] sind die Strategien „Kontextualisierung“ und „Testen durch Anpassen und Kontrolle“ dann geeignet, wenn neuartige, veränderliche und wenig strukturierte Aufgaben zu erfüllen sind, hoher Zeitdruck herrscht, die Aufgabenträger unterschiedliche Qualifikationen bzw. Hintergründe aufweisen und bzgl. der Kommunikation einer hohen Komplexität ausgesetzt sind. Da diese Eigenschaften typisch für verteilte Entwicklungsprojekte sind, sollen sie näher ausgeführt und zur Gestaltung des anzuwendenden Mediums (hier: Mikroblogs) bzw. der verwendeten Nachrichteneigenschaften herangezogen werden.

Die Kommunikationsstrategie „Kontextualisierung“ bezieht sich auf das Bereitstellen von Kontextinformationen in einer Nachricht [33]. In Ergänzung zum Nachrichtentext wird diese durch Kontextinformationen angereichert. Es handelt sich um Informationen, über die der Sender verfügt und die das Verständnis des Empfängers erhöhen [15]. Zudem können Kontextualisierungen Informationen darüber enthalten, in welcher Situation die Nachricht erstellt wurde und wer mit wem, wann und unter welchen Bedingungen kommuniziert [27]. Von besonderer Bedeutung ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Anreicherung von Nachrichtentexten mit Programmcode, da dieser für Softwareentwickler den zentralen Kontext des Nachrichtenaustauschs darstellt.

Bei der Strategie „Kontrolle durch Testen und Anpassen“ spielt der Sender eine aktive Rolle, indem er sicherstellt, dass Kommunikationsprozesse durch Rückkoppelungen effektiv ablaufen [32]. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Sender wiederholt den Empfänger fragt, ob die eigenen Aussagen nachvollziehbar und plausibel sind (d.h. dass die Kommunikation erfolgreich war) und im Falle von Rückmeldungen die Nachricht gemäß der Hinweise des Empfängers entsprechend anpasst [32]. Durch das unmittelbare Feedback wird der Sender in die Lage versetzt, seine Nachricht anzupassen und zu verbessern. Bei ausbleibendem Feedback hat der Sender zusätzlich die Möglichkeit, die Antwort anzumahnen. Basierend auf den herausgearbeiteten Kommunikationsstrategien werden nachfolgend Medien- und Nachrichteneigenschaften behandelt, die diese unterstützen.

Die Kommunikationsstrategie „Kontextualisierung“ erfordert laut Te'eni [32] beim Kommunikationsmedium eine hohe Kapazität des Kommunikationskanals, einen geringen

Formalisierungsgrad der Nachrichten, jedoch einen hohen Organisationsgrad derselben. Damit wird die Voraussetzung geschaffen, Quellcodeausschnitte ohne Formatvorgaben zu versenden. Die Distribution und Anzeige der Nachricht erfolgt nach festgelegten organisatorischen Regeln. Die Kommunikationsstrategie „Kontrolle durch Testen und Anpassen“ impliziert eine hohe Interaktivität des zu gestaltenden Mediums zur Unterstützung der Feedbackschleifen sowie eine gewisse Formalisierung der Nachricht. Letzteres kann durch den Aufbau der Nachricht, wie Betreffzeile, Benennung der Adressaten, eine Problembeschreibung, sowie die Auflistung oder Bewertung von Lösungsoptionen erreicht werden. Die hohe Interaktivität erfordert einerseits eine kurze Nachrichtenlänge, um den Kommunikationsprozess nicht zu behindern [32]. Darüber hinaus ermöglicht eine direkte Einbindung der Kommunikationsoberfläche in die Arbeitsumgebung eine schnelle Interaktion ohne zusätzliche Navigation.

Die beiden dargestellten Kommunikationsstrategien führen zu unterschiedlichen Bedürfnissen bezüglich des Formalisierungsgrads der Nachrichten. Dies soll nachfolgend durch einen hybriden Ansatz gelöst werden, in dem der Nachrichtenaufbau und die Nachrichtenlänge festgelegt werden, die Nachrichteninhalte aber an keinerlei Konventionen gebunden werden.

3 Implementierung des konzipierten Mikroblogging-Ansatzes

Im Folgenden wird gezeigt, wie die dargelegten Kommunikationsstrategien, Medien- und Nachrichteneigenschaften mit einem Werkzeug realisiert werden können. Dieses basiert auf der Open Source Mikroblogging-Plattform status.net, um verfügbare Standardfunktionen nicht "wiedererfinden" zu müssen. Die nachfolgende Darstellung beschränkt sich auf die neuen Funktionen des Werkzeugs, also auf das Mitsenden von Quellcode, das Verknüpfen von Nachrichten im Quelltext und die Integration des Werkzeugs in die IDE. Als Zielumgebung, für die das Plug-ins bestimmt ist, wurde Eclipse ausgewählt.

Der wichtigste Bestandteil des Eclipse-Plugins ist eine Benutzerschnittstelle zur Web-Anwendung. Nach erfolgreicher Installation und Konfiguration wird in einem neuen Reiter im unteren Bereich der IDE der private Nachrichtenstrom des Nutzers angezeigt (vgl. Bild 1). Dieser enthält die gleichen Informationen wie die Web-Anwendung, d.h. es werden der Nutzername des Absenders, die Nachricht, der Zeitpunkt des Absendens und die Nachrichtenquelle angezeigt. Zusätzlich wird die Klasse angezeigt, aus der die Nachricht abgeschickt wurde. Auf diese Funktion wird im Verlauf dieses Abschnitts eingegangen. Um die Datenlast zu reduzieren, werden 20 Nachrichten auf einmal geladen und angezeigt. Durch die beiden Pfeiltasten im oberen rechten Bereich kann zu älteren und neueren Nachrichten navigiert werden. Mit Hilfe der Home-Taste (das Haussymbol links von den Pfeiltasten) kann direkt zu den aktuellsten Nachrichten gesprungen werden. Auf welcher Seite dieser 20-Nachrichten-Blöcke man sich befindet, wird durch die Angabe der Seite links von der Home-Taste angezeigt (in Bild 1 wird dies durch „Page: 1“ kenntlich gemacht).

Eine weitere Kernfunktion des Plug-ins ist das Versenden von Nachrichten aus der Arbeitsumgebung der Entwickler. Dadurch soll diesen die Kommunikation erleichtert und die Publikationsfrequenz gesteigert werden, um die Informiertheit der anderen Projektbeteiligten zu erhöhen. Wenn eine Nachricht aus dem Plug-in versendet wird, wird sowohl im integrierten Nachrichtenstrom als auch in der Web-Anwendung als Quelle (Source) der Name des verwendeten Werkzeugs angezeigt. Im Beispiel ist das Eclipse@home, um zu signalisieren, dass die Nachricht von einem Heimarbeitsplatz aus gesendet wurde. Auch diese zusätzlichen Meta-Informationen unterstützen die Kontextualisierung und verbessern den Informationsstand der verteilt arbeitenden Akteure, da so zum einen herausgestellt

wird, welches Medium zurzeit genutzt wird, und zum anderen gezeigt wird, dass der entsprechende Entwickler zurzeit an codebezogenen Aufgaben arbeitet. Durch die Integration der Mikroblogs in die IDE ist es für Entwickler möglich, ohne Medienbruch (d.h. ohne die übliche Arbeitsumgebung verlassen zu müssen) über die für sie relevanten Nachrichten im Unternehmen oder in ihren Projekten informiert zu bleiben bzw. selbst Nachrichten zu verfassen. Genauso wie in der Web-Anwendung ist es auch im Eclipse-Plug-in möglich, Nachrichten weiterzugeben oder auf Nachrichten zu antworten. Dazu genügt ein Rechtsklick auf die entsprechende Nachricht und die Auswahl der gewünschten Funktion. Dies ist ebenfalls in Bild 1 dargestellt.

Auch die oben vorgestellte Konversationsansicht wird durch das Eclipse-Plug-in unterstützt. Diese wird in einem Pop-up dargestellt und kann durch einen Doppelklick auf eine der zur entsprechenden Konversation gehörenden Nachrichten aufgerufen werden. Oberhalb der Konversation wird auch der Avatar des Verfassers der ausgewählten Nachricht angezeigt (vgl. Bild 2).

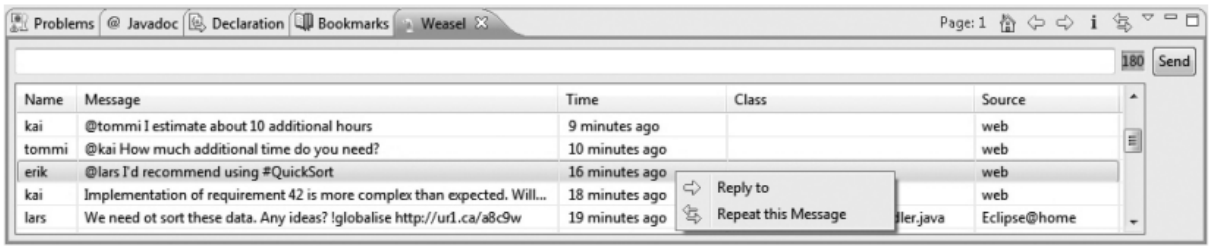


Bild 1: Darstellung des Nachrichtenstroms

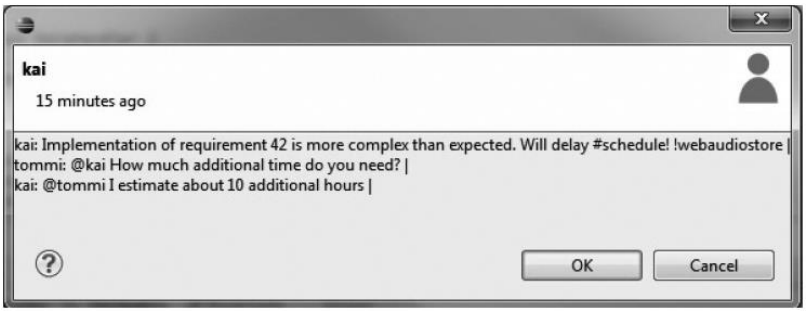


Bild 2: Konversation anzeigen

Neben der Anzeige des Nachrichtenstroms und der vorgenannten Möglichkeit Nachrichten zu verfassen, bietet das Plug-in die Möglichkeit, Nachrichten direkt aus dem Code heraus zu versenden. Im Folgenden wird dies an einem einfachen Beispiel demonstriert. Bild 3 zeigt die Klasse DataHandler, die im Konstruktor ein Array mit drei Zahlen initialisiert. Dabei wird davon ausgegangen, dass der für diese Klasse zuständige Entwickler das Array "array1" aufsteigend sortieren möchte. Allerdings ist er sich nicht sicher, welcher Sortieralgorithmus für dieses Problem am geeignetsten ist. Zudem ist ihm nicht bekannt, wer der richtige Ansprechpartner für dieses Problem ist. Mittels des vorliegenden Plug-ins erhält er die Möglichkeit, eine Nachricht direkt aus dem Code an seine Abonnenten zu schicken. Dazu genügt ein Rechtsklick auf die Zeile, aus der die Nachricht gesendet werden soll. Anschließend kann die entsprechende Funktion im Kontextmenü ausgewählt werden (vgl. Bild 3).

Daraufhin wird ein neues Fenster eingeblendet, in dem die Nachricht eingegeben werden kann (vgl. das Fenster im unteren Teil von Bild 4). Neben dem Eingabefeld wird darauf hingewiesen, wie viele

Zeichen dem Verfasser der Nachricht noch zur Verfügung stehen. Zudem kann der Verfasser entscheiden, ob er Kontextinformationen in Form von Quellcodeausschnitten an die Nachricht anhängen möchte. Sollte dies nicht der Fall sein, dann kann die Nachricht direkt abgesendet werden. Anschließend wird die Nachricht an der entsprechenden Stelle im Quellcode angezeigt. Wenn der Verfasser der Nachricht jedoch einen Quellcodeausschnitt anhängen möchte, dann kann er den Haken auf der rechten Seite des Eingabefensters aktivieren und in den entsprechenden Feldern eintragen, wie viele Zeilen vor und wie viele Zeilen nach der entsprechenden Codezeile mitgesendet werden sollen.

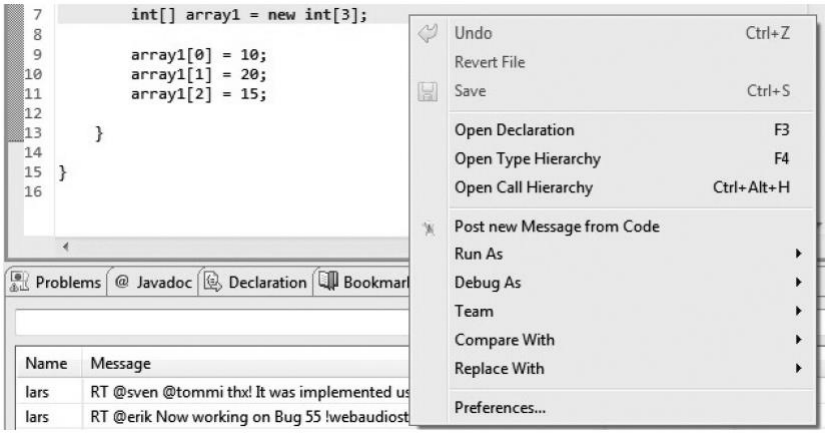


Bild 3: Kontextmenü

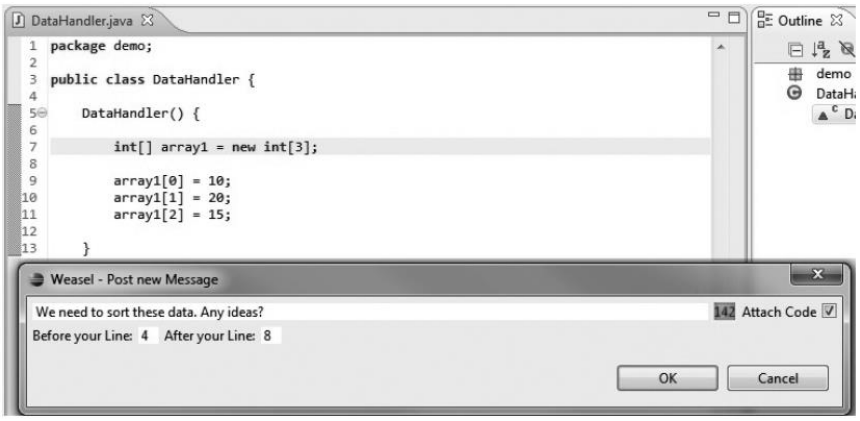


Bild 4: Senden einer Nachricht aus dem Quellcode

In der Eclipse IDE wird auf zwei Arten kenntlich gemacht, dass die Nachricht aus dem Code versendet wurde. Bild 5 zeigt beide Darstellungsformen. Zum einen wird in der entsprechenden Codezeile mit einem neuen Symbol angezeigt, dass von dieser Stelle aus eine Nachricht versendet wurde. In einem Mouseover-Menü wird die zugehörige Nachricht an dieser Stelle eingeblendet. Mögliche Antworten auf diese Nachricht werden ebenfalls an dieser Stelle angezeigt. Somit werden zum einen die Nachvollziehbarkeit erhöht und Begründungen (engl. rationales) der Entwickler dokumentiert.

Zum anderen wird in der Zeitleiste eingeblendet, aus welcher Klasse die Nachricht verschickt wurde (vgl. die vierte Spalte in Bild 5). Dadurch können Entwickler im Projekt unmittelbar sehen, in welcher Klasse Diskussionsbedarf besteht. Sie sind in der Lage, sich ohne weitere Rückfragen bezüglich des Kontexts der Nachricht weitere Informationen zur Beantwortung der entsprechenden Frage einzuholen. Da die Nachrichten, die aus dem Quellcode versendet wurden, als Lesezeichen mit der

entsprechenden Codezeile verknüpft werden, kann über einen Doppelklick auf das Lesezeichen in der Eclipse IDE zur betroffenen Stelle im Code gesprungen werden.

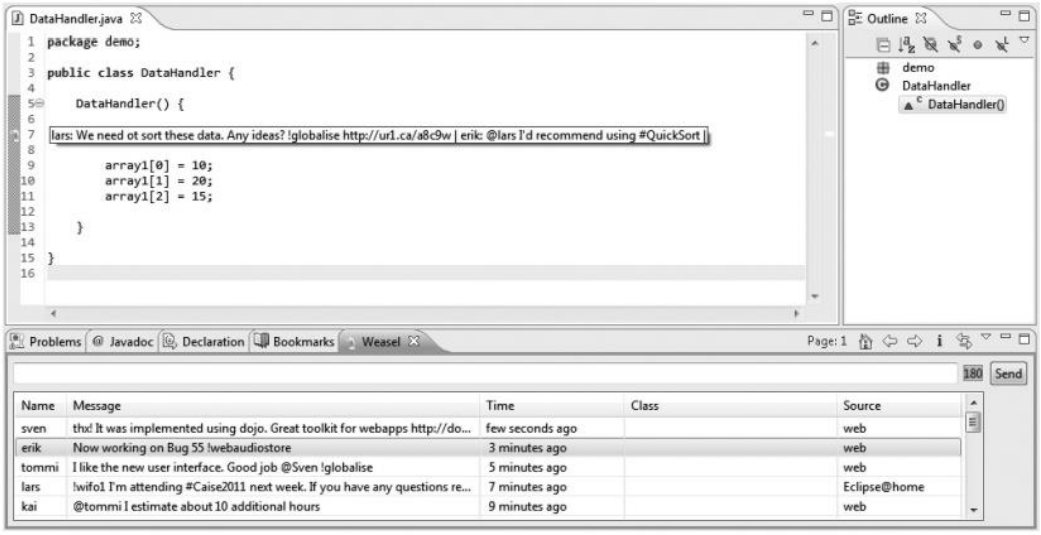


Bild 5: Nachricht im Code anzeigen

Für Nachrichten, die aus dem Quellcode versendet wurden, wird diese Information ebenfalls in der Web-Anwendung eingeblendet. Dadurch wird es Mitarbeitern, die die Nachricht über diese Benutzerschnittstelle bekommen, erleichtert, informiert zu bleiben, an welchem Problem und in welcher Klasse zurzeit gearbeitet wird. Bild 6 zeigt die Darstellung dieser Information in der Web-Anwendung. Die Abbildung zeigt auch, wie mitgesendete Kontextinformationen eingebettet werden. Neben den bekannten Symbolen rechts von der Nachricht existiert bei jenen Nachrichten, bei denen Quellcodeausschnitte mitgesendet wurden, ein Button mit einem Raute-Zeichen. Mit diesem kann der Quellcode in einem Pop-up-Fenster über dem eigentlichen Nachrichtenstrom angezeigt werden. Bild 7 zeigt diese Anzeige für das oben angeführte Beispiel. Um die Lesbarkeit des mitgesendeten Quellcodes zu verbessern, wird der im Pop-up-Fenster eingeblendete Ausschnitt mittels Syntaxhervorhebungen (eng. syntax highlighting) formatiert. Mit Hilfe der so dargestellten Kontextinformationen ist es jenen Projektbeteiligten möglich, die nicht mit Implementierungsaufgaben beschäftigt sind, die konkrete Frage besser zu verstehen und zu beantworten.

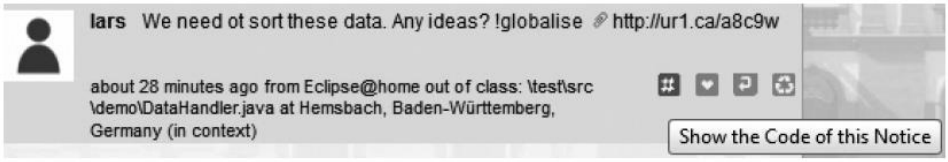


Bild 6: Nachricht im Kontext anzeigen

Bild 7: Quellcodeauschnitt anzeigen

4 Vorläufige Evaluation des entwickelten Ansatzes

Die Evaluation von Artefakten im Rahmen eines konstruktionsorientierten Forschungsansatzes hat nach Hevner et al. [12] das Ziel, die Qualität, Nützlichkeit und Wirksamkeit des entwickelten Artefakts einer Überprüfung zu unterziehen. Im Rahmen des hier vorgestellten Projekts konnten bisher die Qualität des Werkzeugs im Sinne der Funktionsfähigkeit und Bedienbarkeit sowie die grundsätzliche Nützlichkeit untersucht werden. Dies führte zu Erweiterungs- und Verbesserungsmöglichkeiten, die teilweise bereits umgesetzt werden konnten. Eine Evaluation der Wirksamkeit des vorgeschlagen integrierten Kommunikationsansatzes im Rahmen eines Experiments sowie der prototypische Einsatz im betrieblichen Umfeld steht derzeit noch aus.

Um die Funktionsfähigkeit und Bedienbarkeit des Werkzeugs sicherzustellen, wurde eine frühe Version im Rahmen von studentischen Projekten einer Lehrveranstaltung zur globalen, verteilten Softwareentwicklung im Masterstudiengang Wirtschaftsinformatik testweise eingesetzt. Ziel war die Entwicklung einer Java-basierten Softwarelösung für einen Musikstreaming-Dienst. Mit den Erfahrungen der studentischen Entwickler konnten neue Anforderungen (beispielsweise in Bezug auf die Anordnung von Schaltflächen) identifiziert werden. Zudem konnten Fehler im Code gefunden und die Dokumentation in Form einer Installations- und Nutzungsanleitung verbessert werden.

Um die Nützlichkeit des Werkzeugs zu ermitteln, wurde nach Abschluss der Entwicklung eine Befragung in einem mittelständischen Unternehmens durchgeführt, deren Tagesgeschäft die verteilte Softwareentwicklung ist. Das betreffende Unternehmen agiert als Nearshoring-Anbieter. Am deutschen Standort sind ca. 20 Mitarbeiter im Projektmanagement tätig, die anderen 100 Mitarbeiter arbeiten als Entwickler an drei verschiedenen Standorten in Osteuropa. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Interviewpartner.

ID	Position	Ort	Erfahrung in Jahren	Abgeschlossene Projekte
M1	Projektmanager	D	5	>100
M2	Projektmanager	D	4	50
M3	Leiter Operations	D	7	30
M4	Projektmanager	D	7	10
M5	Projektmanager	D	2	35
M6	Creative Director	OE1	10	>100
M7	Projektmanager	D	11	40
E1	Senior iOS Developer	OE2	6	>20
E2	.net Developer	OE2	6	15

Tabelle 1: Übersicht der Interviewpartner (D: Deutschland; OE1, OE2: Osteuropäische Standorte)

Im Rahmen der Interviews wurde vorab eine Einführung in die vorgestellten Funktionen des Werkzeugs durchgeführt, wobei sowohl auf die Web-Anwendung als auch das Eclipse-Plug-in umfassend eingegangen wurde. Die Interviewpartner wurden anschließend gebeten, die Eignung des Ansatzes zu bewerten und Hinweise auf Herausforderungen sowie Verbesserungsvorschläge zu unterbreiten. Sämtliche Interviews wurden aufgenommen und transkribiert.

Alle Interviewpartner äußerten, dass das Werkzeug für den Einsatz im Unternehmen geeignet sei. Zwei Experten betonten, dass man nicht auf einen Zugang zur Kommunikationsplattform festgelegt wird. Nicht-technische Akteure könnten über das Web-Interface oder ein mobiles Endgerät auf die Daten zugreifen, die Entwickler über das Plug-in aus der IDE. Daher halten diese Befragten den Ansatz für sinnvoll und bewerten die Eignung für das eigene Unternehmen positiv. Andere Mitarbeiter ergänzten, dass ihr Unternehmen sehr stark mit verteilten Teams arbeitet, für die das Werkzeug hilfreich sei. Durch den medienbruchfreien Zugang zu der Plattform sei die Publikationshürde von Nachrichten gering.

Die Präsentation des Kontexts einer Nachricht wird als relevant und nützlich angesehen. Neben der Darstellung von Code wünschen mehrere Fachexperten, dass weitere Darstellungsformen für Kontextinformationen angeboten werden. So könnte es sinnvoll sein, auch Screenshots mit der Nachricht zu senden. Die Integration des Mikroblogging in weitere Werkzeuge wird von mehreren Fachexperten gewünscht. So könnte man ein Ticketingsystem oder ein Anforderungsmanagementsystem ebenso mit der Plattform verknüpfen, um ebenfalls die Vorteile des vorgestellten Ansatzes zu realisieren. Zwei Entwickler wünschen sich zudem eine Integration in andere Werkzeuge wie Skype und öffentliche Entwicklerforen, wie beispielsweise „StackOverflow“.

Andere Experten setzten das Werkzeug in Bezug zu den verfügbaren Kommunikationsmitteln im Unternehmen. Bei diesen könne man Kontextinformationen nur schlecht teilen, was als Problem gesehen wurde. Für die Kommunikation zwischen den Entwicklern sei das Werkzeug daher sehr gut geeignet, insbesondere weil Diskussionen im Code festgehalten werden. Der Ansatz müsste allerdings zusätzlich zu den bestehenden Werkzeugen genutzt werden, da diese in der Kommunikation nicht ersetzt werden können. Deren Nutzung darf einerseits nicht abgeschwächt, Informationen sollen andererseits nicht redundant gespeichert werden. Einer der Interviewpartner gibt zudem zu bedenken, dass bei kurzen Projekten (mit einer Dauer von weniger als zwei Wochen) der Werkzeugeinsatz nicht erforderlich sei.

Für einige der Befragten ist die Schulung der Nutzer eine Herausforderung. Damit könne festgelegt werden, welche Inhalte über die Plattform auszutauschen sind. Da man nicht wisse, welche Mitarbeiter die Nachrichten lesen, habe man keine Garantie, ob die richtigen Adressaten erreicht werden. Daher sei die Ausarbeitung von Richtlinien zweckmäßig, die in Schulungen vermittelt werden. Einige Experten sehen den Wandel des Kommunikationsverhaltens als herausfordernd an. Dadurch, dass Nachrichten einen breiten Adressatenkreis haben und nicht personalisiert sind, müsse sich jeder Nutzer im Klaren sein, welche Informationen über den Mikroblog veröffentlicht werden sollen.

Mehrere Fachexperten schlagen darüber hinaus vor, die Nachrichten farbig zu markieren, um schneller einen Überblick gewinnen zu können, welche Nachrichten von welcher Person stammen oder um positive oder negative Nachrichten unterscheiden zu können. Andere Experten wünschen sich die Möglichkeit, die Nachrichten nach Absendername und Datum zu sortieren. Zudem wäre es sinnvoll, Nachrichten direkt an Personen zu adressieren, um so die Informationsüberlastung von nicht betroffenen Entwicklern zu reduzieren. Ein Projektleiter schlägt vor, Nachrichten als verbindlich zu markieren, um so die Antwortwahrscheinlichkeit zu erhöhen. Aus Sicht anderer Experten wäre es

außerdem hilfreich, wenn Projektbeteiligte, die Antworten zu codebezogenen Fragen liefern, die Änderungen am Code aus der Web-Anwendung heraus selbst vornehmen könnten. Ein Projektleiter schlägt zudem vor, die Plattform für Kunden zu öffnen. Wenn diese auf die Plattform zugreifen, dann könnten sie den aktuellen Status erfassen. Dazu wäre allerdings ein neues Rechtekonzept erforderlich, da das Werkzeug auf die Kommunikation in allen Softwareentwicklungsprojekten eines Unternehmens abzielt, die vertrauliche unternehmensinterne Informationen umfassen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurde Mikroblogging zur Unterstützung der Aufgaben in der verteilten Softwareentwicklung herangezogen. Zu diesem Zweck wurde die Forschungslücke herausgearbeitet und auf der Basis des Modells von Te'eni die effiziente Kommunikationsstrategien verteilter Softwareentwickler identifiziert. So konnten wiederum die erforderlichen Medien- und Nachrichteneigenschaften abgeleitet werden. Anschließend wurden die konzeptionellen Überlegungen mit Hilfe eines Werkzeugs realisiert, das auf Basis von status.net erstmalig das Mitsenden von Quellcode, das Verknüpfen der Nachrichten im Quelltext sowie eine vollständige Integration in eine IDE ermöglicht. Abschließend wurde eine erste Überprüfung der Qualität und Nützlichkeit des mit Hilfe des vorgestellten Werkzeugs realisierten Kommunikationsansatzes in Studentenprojekten sowie anhand einer Expertenbefragung in einem Unternehmen der verteilten Softwareentwicklung vorgenommen. Insofern erscheint es gelungen, die zwei "Welten" Softwareentwicklung und soziale Medien synergetisch zu verbinden.

In konzeptioneller Hinsicht ist anzumerken, dass aus Platzgründen nur Teile des Modells von Te'eni einbezogen werden konnten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieses Modell zwar auf anerkannten Theorien basiert (insbesondere die Theorie des kommunikativen Handels von Habermas [10]), aber weitgehend konzeptioneller Natur ist, d.h. eine empirische Validierung noch aussteht.

Als technische Einschränkung kann angeführt werden, dass der entwickelte Prototyp die Verwendung der Programmiersprache Java voraussetzt. Java wird einerseits eine große Bedeutung zugeschrieben, andererseits gibt es viele Projekte, die andere Programmiersprachen verwenden. Zudem existieren neben Eclipse weitere integrierte Entwicklungsumgebungen für Java-Projekte. Für die prototypische Realisierung eines Kommunikationsansatzes sind diese Einschränkungen zwar vernachlässigbar; vor einer breiten Einführung des Ansatzes sollten jedoch weitere Programmiersprachen und weitere Entwicklungsumgebungen unterstützt werden.

Die durchgeführte Evaluation kann nicht darüber hinwegtäuschen, dass diese ein Vorstadium repräsentiert. Sie erfolgte rein deskriptiv und berücksichtigte bisher lediglich die Qualität – im Sinne der Funktionsfähigkeit und Bedienbarkeit – sowie die generelle Nützlichkeit des Ansatzes. Eine systematische Evaluierung der Wirksamkeit des Ansatzes im Sinne der von Te'eni vorgeschlagenen Kommunikationswirkungen ist jedoch unabdingbar und steht bislang noch aus. Diese kann sowohl durch Experimente als auch durch eine prototypische Nutzung im betrieblichen Umfeld erfolgen. Neben einer abschließenden Beurteilung des vorgestellten Ansatzes kann eine solche vollständige Evaluation des Werkzeugs zu einem besseren Verständnis der Ursachen für die Kommunikationswirkungen beitragen.

6 Literatur

[1] Black, S.; Jacobs, J. (2010): Using Web 2.0 to Improve Software Quality. In: *Proceedings of the 1st Workshop on Web 2.0 for Software Engineering.*

[2] Böhringer, M.; Richter, A. (2009): Adopting Enterprise 2.0: A Case Study on Microblogging. In: Wandtke, H.; Kain, S.; Struve, D. (Hrsg), *Mensch & Computer*. Oldenbourg, München.

[3] Böhringer, M.; Richter, A.; Koch, M. (2009). Awareness 2.0 - Ein Anwenderbeispiel Von Microblogging Im Unternehmen. Information - Wissenschaft & Praxis (60): 209-213.

[4] Carmel, E.; Agarwal, R. (2001): Tactical Approaches for Alleviating Distance in Global Software Development. IEEE Software (18:2): 22-29.

[5] Dennis, A.R.; Fuller, R.M.; Valacich, J.S. (2008): Media, Tasks, und Communication Processes: A Theory of Media Synchronicity. MIS Quarterly (32:2): 575-600.

[6] Ehrlich, K.; Shami, N.S. (2010): Microblogging inside und Outside the Workplace. In: *Proceedings of the 4th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media.*

[7] Fitzpatrick, G.; Marshall, P.; Phillips, A. (2006): CVS Integration with Notification and Chat: Lightweight Software Team Collaboration. In: *Proceedings of the 2006 20th Anniversary Conference on Computer Supported Cooperative Work*.

[8] Günther, O.; Krasnova, H.; Riehle, D.; Schöndienst, V (2009). Modeling Microblogging Adoption in the Enterprise. In: *Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems*.

[9] Guzzi, A.; Pinzger, M.; van Deursen, A (2010): Combining Micro-Blogging and Ide Interactions to Support Developers in Their Quests. In: *IEEE International Conference on Software Maintenance*.

[10] Habermas, J. (1987) "The Theory of Communicative Action: Lifeworld and Social System, Volume 2. Beacon Press, Boston.

[11] Handel, M.; Herbsleb, J.D. (2002): What Is Chat Doing in the Workplace?. In: *Proceedings of the 2002 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*.

[12] Hevner, A.R.; March, S.T.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly (28:1): 75-105.

[13] Honeycutt, C.; Herring, S.C. (2009): Beyond Microblogging: Conversation and Collaboration via Twitter. In: *Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences*.

[14] Java, A.; Song, X.; Finin, T.; Tseng, B. (2007): Why We Twitter: Understanding Microblogging Usage and Communities. In: *Proceedings of the 9th WebKDD and 1st SNA-KDD 2007 Workshop on Web Mining and Social Network Analysis*.

[15] Katz, A.; Te'eni, D. (2007): The Contingent Impact of Contextualization on Computer-Mediated Collaboration. Organization Science (18:2): 261-279.

[16] Klimpke, L.; Kramer, T.; Betz, S.; Nordheimer, K. (2011): Globally Distributed Software Development in Small and Medium-Sized Enterprises in Germany: Reasons, Locations, and Obstacles. In: *Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems (ECIS).*

[17] Lanubile, F.; Ebert, C.; Prikladnicki, R.; Vizcaino, A. (2010): Collaboration Tools for Global Software Engineering. IEEE Software (27:2): 52-55.

[18] McFedries, P. (2007): Technically Speaking: All a-Twitter. IEEE Spectrum (44:10): 84.

[19] Meyer, P.; Dibbern, J. (2010): An Exploratory Study About Microblogging Acceptance at Work. In: *Proceedings of the 16th Americas Conference on Information Systems*.

[20] Pahlke, I. (2012): Leveraging Social Capital in the Virtual Work Environment? Knowledge Exchange through Social Media Platforms. In: *Proceedings of the 20th European Conference on Information Systems*.

[21] Prikladnicki, R.; Marczak, S.; Carmel, E.; Ebert, C. (2012): Technologies to Support Collaboration across Time Zones. IEEE Software (29:3): 10-13.

[22] Reinhardt, W. (2009): Communication Is the Key - Support Durable Knowledge Sharing in Software Engineering by Microblogging. In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Software Engineering within Social Software Environments*.

[23] Richter, A.; Koch, M. (2009): Zum Einsatz von Social Networking Services im Unternehmen. In: *Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*.

[24] Riemer, K.; Altenhofen, A.; Richter, A. (2011): What Are You Doing? - Enterprise Microblogging as Context Building. In: *Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems*.

[25] Riemer, K.; Richter, A. (2010): Tweet Inside: Microblogging in a Corporate Context. In: *Proceedings 23rd Bled eConference eTrust: Implications for the Individual, Enterprises and Society*.

[26] Riemer, K.; Richter, A; Böhringer, M. (2010). Enterprise Microblogging. Business & Information Systems Engineering (BISE) (2:6): 391-394.

[27] Schwartz, D.G.; Te'eni, D. (2000): Tying Knowledge to Action with kMail. IEEE Intelligent Systems and their Applications (15:3): 33-39.

[28] Seebach, C. (2012): Searching for Answers - Knowledge Exchange through Social Media in Organizations. In: *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*.

[29] Sinha, V.; Sengupta, B.; Chandra, S. (2006): Enabling Collaboration in Distributed Requirements Management. IEEE Software (23:5): 52-61.

[30] Stocker, A.; Müller, J. (2011): Microblogging Als Baustein Im IT-gestützten Wissensmanagement von Siemens BT. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik (277): 38-50.

[31] Storey, M.-A.; Treude, C.; van Deursen, A.; Cheng, L.-T. (2010): The Impact of Social Media on Software Engineering Practices and Tools. In: *Proceedings of the FSE/SDP Workshop on Future of Software Engineering Research*.

[32] Te'eni, D. (2001): Review: A Cognitive-Affective Model of Organizational Communication for Designing IT. MI.S Quarterly (25:2): 251-312.

[33] Te'eni, D.; Sagie, A.; Schwartz, D.G.; Zaidman, N.; Amichai-Hamburger, Y. (2001). The Process of Organizational Communication: A Model and Field Study. IEEE Transactions on Professional Communication (44:1): 6-20.

[34] Ye, Q.; Fang, B.; He, W.; Hsieh, J.J.P.-A. (2012): Can Social Capital Be Transfered Cross the Boundary of the Real and Virtual Worlds? An Empirical Investigation of Twitter. Journal of Electronic Commerce Research (13:2): 145-156.

[35] Zhang, J.; Qu, Y.; Hansen, D. (2010): Modeling User Acceptance of Internal Microblogging at Work. In: *Proceedings of the CHI 2010 Workshop on Microblogging*.

Mehrwerte von Intranet Social Software – Status quo in der Wissenschaft

Christian Meske

Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster,
E-Mail: christian.meske@uni-münster.de

Stefan Stieglitz

Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster,
E-Mail: stefan.stieglitz@uni-münster.de

David Middelbeck

Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster,
E-Mail: david.middelbeck@uni-münster.de

Abstract

Nachdem sich die private Nutzung von Social Media in den letzten Jahren stark verbreitet hat, haben sich nunmehr auch Unternehmen verstärkt mit den Potenzialen sowohl der kundenorientierten (Facebook, Twitter etc.) als auch der intraorganisationalen (Wikis, Blogs, etc.) Einsatzmöglichkeiten auseinandergesetzt. Nach wie vor ist jedoch nicht endgültig geklärt, welche Mehrwerte insbesondere der interne Einsatz von Social Media mit sich bringt und wie dieser gemessen werden kann. In diesem Artikel blicken wir auf die bisher stattgefundene Diskussion zu diesem Thema zurück und diskutieren den aktuellen Stand in diesem Forschungsgebiet. Der Artikel zeigt, dass die Mehrwertmessung des Einsatzes von Social Media problematisch ist und bleiben wird, jedoch sowohl für die Wissenschaft als auch die Praxis von hoher Bedeutung ist.

1 Einleitung

Wie Studien der jüngeren Vergangenheit zeigen, setzen immer mehr Großunternehmen sowie kleine und mittlere Unternehmen (KMU) Social Media für ihre Zwecke ein [7, 23]. Unter Social Media werden solche Anwendungen verstanden, die über das Internet bzw. Intranet zugänglich sind und die Vernetzung und Kommunikation zwischen Nutzern sowie das Erstellen und Veröffentlichen von nutzer-generierten Inhalten unterstützen. Diese sozialen Medien bieten unternehmensexterne (bspw. kundengerichtete) ebenso wie unternehmensinterne bzw. intraorganisationale Einsatzmöglichkeiten. Zu ersteren zählen Marketing und Marktforschung, Kundenbindung, Open Innovation oder Issue Management. Der interne Einsatz von Social Media zielt hingegen darauf ab, z.B. das Wissens- und Informationsmanagement zu verbessern, die Mitarbeiter stärker miteinander zu vernetzen oder Prozesse und Workflows zu optimieren. Dieser Artikel bezieht sich ausschließlich auf den zuletzt genannten, intraorganisationalen Einsatz von Social Media, der sogenannten Intranet Social Software (ISS) [30]. Diese können sowohl separat z.B. in Form von Wikis oder Microblogs als auch im Rahmen einer ganzheitlichen Social Business Suite (z.B. IBM Connections, Microsoft Sharepoint) eingesetzt werden.

Trotz der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten wirft der Einsatz von ISS jedoch Probleme auf: so sind die durch die Einführung und Nutzung angestrebten Mehrwerte nur schwer quantifizierbar und darüber hinaus nur bedingt monetarisierbar. Dadurch ergibt sich für die ISS-Verantwortlichen ein Argumentationsproblem, da Investitionen in Informationstechnologie gegenüber dem Top-Management i.d.R. mit der Aussicht auf konkrete Mehrwerte begründet werden müssen [35]. Insbesondere sind Argumente dafür notwendig, Geld zu investieren und die IT-Infrastruktur oder Arbeitsabläufe durch die Einführung von Social Media zu verändern.

In der Wissenschaft werden die mangelnden und bisher weitestgehend unbefriedigenden Möglichkeiten der Mehrwertmessung diskutiert [28]. Vielfach wird hier das Ziel verfolgt, allgemeingültige und quantifizierbare Maßstäbe für einen „Return on Investment“ (ROI) oder „Adding Business Value“ zu ermitteln. In diesem Beitrag stellen wir die Forschungsfrage, ob die aktuelle Literatur zu diesem Thema eine zu einseitige Sichtweise einnimmt und ob die Suche nach einem messbaren Mehrwert vor dem Hintergrund der Kerneigenschaften von Social Media eine grundsätzlich sinnvolle ist.

Dieser Artikel soll daher mit Hilfe eines umfassenden Literaturreviews die wissenschaftliche Diskussion zu Mehrwerten der intraorganisationalen Social-Media-Nutzung und vorgeschlagenen Messverfahren wiedergeben sowie kritisch hinterfragen. Hierbei stehen im Detail folgende Fragen im Fokus: 1) Seit wann und wie werden Mehrwerte von ISS in der Wissenschaft diskutiert? Welche Mehrwerte werden schwerpunktmäßig gesehen und welche Messverfahren angewendet? Zunächst wird im folgenden Kapitel die Vorgehensweise im Rahmen der Literaturrecherche erläutert. Im darauf folgenden Kapitel wird der wissenschaftliche Diskurs bzgl. der Mehrwertmessung von Social Media sowohl inhaltlich als auch chronologisch nachgezeichnet und anschließend reflektiert. Der Artikel endet mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

2 Untersuchungsvorgehen

Während bereits ausführliche Vorarbeiten zum Stand der Forschung zu ISS existiert und in den letzten Jahren einige Literaturrecherchen zu diesem Thema durchgeführt wurden [31, 39, 41], mangelt es derzeit an einem umfassenden Überblick zu den Perspektiven hinsichtlich der Messung von

Mehrwerten. Der bestehende Anteil der Literatur, der sich bisher direkt mit der Mehrwertmessung befasst, fokussiert sich zumeist auf die Entwicklung neuer Frameworks zur Messung, erwähnt in den Grundlagen jedoch oft nur die Vorarbeit einiger weniger Autoren.

In einem ersten Schritt wurde daher eine extensive Literaturrecherche durchgeführt, um die vorhandene Literatur in Bezug auf die Mehrwertmessung von ISS in der Domäne der Wirtschaftsinformatik aus dem derzeitigen Wissensbestand zu extrahieren und systematisch zu erfassen. Die methodologische Vorgehensweise für die Identifikation relevanter Literatur orientiert sich dabei an der von [3] vorgeschlagenen Methodik zur Durchführung von Literaturanalysen in der Wirtschaftsinformatik.

Dementsprechend wurden zunächst die Quellen zur Durchführung der Suche bestimmt. Hierzu wurden sowohl domänenspezifische als auch interdisziplinäre elektronische Datenbanken ausgewählt (siehe Tabelle 1). Letztere dienten unter anderem dazu, vorhandene Literatur aus anderen Disziplinen zu den gesuchten Konzepten in die Suche zu integrieren und somit der interdisziplinären Natur des Forschungsgebietes der Wirtschaftsinformatik Rechnung zu tragen [18, 3].

Als nächster Schritt wurde für die methodische Extraktion relevanter Literatur eine konkrete Suchstrategie entwickelt. Hierfür wurde zunächst der zeitliche und räumliche Rahmen für die Auswahl der Literatur definiert. Als Beginn des Untersuchungszeitraums wurde das Jahr 2006 gewählt, in dem das Forschungsfeld unter dem Begriff Enterprise 2.0 eingeführt wurde [21] und sich seitdem immer stärker etabliert hat. Des Weiteren wurde sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene nach Publikationen gesucht, die sich direkt (als Hauptgegenstand der Publikation) oder indirekt (als Nebendiskussion) mit ISS-Mehrwerten und entsprechenden Messverfahren auseinandersetzen. Zu Letzteren zählen bspw. eine Reihe von Fallstudien, in denen die Nutzung von ISS beobachtet und mit Nutzungskennzahlen beschrieben wurde.

Anschließend erfolgte die Bestimmung der für die Suche zu verwendenden Begriffe, welche hierbei im Wesentlichen in zwei Kategorien zusammengefasst werden können: 1) Begriffe zur Bezeichnung von ISS sowie 2) Begriffe zur Bezeichnung von Mehrwerten und Messverfahren. Die Suchbegriffe beider Kategorien in Tabelle 1 sind dabei das Resultat mehrerer Iterationen, in denen der Katalog nach der Einsicht erster Publikationen und der anschließenden Durchführung von Vorwärts- bzw. Rückwärtssuche [37; 18] um weitere Schlagworte erweitert wurde. Durch dieses Vorgehen wurde das bereits von [18] genannte Problem der sich im Laufe der Zeit ändernden Begriffsverwendungen adressiert – eine Herausforderung, die insbesondere im jungen Forschungsfeld zu ISS von Relevanz ist.

Da Social Media bzw. ISS aus einer Vielzahl von Komponenten bestehen können, wurde dementsprechend nicht nur nach der wissenschaftlichen Betrachtung ganzheitlicher Software-Lösungen wie IBM Connections oder Microsoft Sharepoint gesucht, sondern ebenfalls nach den Begriffen einzelner Komponenten (bspw. Wiki, Blog). Im Rahmen der Literaturrecherche wurden diese Begriffe der Komponenten jeweils nacheinander mit Bezeichnungen potenzieller Mehrwerte kombiniert, die sich in der Literatur finden ließen. Durch dieses Vorgehen konnte gewährleistet werden, dass alle identifizierten Mehrwerte und Messverfahren ausführlich im Hinblick auf ihre jeweilige Nennung im Kontext der unterschiedlichen Komponenten analysiert wurden. Hinsichtlich Publikationen mit indirekten Hinweisen wurde nach allgemeinen, sowohl empirischen als auch theoretischen Abhandlungen bzgl. ISS gesucht.

Datenbanken	ACM Digital Library, AISeL, EBSCO, Google Scholar, Jstor, ScienceDirect, Taylor & Francis Online
Begriffe bzgl. ISS	Intranet Social Software, Social Media, Social Software, Social Business Software, Web 2.0, Corporate Social Technology, Social Communication, Social Collaboration, Wikis, Blogs, Microblogs, Social Network Sites, Enterprise 2.0, Social Tagging, Social Bookmarking
Begriffe bzgl. Mehrwerten und Messverfahren	Return on Investment, Added Value, Key Permance Indicator (KPI), Quantative/Qualitative Measurement, Success Measurement, Business Value
Zeitraum	Ab 2006

Tabelle 1: Suchparameter der Literaturanalyse

Aus den Resultaten der Stichwortsuche wurden schließlich diejenigen Publikationen herausgefiltert, die sich entweder indirekt oder direkt mit der Diskussion von Mehrwerten von ISS und deren Messung befassen. Durch dieses Vorgehen wurden insgesamt 39 Forschungsarbeiten identifiziert, die anschließend einer detaillierten Literaturanalyse unterzogen wurden. Um einen umfassenderen Überblick über die in der Literatur erwähnten Mehrwerte von ISS zu gewinnen, wurden diese unter anderem an die von für Literaturanalysen vorgeschlagene Methodik von [37] angelehnt und in einer Matrix (siehe Tabelle 2) dargestellt.

3 Literaturauswertung

3.1 Stand der Forschung

Literaturanalysen zum Thema Enterprise 2.0 wurden in den letzten Jahren bereits vorgenommen [30, 39], fokussieren sich jedoch eher auf allgemeine Forschungsrichtungen im Bereich Enterprise 2.0 und legen keinen expliziten Schwerpunkt auf die konkrete Betrachtung der Mehrwerte von ISS in Unternehmen.

Mit dem Aufkommen des Begriffes Enterprise 2.0 wurde in diesem noch vergleichsweise jungen Forschungsfeld zu Beginn vor allem die Frage diskutiert, ob und vor allem welche Mehrwerte existieren und inwiefern Unternehmen von ISS profitieren können. Die Argumentation dieser Arbeiten erfolgte dabei hauptsächlich qualitativ anhand theoretischer Überlegungen [42, 21]. Nachdem erste Unternehmen ISS implementiert hatten, versuchten zahlreiche Autoren darüber hinaus die in der Praxis beobachteten Mehrwerte anhand von Fallstudien zu bestätigen [9, 40] .

Die hier vorgenommene Literaturanalyse hat gezeigt, dass die Forschung sich dabei auf einen einheitlichen Kanon an Mehrwerten einigen konnte, von denen die Unternehmen bei einer Einführung von Social Media profitieren können. Die Nennungen dieser Mehrwerte sind in Tabelle 2 dargestellt und werden in der Literatur sowohl durch theoretische Argumentation als auch in diversen Fallstudien bestätigt. Auf Basis der Literaturanalyse konnten die Autoren fünf Dimensionen identifizieren, die im Bezug auf die Diskussion von Mehrwerten am häufigsten betrachtet wurden (vgl. Tabelle 2):

I Verbesserung der Unternehmenskommunikation. Unternehmensintern eingesetzte Social Media haben das Potential die Kommunikation und Kollaboration unter den Mitarbeitern zu verbessern und so die Produktivität zu erhöhen [z.B. 38]. Insbesondere eine Steigerung der Effizienz (z.B. durch eine reduzierte Anzahl an „cc-Emails“) wird dabei vielfach betont [z.B. 29, 28, 8]. Ein weiterer genannter

Mehrwert ist, dass Kommunikation zwischen relevanten Partnern, auch außerhalb hierarchischer Strukturen, unterstützt wird.

II Umfangreiches Wissensmanagement und Wissenstransfer. Instrumente wie bspw. Wikis versprechen eine Externalisierung des im Unternehmen vorhandenen Wissens zu unterstützen [z.B. 13]. Dies kann in einer Produktivitätssteigerung der Arbeit in wissensintensiven Branchen führen und verhindert größere Verluste des Wissens beim Abgang von Mitarbeitern.

III Erleichterung der Expertensuche im Unternehmen. Ein in der Literatur vielgenannter Aspekt ist die Möglichkeit von Social Media, die Zeiten zur Lösung von Problemen zu verkürzen. Sowohl das Auffinden der Experten im Unternehmen als auch die anschließende Kommunikation mit diesen kann durch ISS erheblich vereinfacht werden [z.B. 29, 8, 34, 7].

IV Steigerung der Innovationskraft. Durch die stärkere Vernetzung der Mitarbeiter, neue Kollaborationsmöglichkeiten und einen ausgeweiteter Zugriff auf Unternehmensinformationen kann die Innovationskraft gesteigert werden (bspw. durch Serendipität) [z.B. 5, 22, 11, 31]. Mitarbeiter können eigene Ideen und Verbesserungsvorschläge schnell und ohne große Hürden im Unternehmen einbringen und diskutieren. Diese können vom Management aufgegriffen werden und bspw. die Time-to-Market-Spanne verkürzen [11].

V Aufbau von Sozialkapital. Mitarbeiter können auch bei asynchroner oder dislozierter Arbeit einfach in Kontakt bleiben und miteinander kommunizieren. Die verstärkte soziale Bindung hat das Potential, die Unternehmenskultur und Mitarbeiterzufriedenheit positiv zu verändern [9] sowie die Produktivität zu steigern [1]. Dies wird insbesondere dadurch befördert, dass Social Media eine persönliche und emotionale Kommunikation unterstützen.

Tabelle 2 verdeutlicht, welche Mehrwerte in welchen Publikationen diskutiert werden. Ein Teil der analysierten Literatur befasst sich jedoch ausschließlich mit der Messung der Mehrwerte und benennt diese nicht explizit, sodass diese Arbeiten in der folgenden Tabelle nicht aufgeführt wurden. Die Ziffern in der ersten Zeile verweisen dabei auf die Nummer der jeweiligen Quelle im Literaturverzeichnis dieser Arbeit.

	[1]	[2]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[13]	[16]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[25]	[26]	[28]	[29]	[30]	[32]	[38]	[40]	[42]
I Kommunikation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
II Wissenstransfer	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
III Expertensuche	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x		x	x	x	x		x	x	x
IV Innovationskraft	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
V Sozialkapital	x				x	x	x	x			x		x		x	x	x	x	x				x

Tabelle 2: Nennung der Mehrwerte von ISS in der Literatur

Die anfängliche Diskussion zu Mehrwerten von ISS konzentrierte sich entsprechend der zu diesem Zeitpunkt relevanten Technologien insbesondere auf unternehmensinterne Wikis [1, 36, 32, 13] und Blogs [15]. Die intensive Untersuchung weiterer Web 2.0-Technologien wie Microblogging im Unternehmenskontext etablierte sich erst einige Zeit später [31, 41].

Dennoch wurde in einem Großteil der analysierten Literatur zunächst der Schwerpunkt auf die Betrachtung der Nutzer von Social Media gesetzt und deren Adoption sowie das Nutzungsverhalten beschrieben [11, 26, 31, 33]. Die Existenz der in Tabelle 2 genannten Mehrwerte wurden dabei von den Autoren zumeist implizit vorausgesetzt oder als noch nicht bewiesen zurückgestellt. Eine Evaluation und Beobachtung der Effekte auf die eigentlichen Unternehmensziele fehlt hierbei daher oft. Der Fokus der Forschung in dieser frühen Phase lag verstärkt auf den genannten qualitativen Aspekten. Diese Tatsache spiegelt sich auch in den verwendeten Begrifflichkeiten der untersuchten Literatur wieder. Besonders häufig wurden die Folgen der bereits beschriebenen Mehrwerte beispielsweise durch eine „gesteigerte Produktivität“ (in insgesamt 12 der analysierten Forschungsarbeiten vor 2011) oder „erhöhte Effizienz“ (in 8 Arbeiten vor 2011) beschrieben. Diese Begriffsverwendungen genügen zwar einer qualitativen Beschreibung der Mehrwerte, lassen sich jedoch kaum durch klar messbare Zahlen ausdrücken. Im Rahmen der Literaturanalysen konnten nur vereinzelt Forschungsarbeiten gefunden werden, die sich vor 2009 mit einer Quantifizierung der Mehrwerte für die ökonomischen Ziele von Unternehmen befasst haben [z.B. 5]. In der Tat zeigen Studien zu diesem frühen Zeitpunkt, dass auch das Interesse der Unternehmen in Enterprise 2.0 bis dahin offensichtlich eher experimenteller Natur und kaum auf die Erzielung expliziter, ökonomischer Mehrwerte bezogen war [6].

Mit der Zeit forderten Entscheidungsträger in den Unternehmen jedoch immer häufiger, Methoden zur Quantifizierung solcher ökonomischen Mehrwerte zu finden, um die Investitionen in Social Media intern rechtfertigen zu können [17, 34] und bestehende Systeme zu verbessern [8]. Seit 2009 hat die konkrete Messung der Mehrwerte stark an Bedeutung gewonnen und ist Gegenstand zahlreicher Arbeiten. Mehrere Autoren haben gerade in der jüngeren Vergangenheit begonnen, ausgehend von einer quantitativen Analyse des Nutzungsverhaltens der Mitarbeiter, konkrete Mehrwerte für das Unternehmen abzuleiten [29, 28]. Dennoch zeigt sich, dass die Anzahl wissenschaftlicher Beiträge, die sich mit einer Entwicklung von konkreten Messmethoden befassen, weiterhin vergleichsweise überschaubar ist [39]. Die Literatur, die eine Quantifizierung dieses zumeist als „business value“ bezeichneten Mehrwertes für Unternehmen vornimmt, lässt sich dabei in zwei unterschiedliche Kategorien einteilen: nicht-monetär und monetär.

3.2 Nicht-monetäre Perspektive

Die in der Literatur identifizierte nicht-monetären Messverfahren verwenden zumeist individuell auf das Unternehmen zugeschnittene und definierte, nicht-monetäre KPIs, welche einen bestimmten, meist qualitativen Mehrwert für das Unternehmen quantitativ messbar machen [38]. Regelmäßig in der Literatur genannte Beispiele dafür sind:

- Anzahl an neuen Ideen durch ISS (Mehrwert „Innovationskraft“) [28, 14, 11],
- reduzierte Zeit zur Lösung von Problemen [28, 14, 11],
- reduzierte Time-To-Market [11],
- erhöhte Mitarbeiterzufriedenheit, erhoben durch Umfragen [28, 8] und eine
- bessere Vernetzung der Mitarbeiter, gemessen durch Soziale Netzwerkanalyse (SNA) [8].

Dennoch werden bei der Entwicklung derartiger KPIs in der Literatur Einschränkungen vorgenommen, welche die oft problematische direkte Zurechenbarkeit bestimmter Kennzahlen zu Auswirkungen der Social Media adressieren [27].

Weiterhin wurde in der wissenschaftlichen Diskussion mit dem Return On Contribution (ROC) eine weitere Kennzahl entwickelt. Diese versucht den Mehrwert messbar zu machen, indem die Anzahl der zum Enterprise Social Network beitragenden Personen mit den daraus profitierenden Arbeitnehmern ins Verhältnis gesetzt werden [24]. Jedoch war die Messung des ROC in jüngster Zeit auch Gegenstand von Kritik, da die Aussagekraft der Kennzahl zu sehr auf Aspekte der Plattformnutzung beschränkt sei und wenig Aufschluss über den ökonomische Mehrwert der Software für das Unternehmen gebe [28].

3.3 Monetäre Perspektive

Diese Perspektive nimmt eine Quantifizierung des ökonomischen Mehrwertes anhand klassischer Kennzahlen vor. Wie bereits weiter oben erwähnt, ist gerade die monetäre Sichtweise stark von den Anforderungen der Wirtschaft getrieben und in jüngster Zeit Gegenstand zahlreicher Bemühungen bei der Betrachtung der Mehrwerte von ISS.

In der Literatur konnten erste Versuche einer finanziellen Betrachtung bei der Einführung von Social Software in Unternehmen im Jahr 2008 gefunden werden [6]. Die fehlende Existenz von nachweisbaren Einzahlungen erforderte hierbei jedoch die ausschließliche Betrachtung aus der Kostenperspektive durch die Berechnung der Total Cost of Ownership (TCO). Die ausführliche Berechnung aller im Zusammenhang mit der ISS stehenden Kosten zur Ermittlung ihres Wertes für das Unternehmen wird auch von anderen Autoren unterstützt [22].

Immer wieder wird von der Literatur seitdem auch das Ziel einer Ermittlung des ROI bei der Einführung von ISS betont [19, 31, 4, 17]. Insbesondere wirtschaftsnahe Studien versuchen dabei durch diverse Annahmen und oft auf indirektem Wege einen ROI bzw. Umsatzsteigerungen durch erhöhte Innovationskraft, eingesparte Zeit oder eine verbesserte Time-to-Market nachzuweisen [11, 20, 19]. In der Mehrzahl der analysierten Forschungsarbeiten aus der Wissenschaft belassen die Autoren es jedoch bei der Forderung nach einem ROI [28]. Im Gegensatz zur Betrachtung des ROIs bei der externen Verwendung von Social Media [4, 16, 12], fehlen bei der unternehmensinternen Verwendung von Social Media Vorschläge zu Methoden der Messung oder gar Fallstudien oft gänzlich. Als Gründe für die nicht vorgenommene ROI-Berechnung nennen die Autoren dabei die schwierige Zuordnung von Einzahlungen zur ISS [6], die fehlende Existenz eines messbaren Geschäftszwecks von ISS [29], sowie fehlende Methoden zur Messung der monetären Effekte [28].

In jüngster Zeit wird von der Literatur jedoch auch eine kritische Hinterfragung der monetären Messbarkeit der Mehrwerte für Unternehmen vorgenommen. Insbesondere die Sinnhaftigkeit einer ROI-Berechnung, die bereits 2009 vom „Urheber“ der Enterprise 2.0-Begriffs in einem Zwischenfazit in Frage gestellt wurde [22], ist dabei vermehrt Gegenstand von Diskussionen. Argumentiert wird dabei, dass rein qualitative Effekte trotz ihrer Bedeutung für den Erfolg der Software bei einer ROI-Berechnung nicht berücksichtigt oder nur unter fragwürdigen Annahmen einbezogen werden können [2, 24].

In der Literatur mit einem Schwerpunkt auf der Messung der Mehrwerte konnte in den vergangenen Jahren zudem ein verstärkter Trend zu einer Integration von qualitativen und quantitativen Messverfahren identifiziert werden. Hierbei werden zumeist integrierte Frameworks entwickelt, die einen Katalog von Kennzahlen bereitstellen und ausgehend von einer quantitativen Beschreibung des Nutzungsverhaltens den qualitativen und quantitativen „Business Value“ für die Unternehmen ableiten [25, 8, 14, 28, 27]. Dieser wird dabei sowohl monetär als auch nicht-monetär anhand vorgeschlagener KPIs gemessen.

Bei Betrachtung der zeitlichen Perspektive lässt sich zusammenfassend beobachten, dass sich der Fokus der Forschung zur Messung der Mehrwerte von ISS in den letzten Jahren mehrfach verändert hat. Während in den Jahren nach 2006 zunächst die Frage im Vordergrund stand, welche Mehrwerte ISS im Allgemeinen bieten (d.h. *was* gemessen werden könnte), hat sich dieser Fokus innerhalb der letzten Jahre dahingehend verschoben, dass nun vorrangig die Messmethodik diskutiert wird (d.h. *wie* gemessen werden soll). Dies wird auch bei einer quantitativen Analyse der betrachteten Literatur deutlich: von den analysierten Publikationen, die sich direkt und schwerpunktmäßig mit der methodischen Erfolgsmessung von ISS befassen, wurden 100% nach 2008 und 71% nach 2010 veröffentlicht. Ebenso lässt sich eine Verschiebung bei den angewendeten Messverfahren beobachten. In den ersten Jahren nach 2006 wurden vor allem Einführungsprozesse und Statistiken zur Nutzung der Plattformen untersucht. In jüngster Zeit wird hingegen, getrieben vom Wunsch der Entscheidungsträger in Unternehmen, ein immer stärkerer Fokus auf die qualitative und quantitative Messung der Mehrwerte zur Erreichung der Unternehmensziele gelegt.

4 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der Literaturanalyse zeigen, dass sich die Schwerpunkte und Perspektiven im Rahmen der Erforschung der Mehrwerte von ISS im Laufe der Zeit stark verschoben haben. Während die ersten Jahre von einer qualitativen Erfassung der Mehrwerte geprägt waren, zunächst in der Theorie und schließlich auch durch Fallstudien anhand eingeführter Systeme in der Praxis, hat sich der Fokus des Forschungsfelds immer stärker in Richtung einer quantitativen Erfassung bewegt. Die Frage nach der Sinnhaftigkeit einer finanziellen Messung der Mehrwerte im Unternehmen und insbesondere nach der Berechnung eines möglichen ROI steht dennoch weiter zur Diskussion und konnte in der Literatur nicht abschließend geklärt werden.

Im Rahmen einer kritischen Reflektion des oben beschriebenen Status quo zum Thema ISS-Mehrwerte stellt sich die grundsätzliche Frage, ob für ISS allgemeingültige Mehrwerte und wissenschaftliche Lösungen zu ihrer Messung gefunden werden können. Zum einen unterscheidet sich ISS in ihrem Hauptzweck nicht wesentlich von anderer Unternehmenssoftware oder anderen Technologien, die die Kommunikation und Kollaboration innerhalb des Unternehmens unterstützen sollen (E-Mail, Telefonanlagen, ...). Für diese existieren trotz längerer Existenz und entsprechend längerer Forschung ebenfalls nur schwer messbare Mehrwerte und entsprechende Messmethoden. Zum anderen ist fraglich, ob generelle Maßstäbe zur Bewertung des ROI für ISS gefunden werden können, da diese bspw. hinsichtlich der Unternehmensgröße, der Standortverteilung (Internationalisierung, Sprachen), der Branche oder ihrer Nutzungsart und dadurch auch in ihren Mehrwerten stark differieren.

Insbesondere der beschriebene Trend zur Quantifizierung und Monetarisierung von ISS-Mehrwerten kann dazu führen, dass hieraus abgeleitete Handlungsempfehlungen in der Praxis zu Fehlentscheidungen führen. Denn dieser Forschungsschwerpunkt impliziert wiederum eine relativ eng abgegrenzte Nutzungsweise von ISS, nämlich eine mit einem quantitativ nachweisbaren Nutzen. Doch die Mehrwerte von ISS können auf Grund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten nicht pauschalisiert werden. Ob ISS die Erwartungen des einsetzenden Unternehmens erfüllt hängt zuallererst von den gesteckten Zielen und geplanten Einsatzzwecken ab.

Einerseits scheint es nötig, diesbezüglich auch weiterhin wissenschaftliche Forschung durchzuführen, da die zunehmende Konvergenz, Diffusion und routinierte Nutzung von ISS auch die Mehrwertdiskussion kontinuierlich beeinflusst. Es muss daher konkret untersucht werden in welchen Bereichen und in welcher Nutzungsform ISS Beiträge leistet (bspw. Prozessunterstützung,

Sozialkapital). Andererseits zeichnet sich ab, dass eine allgemeingültige Messung des ROI nicht gelingen wird. Die Diskussion trägt jedoch dazu bei, Mehrwerte zu identifizieren, diese transparenter und nachvollziehbarer zu machen sowie Best Practices aufzuzeigen. Dies stellt den eigentlichen Mehrwert des wissenschaftlichen Diskurses dar.

In Zukunft sollte daher weiterhin aufgezeigt werden, zu welchen positiven und negativen Veränderungen Social Media im Unternehmen führen kann. Während dies bereits sehr umfassend für die kundengerichtete Nutzung (insb. Marketing) und auch verstärkt für die unternehmensinterne Nutzung (siehe Überblick in diesem Artikel) geschehen ist, liegt die nächste große Herausforderung u.a. in der B2B Perspektive, der sich derzeit viele Unternehmen annehmen.

5 Literatur

[1] Avram, G (2006): At the Crossroads of Knowledge Management and Social Software. The Electronic Journal of Knowledge Management 4(1):1–10.

[2] Back, A; Gronau, N; Tochtermann, K (2009): Web 2.0 in der Unternehmenspraxis: Grundlagen, Fallstudien und Trends zum Einsatz von Social Software. 3. Auflage. Oldenbourg Verlag, München.

[3] Bandara, W; Miskon, S; Fielt, E (2011): A systematic, tool-supported method for conducting literature reviews in information systems. In: Tuunainen, V; Nandhakumar, J; Rossi, M; Soliman, W (Hrsg), *Tagungsband der 19. European Conference on Information Systems*. Helsinki.

[4] Blanchard, O (2011): Social media ROI: Managing and measuring social media efforts in your organization. Pearson Education, Boston.

[5] Brocke, J vom; Sonnenberg, C; Lattemann, C; Stieglitz, S (2008): Economics of Virtual Communities - The Case of the Berlin Stock Exchange. In: Sambamurthy, V; Tanniru, M (Hrsg), *Tagungsband der 14. Americas Conference on Information Systems*. Toronto.

[6] Bughin, J (2008): The rise of enterprise 2.0. Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice 9:251–259.

[7] Bughin, J; Byers, AH; Chui, M (2011): How social technologies are extending the organization. McKinsey Quarterly November: 1–10.

[8] Cooper, C; Martin, M; Kiernan, T (2010): Measuring the value of social software. ftp://public.dhe.ibm.com/ftp/lotusweb/services/ibm_wp_measuring-social-software_june2010.pdf. Abgerufen am 19.09.2013.

[9] Corso, M; Martini, A; Pesoli, A (2008): Enterprise 2.0: What models are emerging? The results from a 70 case-based research. International Journal of Knowledge and Learning 4(6):595–612.

[10] DiMicco, J; Millen, D; Geyer, W (2008): Motivations for social networking at work. In: *Tagungsband der ACM conference on Computer Supported Cooperative Work 2008*. San Diego.

[11] Forrester Consulting (2010): Total Economic Impact of IBM Social Collaboration Tools. Cambridge, MA.

[12] Gilfoil, D (2012): Return on Investment For Social Media: A Proposed Framework For Understanding, Implementing, And Measuring The Return. Journal of Business & Economics Research 10:637–650.

[13] Hasan, H; Pfaff, CC (2006): The Wiki: an environment to revolutionize employees' interaction with corporate knowledge. In: *Tagungsband der Australasian Computer-Human Interaction Conference.* Sydney.

[14] Herzog, C; Richter, A (2013): Methods And Metrics For Measuring The Success Of Enterprise Social Software - What We Can Learn From Practice And Vice Versa. In: *Tagungsband der 21. European Conference on Information Systems*. Utrecht.

[15] Jackson, A; Yates, J; Orlikowski, W (2007): Corporate Blogging: Building community through persistent digital talk. In: *Tagungsband der 40. Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii.

[16] Kaske, F; Kugler, M; Smolnik, S (2012): Return on Investment in Social Media - Does the Hype Pay Off? Towards an Assessment of the Profitability of Social Media in Organizations. In: *Tagungsband der 45. Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii.*

[17] Koch, M; Richter, A (2009): Enterprise 2.0: Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social Software in Unternehmen. Oldenbourg Verlag. München.

[18] Levy, Y; Ellis, TJ (2006). A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. Informing Science Journal 9, 181-212.

[19] Mangiuc, DM (2009): Measuring Web 2.0 Efficiency. Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica 11:74–87.

[20] Mattern, F; Huhn, W; Perrey, J; Dörner, K; Lorenz, JT; Spillecke D (2012): Turning buzz into gold. http://www.mckinsey.de/sites/mck_files/files/Social_Media_Brochure_Turning_buzz_into_gold.pdf. Abgerufen am 15.12.2013.

[21] McAfee, AP (2006): Enterprise 2.0: The dawn of emergent collaboration. Management of Technology and Innovation 47:21–28.

[22] McAfee, AP (2009): Shattering the Myths About Enterprise 2.0. Harvard Business Review 87:1–6.

[23] Meske, C; Stieglitz, S (2013): Adoption and Use of Social Media in Small and Medium-Sized Enterprises. In: *Practice-Driven Research on Enterprise Transformation*. Springer, Berlin Heidelberg.

[24] Muller, MJ; Freyne, J; Dugan, C; Millen, DR; Thom-Santelli, J (2009): Return On Contribution (ROC): A Metric for Enterprise Social Software. In: *Tagungsband der European Conference on Computer Supported Cooperative 2009.* Wien.

[25] Raeth, P; Smolnik, S; Urbach, N; Zimmer, C (2009): Towards Assessing the Success of Social Software in Corporate Environments. In: *Tagungsband der 15. Americas Conference on Information Systems*. San Francisco.

[26] Reisberger, T; Smolnik, S (2008): Modell zur Erfolgsmessung von Social-Software-Systemen. In: *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*. München.

[27] Richter, A; Behrendt, S; Koch, M (2012): APERTO: A Framework for Selection, Introduction, and Optimization of Corporate Social Software. Sprouts: Working Papers on Information Systems, 12(1): 488.

[28] Richter A; Heidemann, J; Klier, M; Behrendt, S (2013): Success Measurement of Enterprise Social Networks. In: *Tagungsband der 11. International Conference on Wirtschaftsinformatik*. Leipzig.

[29] Richter, A; Mörl, S; Trier, M; Koch, M (2011): Anwendungsszenarien als Werkzeug zur (V) Ermittlung des Nutzens von Corporate Social Software. In: *Tagungsband der 10. International Conference on Wirtschaftsinformatik*. Zürich.

[30] Richter, D; Riemer, K; vom Brocke, J (2011): Internet Social Networking. Business & Information Systems Engineering 3:89–101.

[31] Riemer, K; Richter, A; Bohringer, M (2010): Enterprise Microblogging. Wirtschaftsinformatik 52:387–390.

[32] Ritscher, J; Bächle, M (2008): Enterprise 2.0 - Social Software im unternehmensinternen Einsatz. Arbeitsberichte zur Wirtschaftsinformatik, Berufsakademie Ravensburg.

[33] Steinhuser, M; Smolnik, S; Hoppe, U (2011): Towards a Measurement Model of Corporate Social Software Success-Evidences from an Exploratory Multiple Case Study. In: *Tagungsband der 44. Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii.

[34] Stieglitz, S; Meske, C (2011): Zum Einfluss von Social Media auf die Rollenentwicklung des Chief Information Officers. In: *Tagungsband der Gesellschaft für Informatik Jahrestagung*. Berlin.

[35] Stieglitz, S; Meske, C (2012): Maßnahmen für die Einführung und den Betrieb unternehmensinterner Social Media. HMD-Praxis der Wirtschaftsinformatik 287.

[36] Tapscott, D; Williams, AD (2007): The wiki workplace. Business Week. http://anthonydwilliams.com/wp-content/uploads/the-wiki-workplace.pdf. Abgerufen am 21.09.2013.

[37] Webster, J; Watson, RT (2002): *Analyzing* the *past* to *prepare for* the *future: Writing a literature review.* MIS Quarterly 26(2).

[38] Wilkins, J; Baker, A (2011): Social Business Roadmap 2011. AIIM. http://www.aiim.org/~/media/Files/AIIM%20White%20Papers/Social-Business-Roadmap/Social-Business-Roadmap-Paper.ashx. Abgerufen am 19.09.2013.

[39] Williams, SP; Hausmann, V; Hardy, CA; Schubert, P (2013): Enterprise 2.0 Research: Meeting the Challenges of Practice. In: *Tagungsband der BLED eConference.* Bled.

[40] Williams, SP; Schubert, P (2011): An Empirical Study of Enterprise 2.0 in Context. *In: Tagungsband der BLED eConference*. Bled.

[41] Zhang, J; Qu, Y; Cody, J; Wu, Y (2010): A case study of micro-blogging in the enterprise: use, value, and related issues. In: *Tagungsband der Conference on Human Factors in Computing Systems*. Atlanta.

[42] Van Zyl, AS (2009): The impact of Social Networking 2.0 on organisations. The Electronic Library 27:906–918.

Mitfahrpraktiken älterer Menschen verstehen und gestalten: Ergebnisse einer ethnographischen Studie

Johanna Meurer

Universität Siegen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 57068 Siegen,
E-Mail: johanna.meurer@uni-siegen.de

Martin Stein

Universität Siegen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 57068 Siegen,
E-Mail: martin.stein@uni-siegen.de

Markus Rohde

Universität Siegen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 57068 Siegen,
E-Mail: markus.rohde@uni-siegen.de

Volker Wulf

Universität Siegen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 57068 Siegen,
E-Mail: volker.wulf@uni-siegen.de

Abstract

Die Gestaltung alternativer Mobilitätsformen für ältere Menschen ist aus wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Gründen eine drängende gesellschaftliche Frage. Mitfahrsysteme, unterstützt durch mobile Anwendungen, können eine vielversprechende Ergänzung zum ÖPNV und Individualverkehr bieten. Allerdings mangelt es derzeit noch an Erfahrung inwiefern Mitfahrkonzepte und -systeme die spezifischen Bedarfe der älteren Bevölkerung berücksichtigen. Um zur Klärung dieser Frage einen Beitrag zu leisten wurde eine ethnographische Studie zur Untersuchung der Mitfahrpraktiken von Senioren durchgeführt. Die Studie zeigt Potentiale und Herausforderungen bei alltäglichen Mitfahrten auf und identifiziert Kooperationsstrategien, die anschließend zu Gestaltungsideen für Mitfahrsysteme älterer Nutzer weiter entwickelt werden.

1 Einleitung

Der demographische Wandel ist eines der großen Themen der nächsten Jahrzehnte. Bis 2025 wird sich die Zahl der Menschen über 65 in den westlichen Gesellschaften mehr als verdoppeln, so dass fast jede vierte Person über 65 alt sein wird. Diese Entwicklung erfordert auch neue Mobilitätslösungen, die auf die Bedürfnislagen der wachsenden älteren Bevölkerung passen. Studien über Mobilitätsprofile von Menschen über 65 zeigen, dass das Auto einen prominenten Stellenwert einnimmt: mehr als 90% aller Fahrten werden mit dem Auto unternommen [11], wobei jetzt schon die Hälfte aller Fahrten in Autos mit mindestens zwei Personen angetreten werden [14]. D.h. bereits heute sind Mitfahrten für die Mobilitätsaktivität von Senioren von entscheidender Bedeutung. Da die Mehrheit der Senioren in vorstädtischen und ländlichen Gebieten leben wird, die oft nur unzureichend mit öffentlichen Verkehrsangeboten versorgt sind, ist davon auszugehen, dass die Bedeutung des Mitfahrens weiter steigen wird [9]. Weil auch die Anzahl alleinstehender Senioren weiterhin zunimmt, gilt es Ansätze zur Nachbarschaftshilfe zu forcieren [6]. Kooperativen Mobilitätsformen und Mitfahrsystemen wird dabei ein wichtiger Beitrag zugeschrieben, um die Mobilität älterer Menschen zu verbessern [15]. Um die Akzeptanz solcher Systeme in der älteren Bevölkerung voranzutreiben, ist es wichtig, dass sie sich in den Mobilitätsalltag einfügen und an bereits bestehenden Praktiken des Mitfahrens anknüpfen. Zur Identifizierung relevanter Faktoren wurde eine ethnographische Studie mit 21 Senioren durchgeführt.

Im Folgenden wird ein Überblick über die ICT-Entwicklung moderner mobiler Mitfahrsysteme gegeben (Kapitel 2), die zugrundeliegende Methodologie der ethnographischen Studie erläutert (Kapitel 3) und anschließend die Ergebnisse der Studie vorgestellt (Kapitel4). Dabei stehen praktische Herausforderungen von Mitfahrten und Kooperationsstrategien der Senioren im Zentrum. Abschließend werden auf der Basis dieser Ergebnisse Designvorschläge entwickelt (Kapitel 5), um mobile Mitfahrsysteme altersgerechter zu gestalten.

2 ICT-Entwicklung für Mitfahrsysteme

In den 1970er Jahren wurden Fahrgemeinschaften bedingt durch ein aufkommendes Umweltbewusstsein, steigende Öl-Preise und Unzulänglichkeiten der Verkehrsinfrastrukturen zunehmend beliebter [3]. In den 80er/90er Jahren wurden Mitfahrten durch Mitfahrzentralen meist mittels Karteikarten und dem Telefon manuell koordiniert, die dann durch Internet-basierte Mitfahrbörsen (z.B. mitfahrerzentrale.de[1]) abgelöst wurden. Aktuell findet ein Wechsel statt, hin zu Smartphone-basierten Mitfahrsystemen (z.B. Flinc[2]), wobei die flexible und dynamische Vermittlung von Lang- und Kurzstecken im Zentrum steht.

Ein Schwerpunkt von Mitfahrsystemen besteht in der Lösung des logistischen Problems, räumlich und zeitlich passende Mobilitätsangebote bzw. –gesuche zusammenzuführen, optimale Routen zu ermitteln und Verfahren zur Bestimmung von Einstiegs- und Ausstiegsorten bereit zu stellen [17], [15]. Zunehmend werden Echtzeitverfahren erforscht, die eine *ad-hoc* Vermittlung von Angebot und Nachfrage mittels internetfähiger, mobiler Endgeräte erlauben. Des Weiteren ist zu Beobachten, dass zur Vernetzung der Akteure zunehmend auf Konzepte des Social Computing zurückgegriffen wird. So schlagen etwa Handke und Jonuschat [3] vor, Informationen aus sozialen Netzwerken zu nutzen, um potentielle Mitfahrer zu identifizieren.

[1] http://mitfahrerzentrale.de/ (letzter Abruf 22.9.2013)
[2] https://flinc.org/ (letzter Abruf 22.9.2013)

Eine mit der Koordinationsproblematik eng verbundene Fragestellung ist die der Reduktion von Transaktionskosten bei der Mitfahrvermittlung [3]. Zur Vereinfachung der Koordination bieten internetbasierte Mitfahrsysteme meist auch integrierte Kommunikationsmedien an, die es Fahrer und Mitfahrer ermöglichen die Modalitäten der gemeinsamen Fahrt (z.B. mögliche Treffpunkte) untereinander abzustimmen [4]. Des Weiteren schlagen Brereton u.A. und Wash u.A vor, formale, semi-formale und informale Ansätze zu kombinieren, um Kommunikationsprozesse zu optimieren [1], [19]. Xing u. a. [22] führen auch das Konzept multi-modaler Mobilitätssysteme (multi-modes of transportation) an, um Fahrinformationen des öffentlichen Nahverkehrs bei der Auswahl von Treffpunkten einzubeziehen.

Als weiteres Forschungsfeld gewinnt die Berücksichtigung sozialer Prozesse zunehmend an Bedeutung für die Entwicklung von Mitfahrsystemen. Ghelawat, Radke, und Brereton [2], und Wessels u.a. [20] zeigen das Potential sozialer Netzwerke für die gemeinsame Kooperation auf, Informationen über Mobilitätsaktivitäten zu teilen und Beziehungen zwischen Personen sichtbar zu machen. Hierdurch werden weitere Fragen hinsichtlich des adäquaten Berücksichtigung des Datenschutzes und der Privatsphäre aufgeworfen [20], [8], [12].

Der aktuelle Diskurs macht deutlich, dass zur Gestaltung mobilitätsunterstützender System zunehmend auch sozio-technische Fragen in den Fokus gerückt werden. Jedoch fehlen bislang noch Untersuchungen, um die speziellen Erfordernisse einer Gestaltung für ältere Personen gezielter zu berücksichtigen.

3 Methodologie

Im Rahmen eines Living Lab-Ansatzes [10, 21] wurde eine design-orientierte Ethnographie durchgeführt [5, 13], um die Kooperationsprozesse von Senioren in Mitfahrkontexten zu untersuchen. Um die Kooperationsprozesse besser zu verstehen, haben wir einen Methodenmix gewählt, bestehend aus semi-strukturierten Interviews (n=21), Mobilitätstagebüchern (n=7) und *in situ* Beobachtungen (n=7) von Mitfahr-Situationen. Um eine heterogene Stichprobe zu erhalten, wählten wir Teilnehmer unterschiedlichen Geschlechts, Alters, lokaler Infrastruktur am Wohnort und unterschiedlicher Verkehrsmittelnutzung aus. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Teilnehmer nach den relevanten Kategorien.

Kategorie	Ausprägung	Anzahl
Geschlecht	Männlich	5 (26%)
	Weiblich	16 (74%)
Alter	58-70 Jahre	11 (53%)
	70-80 Jahre	10 (47%)
	(Durchschnitt: 69 Jahre)	
Familienstand	Verheiratet oder mit Partner	12 (58%)
	Verwitwet / Single / Geschieden	9 (42%)
Art der Wohnung	Eigentum	13 (63%)
	Zur Miete	8 (37%)
Selbsteinschätzung Technikkompetenz	Eher gut	6 (26%)
	Eher schlecht	15 (74%)
Bevölkerungsdichte	Niedrig	11 (53%)
	Hoch	10 (47%)
Vorzugsverkehrsmittel*	eigenes Auto	17 (84%)
	ÖPNV	5 (21%)
	zu Fuß	8 (42%)
	Regelmäßige Fahrgemeinschaften	9 (47%)
* mehrere Antworten möglich		

Tabelle 1: Eigenschaften der Interviewteilnehmer (n = 21)

Alle Teilnehmer sind noch sehr mobil und nehmen aktiv an gesellschaftlichen Veranstaltungen teil. Um die Anonymität und Vertraulichkeit der Teilnehmer zu gewährleisten, werden im Folgenden Pseudonyme verwendet. Die Teilnehmer leben in einer Region mit ca. 100.000 Einwohnern im Westen Deutschlands. Ein Merkmal dieser Region ist, dass diese sowohl städtische als auch sehr ländliche Gebiete umfasst. Die einzigen verfügbaren öffentlichen Verkehrsmittel sind Bus und Bahn. Die Busverbindungen sind insbesondere in den ländlicheren Gebieten oftmals nur stark eingeschränkt verfügbar.

Alle Interviews wurden bei den Teilnehmern zu Hause durchgeführt, wurden audioaufgezeichnet und anschließend wörtlich transkribiert. Die Dauer der Interviews wurde durch die Teilnehmer gesteuert, wobei die Spanne von 45 Minuten bis zweieinhalb Stunden reichte. Die Interviews bilden den Kern der folgenden Ergebnisse, die durch sieben Mobilitätstagebücher und Mitfahrten ergänzt werden. In den Tagebüchern sollten die Befragten über ihre Reisen (wann, mit wem, welches Verkehrsmittel und warum) berichten. Die sieben informellen Mitfahrten sind Beispiele aus dem Mobilitätsalltag der Befragten und wurden zusammen mit Familienmitgliedern oder Freunden unternommen. Die Beobachtung startete mit Beginn der Fahrt und hörte auf, wenn die Fahrt beendet war. Alle sieben Beobachtungen wurden videoaufgezeichnet. Während uns die Interviews ein breiteres Bild über die subjektiven Einstellungen und individuelle mobile Lebensweisen der Befragten erlauben, geben die Beobachtungen einen Einblick in die tatsächlich gelebte Mitfahrpraxis. Im Verlauf der Beobachtungen konzentrierten wir uns auf bestimmte Muster der Kommunikation, der Blicke, der Positionierung und der Gesten des Fahrers und des Beifahrers, um einen Eindruck über die sozialen Interaktionsstrukturen einer Mitfahrt zu gewinnen.

4 Ergebnisse

Die Untersuchung zeigt deutlich, dass für die Wahrnehmung der Alltagsmobilität für die Akteure zwei Konzepte von entscheidender Bedeutung sind, die wir im Weiteren mit „Unabhängigkeit“ und „Entscheidungsautonomie“ bezeichnen. Beide Konzepte zeigen zwar einen negativen Einfluss auf die Bereitschaft sich an Mitfahrten zu beteiligen. Jedoch macht eine genauere Beleuchtung der gelebten Praxis deutlich, dass die Befragten Strategien entwickelt haben, um diesen Herausforderungen zu begegnen und Mitfahrten als eine zentrale Mobilitätsressource in ihren Alltag einzubinden.

4.1 Mobile Unabhängigkeit und Entscheidungsautonomie

Wir begannen alle Interviews mit einer offenen Frage nach der persönlichen Bedeutung von Mobilität. Dabei war interessant, dass alle Teilnehmer den Fokus auf zwei Hauptprobleme legten: mobile Unabhängigkeit und Entscheidungsautonomie. Jeder Teilnehmer erwähnte mindestens einmal während des Interviews den Aspekt der mobilen Unabhängigkeit:

> *“Das man sehr selbständig noch ist und irgendwo hin kann. Also das finde ich sehr wichtig und finde es auch die Busverbindungen hier oben sehr gut. Bin ich sehr zufrieden. Und das ist mir auch sehr wichtig. Sie brauchen also niemanden weil die Verbindungen sehr gut sind und man ist dann auch schnell überall. Das ist dann auch für mich sehr wichtig. (…) Ja, das ist mir schon sehr wichtig”, (Frau Schneider, 76).*

Frau Schneider ist verwitwet und lebt ohne Auto in einem Vorort. Unabhängig mobil zu sein hat einen zentralen Stellenwert in ihrem Leben. Für sie bedeutet Unabhängigkeit, ihre tägliche Mobilität durch Nutzung der eigenen Ressourcen entsprechend ihrer Fähigkeiten bewerkstelligen zu können, ohne auf Andere angewiesen zu sein. Es ist dieses Verständnis von Unabhängigkeit "Dinge alleine zu tun", auf der Basis eigener physischer und kognitiver Fähigkeiten, das sich als die dominierende Bedeutung in den Interviews heraus kristallisierte. Dabei scheint Unabhängigkeit insbesondere für ältere Menschen ein wichtiges Konzept ihrer Alltagsmobilität zu sein, das es nach innen und außen zu wahren gilt. Viele Befragte artikulierten trotz guter Gesundheit die Angst, diese Unabhängigkeit zu verlieren und in Zukunft auf Andere angewiesen zu sein.

Entscheidungsautonomie bezieht sich dagegen auf die Möglichkeit nach den eigenen Vorstellungen und Wünschen mobil zu sein. Aussagen wie die folgende bringen diese Position klar zum Ausdruck:

> *“Mobilität bedeutet mir sehr viel. Alles... auch dieser Entschluss, ja allein der Gedanke ich KANN jetzt weg wenn ich will...das ist so wichtig. Auch wenn ich vielleicht gar nicht fahre, aber allein...ja das Wissen wenn ich jetzt wegmöchte kann ich jetzt zur Garage gehen, setze mich in mein Auto und fahre weg. Das ist Alles“, (Frau Müller, 77).*

Für Frau Müller, die mit ihrem Mann in einer eher ländlichen Gegend lebt, ist mobile Autonomie entscheidend. In dem Zitat kommt das Bedürfnis zum Tragen selbst zu entscheiden wo, wann und wie man unterwegs sein möchte. Der Wunsch nach autonomer Entscheidungsfähigkeit steht auch im Einklang mit den Ergebnissen von Urry, der zeigt, dass „Mobilitätsautonomie“ ein zentraler Aspekt unserer Wahrnehmung von Freiheit ist [18]. Frau Müller bildet mit Ihrer Aussage keine Ausnahme, sondern ist nur ein Beispiel, das auf ähnliche Weise von nahezu allen Personen geäußert wurde.

4.2 Unabhängigkeit und Entscheidungsautonomie in unterschiedlichen Beförderungsarten

Die beiden Konzepte der mobilen Unabhängigkeit und der Entscheidungsautonomie sind zwar miteinander verwoben, doch wurden sie von den Befragten immer wieder in Zusammenhang mit den verschiedenen Transportmodi gebracht, wie in der folgenden Tabelle 2 verzeichnet ist. „X“ bedeutet in diesem Fall, dass der jeweilige Transportmodus die Wahrnehmung hinsichtlich des jeweiligen Merkmals positiv beeinflusst.

	Private Verkehrsmittel (Auto)	**Öffentliche Verkehrsmittel**	**Mitfahrten**
Mobile Unabhängigkeit	X	X	-
Entscheidungsautonomie	X	-	-

Tabelle 2: Verteilung von mobile Unabhängigkeit und Entscheidungsautonomie auf versch. Transportmodi

Dem Auto wurden als privates Verkehrsmittel sowohl mobile Unabhängigkeit, als auch eine hohe Entscheidungsautonomie zugesprochen, während dem Konzept der Mitfahrten beide Eigenschaften abgesprochen werden. Der 80-jährige Herr Meier, der in einem sehr dünn besiedelten Ortsteil wohnt, beschreibt wie einige andere Befragte auch, die mobile Unabhängigkeit als einen der großen Vorteile des privaten Autofahrens:

> *“Ich fahre immer mit dem Auto. Noch immer fahren zu können bedeutet mir sehr viel. Für mich heißt das, dass ich dahin fahren kann wo ich hin möchte. Obwohl die Bushaltestelle direkt vor der Türe ist, würde mich die Busnutzung sehr stark einschränken. Ich müsste meinen Tagesablauf genau nach den Plänen ausrichten. Sie brauchen aber ein Auto um alle Ziele erreichen zu können, den Arzt oder das Theater”, (Herr Meier, 80).*

Das Benutzen des Autos erlaubt diesem Befragten das Besuchen von Orten, die er zu Fuß oder mit dem Bus nicht mehr erreichen kann. Das Auto wird sogar als "Kompensationsmittel" beschrieben, um die individuelle Unabhängigkeit zu schützen, wenn die körperliche Funktionsfähigkeit nachlässt oder als Alternative zu der oft unzureichenden öffentlichen Infrastruktur. Auch der Aspekt der Entscheidungsautonomie ist angesprochen: Ein Auto zu besitzen ist mit der Option verknüpft, mobil zu sein wann immer man möchte, ohne die eigne Mobilität an Zeitplänen ausrichten zu müssen. Aussagen wie diese, die das Auto als *conditio sine qua non* der Mobilitätsautonomie adressieren waren keine Ausnahme, sondern bilden eher die Regel. Dieser Aspekt wird auch von einer anderen Teilnehmerin ausgeführt und im Vergleich zu der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs besonders deutlich:

> *“bei öffentlichen Verkehrsmittel, da muss ich planen, da muss ich also vorher erst mal gucken, wie ich das machen kann, muss. Wenn ich jetzt mit dem Bus fahren wollte muss ich sagen, ja Gott, der, muss mich jetzt auf die Socken machen, in 10 Minuten fährt der Bus, ne. Und wenn ich jetzt sage, ich fahre mit dem Auto, ist das egal ob ich jetzt fahre oder in einer halben Stunde. Wirklich BRAUCHEN tu ich ein eigenes Auto nicht, ich nutze das nicht jeden tag. Aber ich will dass es vor der Türe steht und da ist wenn ich es brauche, dann bin ich nicht so abhängig. (...) Also, so ein Auto ist schon ein Stück Freiheit für mich“, (Frau Stolpp, 75).*

Während das Auto auch hier als Verkehrsmittel der Wahl hervorgehoben wird, Mobilitätswünsche unmittelbar ohne eine detaillierte Reiseplanung in die Tat umzusetzen, wird die öffentliche Infrastruktur zumindest nicht als Autonomie einschränkend beschrieben. In anderen Interviews wurde die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs noch stärker als ein infrastrukturelles „Recht" artikuliert, das kein Gefühl der Verpflichtung anderen gegenüber impliziert. Während öffentliche Verkehrsmittel demnach auch ein unabhängiges Reisen ermöglichen, eignet sich nur das Auto optimal zur autonomen Entscheidungsfindung. Es ermöglicht Spontaneität, Unabhängigkeit und ein Gefühl der Kontrolle, das von anderen Transportmodalitäten nicht nachgebildet werden kann. Vielmehr werden Fahrpläne und feste Routen als Einschränkung der eigenen Flexibilität wahrgenommen, wodurch die Entscheidungsautonomie strukturell gehemmt wird.

Im Falle von Mitfahrten ist die Situation nochmals verschärft. Bereits der Begriff des Mitfahrens impliziert, dass Fahrer und Mitfahrer zu einem bestimmten Grad voneinander abhängig sind. Im Unterschied zu anderen Transportmodi wird eine Kooperation zwischen Fahrer und Mitfahrer sogar zwingend nötig um den weiteren Ablauf der gemeinsamen Fahrt zu klären, wie in dem folgenden Zitat deutlich wird:

> *"Da (beim Mitfahren) muss ich mich dem Fahrer immer anschließen, egal wie Jemand fährt. Ich würde mich dann auch nach dem Fahrer richten und ihm entgegenkommen, so wie er fahren will. Dann mache ich meine Sachen doch lieber alleine, dann muss ich hinter keinem her gucken. Dann bin ich unterwegs wo ich will und wie lange ich will und was ich will und dann mache ich das, ja (…) Das sind alles diese Dinge, nein, also schon unabhängiger", (Frau Bieler, 73).*

Diese Beschreibung von Frau Bieler erlaubt Analogien zu den Rollen von „Gast" und „Gastgeber", wie sie bereits von Scherlock zur Beschreibung von Mitfahrten herangezogen wurden [16]. Es wird deutlich, dass sich "gute" Gäste in ihrer Planung nach dem Fahrer richten und sich dessen Plänen (bspw. örtlich und zeitlich) unterordnen. Umgekehrt wird eine solche Berücksichtigung durch den Fahrer nicht erwartet. Generell ist der Fahrer zwar in der besseren Position Vorgaben hinsichtlich des Zielortes, der Zeit und des gewünschten Passagiers zu machen, jedoch wird von ihm als „guter Gastgeber" ebenfalls erwartet, auf die Bedürfnislage der Gäste einzugehen und Rücksicht zu nehmen. In den Interviews wurde mehrfach deutlich, dass der gemeinsame Aushandlungsprozess zwischen Fahrer und Mitfahrer viele Unsicherheiten mit sich bringt, die aus einem reziproken Verhältnis zwischen Fahrer und Mitfahrer resultieren, einander ein verpflichtendes Arrangement einzugehen, dass die mobile Unabhängigkeit der beteiligen Akteure hemmt.

Obgleich Mitfahrten bei den meisten Befragten Teil des Mobilitätsalltags sind, wurde dennoch deutlich, dass sie negativ hinsichtlich der beiden Konzepte von Unabhängigkeit und wahrgenommen werden.

4.3 Kooperationsstrategien bei Mitfahrten

Die ethnographische Studie machte ferner deutlich, dass sich der Wunsch nach mobiler Unabhängigkeit und Entscheidungsautonomie auch praktische Implikationen hat. Beschreibungen von Mitfahrsituationen und Beobachtungen der Mitfahrsituationen ließen Kooperationsstrategien erkennen, um den Einschränkungen entgegen zu wirken. Im Folgenden wollen wir die identifizierten Routinen genauer darlegen.

Herstellung von Reziprozität

Die erste identifizierte Strategie kann als Herstellung des reziproken Verhältnisses verstanden werden. Sie basiert auf der bereits oben erwähnten Gast und Gastgeber-Beziehung. Das Angebot einer Mitfahrt kann in diesem Sinne auch als Geschenk im Rahmen einer informellen Ökonomie verstanden werden (Mauss 1990), das den Mitfahrer im Gegenzug zu Dankbarkeit verpflichtet. In den Interviews wurde das Reziprozitätsprinzip von Gabe und Gegengabe mehrfach im Kontext von Mitfahrten angesprochen. Das folgende Zitat liefert ein Beispiel das auf das Mitfahren unter Freundinnen bezogen ist:

> *"Und als Ausgleich kann man ja ab und zu ein Blümchen, eine Blume als Dankeschön. Sie möchten ja nichts haben, aber dann als Dankeschön kann man ja mal eine Blume. So ein kleines Blümchen. Aber das mache ich auch nicht so oft, weil sie das nicht möchten. Wenn die sagen, ob jetzt drei Leute sitzen im Auto oder vier Leute im Auto, das ist gleich", (Frau Schneider, 64).*

Auf einen ersten Blick scheint es selbstverständlich von (kostenlosen) Angeboten zur Mitfahrt Gebrauch zu machen. Dieses Zitat zeigt jedoch, dass solche "Schenkökonomien", wie sie bei Mitfahrten zum Tragen kommen auf komplexen und informellen Regeln basieren. Die genannten Rollen von Gast und Gastgeber sind in eine reziproke Beziehung eingebettet, der Rechnung getragen werden muss. Wie aber die Reziprozität, der Ausgleich für das Geschenk „Mitfahrt", vom Mitfahrer hergestellt wird, hängt stark von der Beziehung der Akteure untereinander ab. Wie im oben aufgeführtem Zitat deutlich wird, ist das Reziprozitätsprinzip von Gabe und Gegengabe den Akteuren durchaus bewusst. Entsprechend entwickelten die Akteure unterschiedliche Strategien, um dem Prinzip zu begegnen und ihre Unabhängigkeit zu wahren. Ein häufiger Fall ist z.B. ein alternierendes Fahrersystem. Handelt es sich um eine etablierte Fahrgemeinschaft, kann dem Reziprozitätsprinzip Rechnung getragen werden, wenn sich die Fahrer abwechseln. Schwieriger wird die Situation dann, wenn kein eigenes Auto zur Verfügung steht, wie in dem oberen Beispiel von Frau Schneider. Häufig griffen die Akteure dann auf ein kleines Geschenk zurück um sich zu bedanken. Festzuhalten bleibt, dass das Reziprozitätsprinzip eine flexible Aushandlung zwischen Fahrer und Mitfahrer benötigt, das nicht durch starr formalisierte Strukturen unterstützt werden kann.

Identifizierung möglicher Fahrer

In den Interviews wurde immer wieder ein unausgewogenes Verhältnis von Angebot und Nachfrage deutlich: Während die meisten Akteure aussagten nur ungerne Anfragen für Mitfahrten zu stellen, zeigten sie gleichzeitig eine große Bereitschaft Andere mitzunehmen. Diese Beobachtung kann zum Teil auf die dargestellte reziproke Beziehung zwischen Fahrer und Mitfahrer zurückgeführt werden und ist dann als Strategie zu verstehen dem anderen Nichts schuldig zu sein. Darüber hinaus ist erneut die Beziehungskonstellation der Beteiligten entscheidend. Besonders ausgeprägt sind Aussagen keine Familienangehörigen nach Mitfahrten fragen zu wollen, da in diesen Fällen eine starke Verpflichtung der Angehörigen antizipiert wird. Dagegen ließ sich eine größere Bereitschaft beobachten Freunde oder Bekannte zu fragen. Die Strategie gezielt Fahrer auszuwählen, wird auch in dem folgenden Zitat deutlich:

> *"Es gibt einige Personen die mir anbieten mitzufahren. Aber es gibt nicht viele bei denen ich mitfahren würde, weil ich weiß was es für sie bedeutet. Ich kenne das Gefühl, hast Du erst einmal Jemandem angeboten Mitzufahren, dann fühlen sie sich verpflichtet immer wieder zu fragen. Ich versuche also so wenig Personen wie möglich zu fragen. Ab besten Bekannte, die einen ähnlichen Rhythmus haben", (Frau Grauß, 78).*

Das Zitat illustriert die von uns häufiger beobachtete Strategie nicht Personen zu fragen, die sich verpflichtet fühlen, oder wie im Falle von Familienangehörigen eine Bitte nicht einfach ausschlagen können. Stattdessen wird versucht, jene Personen zu kontaktieren, die Fahrten sowieso antreten und nicht extra fahren müssen. Außerdem wird versucht Niemand zu häufig zu fragen, sondern die Anfragen über ein Netz von Freunden und Bekannten zu verteilen. Im Sinne der informellen Ökonomien stellen diese Kostensenkungsstrategien dar, um anderen möglichst nicht zur Last zu fallen und gemäß dem Reziprozitätsprinzip eigene Verpflichtungen gegenüber den anderen zu minimieren.

Identifizierung ähnlicher Mobilitätsmuster

Meist reicht es nicht nur an Zielen anzukommen, sondern auch eine Rückfahrt zu organisieren. Eine Strategie, die oft im Kontext informeller Mitfahrten expliziert wurde, besteht in der Identifizierung gemeinsamer Routen. Koordinative Fragen im Zuge der Mobilitätssicherung werden dabei meistens bereits durch Vereinbarungen über die Mitfahrt ausgemacht (z.B. wo man rausgelassen werden soll und wann man wieder eingesammelt wird). Hierbei eignen sich manche Fahrten besser als andere. Befragte äußerten Strategien zur Auswahl von bestimmten Strecken auf der Basis von Mobilitätsprofilen. Ähnliche Mobilitätsmuster wurden bevorzugt für Mitfahrten herangezogen, was auch der eigenen Unabhängigkeit und Autonomie einträglich ist, da kein oder nur ein sehr geringer zusätzlicher Aufwand auf der Seite des Fahrers entsteht. Ein Beispiel wird in dem folgenden Zitat deutlich:

> „*ja, das sind feste... das ist eine Gruppe, wo wir gemeinsam was unternehmen...mal ins Kino fahren...und ähm, dann fragt man willst du auch heute dahin beziehungsweise morgen und dann sagt Jemand, ja, hör mal ich fahre oder ich fahre", (Frau Schneider, 64).*

Gemeinsame Aktivitäten wie z.B. Besuche von Kino oder Theater, etc. geben meist schon einen festen Rahmen für die Koordination einer Mitfahrt an. Startzeitpunkt, Aktivitäten am Zielort und Rückkehr werden bereits durch das gemeinsame Event vorstrukturiert und minimieren dadurch Unsicherheiten in der Mobilitätsplanung.

5 Gestaltungsvorschläge

Unsere Analyse zeigt, dass aus Sicht der Akteure das Mitfahren nicht auf das mathematische Problem des „Matching" von Angebot und Nachfrage, sowie ökumenische Herausforderungen der Senkung der (Transaktions-)Kosten reduzierbar ist. Aus der Perspektive der Akteure wurde das Mitfahren zunächst als eine soziale Praktik artikuliert, die in dem Spannungsfeld mobiler Unabhängigkeit und individueller Entscheidungsfreiheit konstituiert wird. Die weitere Analyse brachte Kooperationsstrategien zum Vorschein wie die älteren Teilnehmer mit dem Spannungsfeld in alltäglichen Mitfahrsituationen umgehen.

Diese Strategien können für praktische Herausforderungen sensibilisieren und dem Design daher als wichtige Inspirationsquelle dienen. Im Folgenden werden einige Gestaltungsideen skizziert und dargestellt inwiefern sie einen Beitrag zur Unterstützung mobiler Unabhängigkeit und der Entscheidungsautonomie liefern können.

***Inter- /Multi-Mobilität**:*

Mitfahrsysteme sollten in eine Plattform mit weiteren Mobilitätsangeboten integriert werden.

Beitrag zur mobilen Unabhängigkeit: Wenn neben privaten Mitfahrangeboten auch weitere Dienste und ÖPNV-Angebote eingebettet sind, kann die größere Auswahl helfen die Abhängigkeit zu verringern oder zu vermeiden.

Beitrag zur Entscheidungsautonomie: Werden Fahrangebote durch zusätzliche Mobilitätsangebote angereichert, kann die Entscheidungsautonomie durch die zusätzlichen Wahlmöglichkeiten erweitert werden.

Angebotsorientierung bei Mitfahrmobilität:

Neben den Anfragen auf Mitfahrgelegenheiten sollte der Nutzer auch aktiv eigene Mitfahrangebote einstellen können. Des Weiteren sollte diese Option gegenüber Anfragen auf Mitfahrgelegenheiten durch besondere Berücksichtigung im Design strukturell begünstigt werden.

Beitrag zur mobilen Unabhängigkeit: Die älteren Teilnehmer zeigten eine große Bereitschaft Fahrten anzubieten, aber vermieden das Nachfragen von Mitfahroptionen. Das Bitten/Anfragen um Mitfahrten vermittelte ein subjektiv empfundenes Abhängigkeitsgefühl. Um dieses Gefühl zu vermeiden sollte das Design stattdessen auf Mitfahrangebote im Sinne einer „Bitte um Mitfahrer/Innen“ aufmerksam machen und das Einstellen von Mitfahrerangeboten so einfach wie möglich anbieten.

Beitrag zur Entscheidungsautonomie: Die Entscheidungsautonomie wird nicht negativ adressiert, da das Konzept von Fahrgemeinschaften in gewisser Weise umgekehrt wird. Mitfahrende müssen nicht aktiv nach einer Fahrt suchen, sondern das System macht aktiv auf interessante Angebote aufmerksam.

Abbau sozialer Unsicherheiten und Förderung informeller Kommunikation:

Die Mitnahme von fremden Personen bzw. das Einsteigen in ein fremdes Fahrzeug ist mit Gefühlen von Unsicherheit verbunden. Das System sollte deshalb zulassen sich vor Fahrantritt über den Anderen zu informieren und in Verbindung zu setzen. Diese Unterstützung sollte ferner nicht zu stark formalisiert sein, sondern vielmehr einen informellen Kommunikationsraum schaffen, um persönliche Präferenzen zu artikulieren und zu interpretieren.

Beitrag zur mobilen Unabhängigkeit: Durch informelle Kommunikationsmöglichkeiten können durch Absprachen potentielle Mobilitätsbarrieren frühzeitig beseitigt werden (z.B. bei der Aushandlung von Einstiegs- bzw. Ausstiegspunkten).

Beitrag zur Entscheidungsautonomie: Nutzer erhalten die Möglichkeiten Angebote oder Anfragen im Kontext von „Mobilitätsaktivitäten“ zu verstehen und einzuschätzen. Ablauf und gegenseitige Erwartung könnten im Vorfeld geklärt werden. Dies erhöht die Entscheidungsautonomie, da so die Akzeptanz gesteigert und Druck vermindert wird Entscheidungen zu revidieren.

***Aktivitätsunterstützung über die reinen Fahrten hinaus*:**

Aktuelle Mitfahrsysteme fokussieren allein auf die Vermittlung einzelner Fahrten. Aus Sicht des Nutzers ist die Fahrt jedoch eingebettet in eine außerhäusliche Aktivität (wie z.B. Theaterbesuch, Einkaufen, Freunde besuchen, etc.). Das System sollte den Nutzer dabei unterstützten, die zur Aktivität benötigten Fahrten bzw. Mobilitätsakte im Vorfeld zu planen und deren Inanspruchnahme sicherzustellen.

Beitrag zur mobilen Unabhängigkeit: Die Mobilität älterer Menschen ist nicht primär dadurch eingeschränkt, dass es an Personen zur Mitnahme mangelt. sondern dass u.a. die Rückfahrt nach Hause nicht sichergestellt ist. Aktivitäts-orientierte, statt Fahrt-orientierte Lösungen könnten helfen diese Barrieren abzubauen.

Beitrag zur Entscheidungsautonomie: Eine Aktivitätsorientierung kann dazu beitragen die Autonomie älter Menschen zu erhöhen, die notwendigen Mobilitätsakte aus verschiedenen Angeboten zusammenzustellen. Des Weiteren kann durch die Orientierung an der gesamten Aktivität der koordinative Aufwand für den einzelnen Mobilitätsakte verringert werden (z.B. indem man gleich bei der Antrittsplanung die Modalitäten für Hin- und Rückfahrt klärt).

Flexible Bezahlmodelle:

Die Gegenleistung für den Gefallen der Mitnahme sollte nicht wie in den meisten Systemen auf eine finanzielle Entschädigung beschränkt sein. Vielmehr sollte die Gegenleistung aushandelbar sein. Entsprechend sollte das System den Akteuren sinnvolle Informationen über Kosten und Einsparungen liefern, sowie eine Vorstellung über den Wert der Leistung vermitteln.

Beitrag zur mobilen Unabhängigkeit: Die Kompensation von Leistungen stellt ein wichtiges Instrument dar, um das Reziprozitätsprinzip einzulösen und Verbindlichkeiten und Abhängigkeiten gegenüber Anderen aufzulösen.

Beitrag zur Entscheidungsautonomie: Die Entscheidung eine spezifische Mobilitätsoption zu nutzen hängt unter anderem davon ab, wie sich Kosten und Nutzen für Jeden individuell und situativ gegenüberstehen. Die Flexibilisierung hilft Bedingung zur Mitnahme gestaltbar zu machen und so Entscheidungsfreiheiten einzuräumen. Vor allem aus Sicht des Fahrers kann ein festgelegter Betrag dazu führen, dass sich dieser gegenüber dem Mitfahrer verpflichtet fühlt und abhängig von ihm wird.

6 Ausblick

Die identifizierten Herausforderungen der Wahrung von Unabhängigkeit und Entscheidungsautonomie bei Mitfahrten sind keineswegs die einzigen Faktoren, die es bei der Entwicklung von Mitfahrsystemen zu berücksichtigen gilt, jedoch wurden beide Konzepte von den älteren Nutzern als zentrale Aspekte artikuliert. Für die weitere Forschungsaktivität ist ferner noch zu prüfen, ob die Ergebnisse und Gestaltungskonzepte auch auf weitere Nutzergruppen, wie Menschen mit Handicaps oder jüngere Personen übertragbar sind und für diese einen Mehrwert bereit stellen können. Ferner können die Konzepte durch eine Evaluation im Feld abgesichert, modifiziert oder revidiert werden. Eine erste Evaluation wird bereits in den nächsten Wochen und Monaten mit einem initialen aber umfassenden Prototypen weitere Erkenntnisse liefern können.

7 Literatur

[1] Brereton, M., Roe, P., Foth, M., Bunker, J.M., and Buys, L. Designing participation in agile ridesharing with mobile social software. *Proceedings of the 21st Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction Special Interest Group: Design: Open 24/7*, ACM (2009), 257–260.

[2] Ghelawat, S., Radke, K., and Brereton, M. Interaction, privacy and profiling considerations in local mobile social software: a prototype agile ride share system. *Proceedings of the 22nd*

Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction, ACM (2010), 376–379.

[3] Handke, V. and Jonuschat, H. *Flexible Ridesharing: New Opportunities and Service Concepts for Sustainable Mobility*. Springer, 2012.

[4] Hansen, E.G., Gomm, M.L., Bullinger, A.C., and Moslein, K.M. A community–based toolkit for designing ride–sharing services: the case of a virtual network of ride access points in Germany. *International Journal of Innovation and Sustainable Development 5*, 1 (2010), 80–99.

[5] Knoblauch, H. Focused ethnography. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*, (2005).

[6] Lord, S., Després, C., and Ramadier, T. When mobility makes sense: A qualitative and longitudinal study of the daily mobility of the elderly. *Journal of Environmental psychology 31*, 1 (2011), 52–61.

[7] Mauss, M. The Gift: The Form and Reason for Exchange in Archaic Societies, trans. WD Halls. *New York and London: WW Norton*, (1990).

[8] Mirisaee, S.H. A human-centred context-aware approach to develop open-standard agile ridesharing using mobile social networks. *Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction*, ACM (2010), 445–448.

[9] Mollenkopf, H. *Enhancing mobility in later life: personal coping, environmental resources and technical support; the out-of-home mobility of older adults in urban and rural regions of five European countries*. Ios Press, 2005.

[10] Ogonowski, C., Ley, B., Hess, J., Wan, L., and Wulf, V. Designing for the living room: long-term user involvement in a living lab. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM (2013), 1539–1548.

[11] Plath, D. Independence in Old Age: The Route to Social Exclusion? *British Journal of Social Work 38*, 7 (2008), 1353–1369.

[12] Radke, K., Brereton, M., Mirisaee, S., Ghelawat, S., Boyd, C., and Nieto, J.G. Tensions in developing a secure collective information practice-the case of agile ridesharing. In *Human-Computer Interaction–INTERACT 2011*. Springer, 2011, 524–532.

[13] Randall, D., Harper, R., and Rouncefield, M. *Fieldwork for design*. Springer-Verlag London Limited, 2007.

[14] Rosenbloom, S. The Mobility Needs of Older Americans. *Taking the High Road: A Transportation Agenda of Strengthening Metropolitan Areas*, (2004), 227–54.

[15] Schmitt, V. and Sommer, I.C. „Mobilfalt "–ein Mitnahmesystem als Ergänzung des ÖPNV in ländlichen Räumen. In *Schritte in die künftige Mobilität*. Springer, 2013, 401–413.

[16] Sherlock, K. Revisiting the concept of hosts and guests. *Tourist Studies 1*, 3 (2001), 271–295.

[17] Teodorović, D. and Dell'Orco, M. Mitigating traffic congestion: solving the ride-matching problem by bee colony optimization. *Transportation Planning and Technology 31*, 2 (2008), 135–152.

[18] Urry, J. *Mobilities*. Polity, Cambridge, UK; Malden, MA, 2007.

[19] Wash, R., Hemphill, L., and Resnick, P. Design decisions in the RideNow project. *Proceedings of the 2005 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work*, ACM (2005), 132–135.

[20] Wessels, R., Pueboobpaphan, R., Bie, J., and van Arem, B. *Integrating online social networks with ridesharing systems: effects of detour and level of friend*. .

[21] Wulf, V., Rohde, M., Pipek, V., and Stevens, G. Engaging with practices: design case studies as a research framework in CSCW. *Proceedings of the ACM 2011 conference on Computer supported cooperative work*, ACM (2011), 505–512.

[22] Xing, X., Warden, T., Nicolai, T., and Herzog, O. SMIZE: a spontaneous ride-sharing system for individual urban transit. In *Multiagent System Technologies*. Springer, 2009, 165–176.

Teilkonferenz: Kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen

Dieser Track beschäftigt sich mit Methoden und Konzepten sowie der softwaretechnischen Anbahnung und Realisierung komplexer, kundeninduzierter Dienstleistungen. Viele Dienstleistungen können aufgrund ihrer Komplexität nicht von einem einzigen Unternehmen bzw. einer einzigen Organisation erbracht werden. Solche komplexen Dienstleistungen werden dann aus Komponenten-Dienstleistungen zusammengestellt („orchestriert"). Zunehmend spezifiziert der Kunde selber, wie die gewünschte komplexe Dienstleitung aussehen soll („Kundeninduzierung"). Die kundeninduzierte Orchestrierung von komplexen Dienstleistungen erfordert eine umfassende informationstechnische Unterstützung.

Insgesamt konnten drei Beiträge für diesen Track angenommen werden. *Kutsch et al.* werten aus, welche Einflussgrößen die wahrgenommene Produktivität von Softwaredienstleistungen beeinflussen. Für den Bereich von IT-Innovationen diskutieren *Sachse et al.* ein Kundenmodell, welches auf Kundenbedürfnisse anstelle von Produktattributen abstellt. Der Beitrag von *Eine und Stelzer* behandelt ein Metamodell zur Strukturierung, Visualisierung und Beschreibung der für komplexe Dienstleistungen relevanten Objekte und Beziehungen.

Die Organisatoren des Tracks bedanken sich bei den AutorInnen für die Einreichung ihrer Arbeiten. Ein herzlicher Dank geht auch an unsere GutachterInnen, die verlässlich und engagiert bei der Qualitätssicherung mitgewirkt haben.

Dezember 2013

Jan Fabian Ehmke, Andreas Oberweis, Alfred Winter

(Teilkonferenzleitung)

Produktivitätswahrnehmung von Anbietern und Kunden bei professionellen Dienstleistungen: Unterschiede und Gemeinsamkeiten am Beispiel von Software Customizing

Horst Kutsch, Mario Schaarschmidt, Matthias Bertram, Harald von Kortzfleisch

Universität Koblenz-Landau, Institut für Management, 56070 Koblenz

E-Mail: kutsch@uni-koblenz.de | mario.schaarschmidt@uni-koblenz.de | matthias.bertram@uni-koblenz.de | harald.vom.kortzfleisch@uni-koblenz.de

Research in Progress Paper

Abstract

Die Messung von Dienstleistungsproduktivität stellt Firmen vor große Herausforderungen, da sich viele Eigenschaften von Dienstleistungen wie beispielsweise Immaterialität und Zusammenfall von Produktion und Konsumption (uno-actu-Prinzip) einer herkömmlichen Produktivitätsmessung entziehen. Insbesondere der Input von Kunden ist oftmals nur schwer zu quantifizieren und einer Messung von Produktivität im traditionellen Sinne zuzuführen. Der vorliegende Beitrag skizziert die Herausforderungen der Messung von Dienstleistungsproduktivität am Beispiel von Software Customizing und schlägt alternative Messmöglichkeiten vor. Eine dyadische Befragung von Anbietern von Business Software sowie deren Kunden zeigt, welche Einflussgrößen die wahrgenommene Produktivität von Softwaredienstleistungen auf Anbieter- und Kundenseite beeinflussen. Gleichsam zeigt der Beitrag, bezogen auf welche Faktoren sich Anbieter- und Kundenwahrnehmung von Dienstleistungsproduktivität unterscheiden.

1 Einleitung

Die Messung der eigenen Produktivität, definiert als das Verhältnis von quantifizierten Output- zu Inputfaktoren, war und ist in der industriellen Fertigung eine der wichtigsten Tätigkeiten, um ein Unternehmen effizient und effektiv steuern zu können. Aufgrund dieses Stellenwertes der eigenen Produktivität wurde eine Vielzahl an Methoden und Instrumenten mit dem Ziel entwickelt, Produktivität bestmöglich erfassen bzw. abbilden zu können. Kern einer jeden Produktivitätsbetrachtung bleibt jedoch die Relation zwischen einer Menge von eingesetzten Ressourcen (Input) und dem Ergebnis dieses Einsatzes (Output) [13]. Im Falle von Dienstleistungen, bei welchen definitionsgemäß der Kunde in den Produktionsprozess eingebunden wird, besteht indes Konsens darüber, dass sich Dienstleistungsproduktivität der Messbarkeit mittels klassischer Methoden entzieht, da insbesondere Input und Output auf Kundenseite nur schwer quantifizierbar sind [9]. Beispielsweise würde auf der Outputseite des Kunden sicher Zufriedenheit mit der Dienstleistung zu stehen haben, auf der Inputseite sicher die Zeit, die der Kunde für die erbrachte Dienstleistung bereitstellt [4]. Obgleich beides zu messen ist, ist es im Vergleich mit Maschinenbelegungszeiten ungleich schwerer, die benötigten Daten dafür zu ermitteln. So berichten mehrere Quellen, dass Dienstleistungsproduktivität bei weitem nicht so intensiv gemessen wird wie Produktivität in der industriellen Fertigung [12][19]. Da jedoch insbesondere stark produkt- bzw. gütergetriebene Branchen wie Maschinenbau oder Softwareherstellung zunehmend davon Gebrauch machen, zusätzliche Umsätze durch das Ausweiten der angebotenen Dienstleistungen zu erwirtschaften [1][16], gewinnt die Messung von Dienstleistungsproduktivität an Bedeutung sowohl in der Wissenschaft als auch insbesondere in der Praxis.

Der vorliegende Beitrag widmet sich daher den Möglichkeiten und Grenzen der Messung von Dienstleistungsproduktivität. Gegenstand der Untersuchungen sind Business-to-Business Dienstleistungen in der Softwarebranche in Form des Customizings von Produktsoftware [8]. Im Gegensatz zu Software für Endkonsumenten lässt sich Software im professionellen Umfeld nicht einfach „Out-of-the-Box“ installieren. Vielmehr bedarf es der Anpassung der Software auf Kundenbedürfnisse. Viele dieser Anpassungen sind jedoch nur auf Quellcodeebene durchzuführen, was nach einem Know-How verlangt, welches der Kunde typischerweise nicht zur Verfügung hat [10][17]. Große Softwarehäuser bieten daher die Dienstleistung der Anpassung selbst, oder durch entsprechende Partnerunternehmen, an. Die Schwierigkeit der Erfassung von Dienstleistungsproduktivität zeigt sich auch hier, woraus sich die leitenden Fragen für diesen Beitrag speisen: *Welche Faktoren beeinflussen die wahrgenommene Produktivität von Customizing-Dienstleistungen auf Anbieter und Kundenseite? In wie weit stimmen Anbieter- und Kundeneinschätzungen von Produktivität überein?*

Zur Beantwortung der Frage führen die Autoren eine quantitative dyadische Befragung durch, bei welcher Anbieter- und Kundenwahrnehmung bezogen auf ein und dasselbe Projekt erfragt werden. Da das Forschungsvorhaben sich in einem „in-progress“-Zustand befindet, ist die bisherige Fallzahl nicht dazu geeignet, mächtige statistische Instrumente wie beispielsweise Kausalanalyse zu nutzen. Die Autoren beschränken sich daher auf das Aufzeigen von Korrelationen und leiten daraus erste Implikationen bezogen auf die Wahrnehmung von Dienstleistungsproduktivität aus Anbieter- und Kundensicht sowie deren Messung ab.

2 Kontext: Customizing von Business Software als Dienstleistung

Umgangssprachlich wird unter Customizing (oder Customization) die Anpassung eines Produktes an individuelle Bedürfnisse eines Kunden verstanden. Die Literatur aus dem strategischen Management sieht Customizing als graduelle Abstufungen zwischen den beiden Ausrichtungen Individualentwicklung und Massenproduktion für anonyme Märkte [3]. Insbesondere mit Blick auf die Massenproduktion hat sich auch der Begriff *mass customization* etabliert.

Die Wirtschaftsinformatik im Speziellen versteht unter Customizing von Business Software solche Maßnahmen, die im Rahmen der Einführung von Anwendungssystemen zur Anpassung einer standardisierten Software an konkrete Kundenanforderungen durchgeführt werden. Customizing wird dabei in der Regel projektorientiert durchgeführt und kann technische, aber auch organisatorische Komponenten beinhalten, die vor, während oder nach dem Customizing-Projekt auftreten können. Während technisches Customizing systematisch in Konfiguration, Parametrisierung oder Erweiterungsprogrammierung unterschieden, wird bei organisatorischem Customizing von wissensintensiven Beratungs- oder Consultingdienstleistungen gesprochen [10]. Zur Erreichung eines hohen individuellen Abdeckungsgrad der Standardsoftware, muss daher beim Kunden mit höheren (Dienstleistungs-)Kosten durch den Einsatz von Software- und Systemhäusern und/oder Beratungsunternehmen gerechnet werden.

3 Methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der in der Einleitung aufgeworfenen Fragestellung wählen die Autoren ein quantitatives Vorgehen, welches insbesondere eine dyadische Befragung von Anbietern und Kunden umfasst bezogen auf das gleiche Projekt. Da Anbieter und Kunden möglicherweise mehrere Kontaktpunkte bezogen auf mehrere Produkte oder Dienstleistungen haben, wurde je Dyade ein existierendes Customizing-Projekt als Referenz genutzt. Dadurch ist sichergestellt, dass die Antworten von Anbietern und Kunden sich jeweils auf den gleichen Gegenstand beziehen, wodurch die Antworten vergleichbar werden.

Zur Erhebung der Daten wurde der Kontakt zu Softwarefirmen gesucht, welche gleichsam Dienstleistungen der Installation und Anpassung der ausgelieferten Software anbieten. Drei Softwareanbieter erklärten sich bereit Fragebögen bezogen auf ihre jeweiligen Projekte auszufüllen und überdies ihre jeweiligen Kunden zur Ausfüllung eines Kundenfragebogens zu animieren. Auf Seiten der Anbieter und der Kunden beantwortete jeweils der Projektmanager die Fragen zu dem entsprechenden Projekt. Durch dieses Procedere wurden 16 dyadische Beobachtungen geschaffen, welche die Kunden- und Anbietersicht vereinen. Obgleich die Anbieter jeweils den Fragebogen an ihre Kunden verschickten, wurde im Anschreiben darauf hingewiesen, dass der Anbieter die jeweiligen Antworten nur in anonymisierter Form zu Gesicht bekommt. Diese Maßnahme soll zu einem ehrlichen Antwortverhalten motivieren.

Dem Fragebogen lag ein theoretisches Modell zugrunde, welches aufgrund der geringen Fallzahl jedoch verworfen wurde, da benötigte statistische Software auf solchen Fallzahlen keine quasi-kausalen Zusammenhänge bestimmen kann. Dieser Beitrag beschränkt sich daher auf die Analyse von Korrelationen. Der Fragebogen setzte sich auf Seiten des Anbieters sowie des Kunden aus in der Literatur bewährter Skalen zusammen (z.B. [15]). Konkret umfasst der Kundenfragebogen Fragen zu Zufriedenheit mit dem Produkt (2 Items), Zufriedenheit mit der Dienstleistung (2 Items), sowie Kundenloyalität (2 Items). Ein Beispielitem für Zufriedenheit mit dem Produkt lautete: „*Wir sind sehr*

zufrieden mit den Produkten die [FIRMENNAME] in diesem Projekt anbot“ [15]. Auf Seiten des Anbieters werden der operative Gewinn (1 Item), die Bewertung des Projekterfolgs (3 Items), die Bewertung des Kundenwissens (3 Items), die Messbarkeit der Projekt-Zielerreichung (2 Items), sowie die Erfüllungsgerade des erwarteten Ressourcenverbrauchs, des finanziellen Aufwands, des Gesamt-Projekt-Outputs und des Gesamt-Umsatzes (je 1 Item) erfragt. Zudem werden sowohl Anbieter und Kunde nach ihrer gefühlsmäßigen Einschätzung der Produktivität (=wahrgenommene Produktivität) der jeweiligen Dienstleistung gefragt, welche in Kapitel 4 zentral ist.

Die mit Cronbach’s Alpha gemessene interne Konsistenz der Konstrukte mit mehreren Items ist hoch (Zufriedenheit mit dem Produkt: α=.871; Zufriedenheit mit der Dienstleistung: α=.620; Kundenloyalität: α=.882; Bewertung des Projekterfolgs: α=.734; Bewertung des Kundenwissens: α=.933; Messbarkeit der Projekt-Zielerreichung: α=.928).

4 Ergebnisse

Zur Beantwortung der Frage „Welche Faktoren beeinflussen die wahrgenommene Produktivität von Customizing-Dienstleistungen auf Anbieter- und Kundenseite?“ aus Abschnitt 1 wird eine Korrelationsanalyse durchgeführt, da bei der gegebenen Fallzahl die für multivariate Analysemethoden notwendige Normalverteilungsannahme verletzt ist. Die signifikant von Null verschiedenen Korrelationen sind in Tabelle 1 für die Anbieterseite und in Tabelle 2 für die Kundenseite dargestellt. Referenzfrage ist jeweils die Frage, wie der Befragte die Produktivität des jeweiligen Projektes subjektiv einschätzt.

Tabelle 1: Korrelationskoeffizienten und zugehörige p-Werte signifikanter Korrelationen mit der wahrgenommenen Produktivität aus Anbietersicht

Merkmal	Korrelationskoeffizient	p-Wert
Operativer Gewinn	.589	.021
Erfüllungsgrad Ressourcenverbrauch	-.687	.005
Erfüllungsgrad finanzieller Aufwand	-.630	.012
Erfüllungsgrad Gesamt-Projekt-Output	.767	.001
Erfüllungsgrad Gesamt-Umsatz	.719	.003

Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten und zugehörige p-Werte signifikanter Korrelationen mit der wahrgenommenen Produktivität aus Kundensicht

Merkmal	Korrelationskoeffizient	p-Wert
Zufriedenheit mit dem Produkt	.553	.040
Loyalität des Kunden	.563	.036

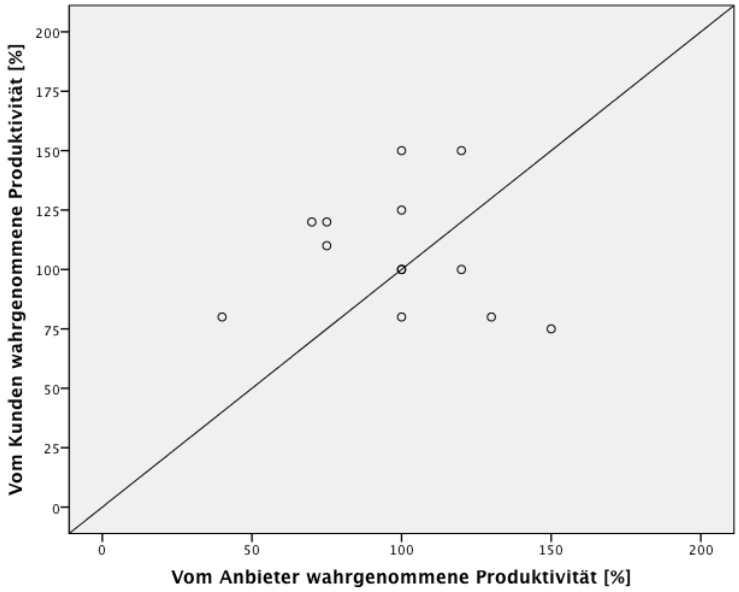
Die Korrelationsanalyse zeigt, dass die wahrgenommene Produktivität auf Anbieterseite nur mit den beim Anbieter selbst erhobenen Merkmalen operativer Gewinn, sowie den Erfüllungsgraden des erwarteten Ressourcenverbrauchs, des finanziellen Aufwands, des Gesamt-Projekt-Outputs und des Gesamt-Umsatzes signifikant (α=.05) korreliert. Die Zusammenhänge zwischen auf Anbieterseite wahrgenommener Produktivität und dem operativen Gewinn sowie den Erfüllungsgraden des erwarteten Outputs und Umsatzes sind hoch positiv (.589, .767 bzw .719). Die Zusammenhänge zwischen vom Anbieter wahrgenommener Produktivität und den Erfüllungsgraden von erwartetem Ressourcenverbrauch und finanziellem Aufwand sind stark negativ (-.687 bzw. -.630). Das bedeutet, dass die vom Anbieter wahrgenommene Produktivität einzig von der Höhe des operativen Gewinns, sowie von der Erfüllung der Erwartungen an Output und Umsatz (positiv) und an Mitteleinsatz (negativ) beeinflusst wird.

Die vom Kunden wahrgenommene Produktivität korreliert signifikant nur mit der beim Kunden selbst erhobenen Zufriedenheit mit dem Produkt sowie der Kundenloyalität. Die Zusammenhänge sind beide stark positiv (.641 bzw. .661). Beim Zusammenhang zwischen Kundenloyalität und wahrgenommener Produktivität auf Kundenseite ist für die Richtung zu vermuten, dass die wahrgenommene Produktivität die Loyalität des Kunden beeinflusst. Damit zeigt sich in der vorliegenden Auswertung die auf Kundenseite wahrgenommene Produktivität einzig beeinflusst von der Zufriedenheit des Kunden mit dem Produkt.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass kein signifikanter Zusammenhang der wahrgenommenen Produktivität auf Kunden- bzw. Anbieterseite mit jeweils beim anderen erhobenen Merkmalen gezeigt werden kann. Die Wahrnehmung der Produktivität auf beiden Seiten ist jeweils im Wesentlichen bestimmt durch eigene Faktoren und völlig isoliert und unabhängig von der Seite des Projektpartners.

Zur weiteren Überprüfung dieses Phänomens wird der Zusammenhang zwischen der wahrgenommen Produktivität auf Anbieter- und Kundenseite direkt untersucht (Frage aus Abschnitt 1: In wie weit stimmen Anbieter- und Kundeneinschätzungen von Produktivität überein?). Die Abbildung 1 zeigt ein Streudiagramm mit der wahrgenommenen Produktivität auf Anbieterseite auf der x-Achse und auf Kundenseite auf der y-Achse.

Abbildung 1: Wahrgenommene Produktivität aus Anbieter- und Kundensicht



In Abbildung 1 ist zu erkennen, dass die vom Kunden wahrgenommene Produktivität mehrfach deutlich von der des Anbieters abweicht. Dabei kann die Produktivität aus Sicht des Kunden sowohl höher (Punkte oberhalb der Ursprungsgerade) als auch niedriger als aus Sicht des Anbieters (Punkte unterhalb der Ursprungsgerade) sein. Ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung der Produktivität auf Anbieter- und Kundenseite ist nicht zu erkennen. Die Bewertung der Produktivität auf beiden Seiten geschieht vielmehr unabhängig voneinander, was die Ergebnisse aus der Korrelationsanalyse zum ersten Teil der Fragestellung bereits vermuten ließen. Der Korrelationskoeffizient zwischen der wahrgenommenen Produktivität auf Anbieter- und Kundenseite liegt mit einem Wert von -.236 entsprechend nahe bei Null. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Anbieter- und Kundeneinschätzung der Produktivität lässt sich nicht zeigen (p=.438). Die Bewertung der Produktivität findet jeweils unabhängig und isoliert von der anderen Projektseite statt, was die Ergebnisse aus der Beantwortung von ersten Teil der Fragestellung unterstützt.

5 Implikationen und weitere Schritte

Der vorliegende Beitrag widmet sich den Schwierigkeiten der Messung von Dienstleistungsproduktivität am Beispiel der wissensintensiven Dienstleistung des Customizings von Standardsoftware. Ziel des Beitrags ist es vor allem, Bezüge zwischen der wahrgenommenen Produktivität auf Anbieter- und Kundenseite sowie deren Einflussfaktoren aufzuzeigen, um Handlungsempfehlungen für alternative Messformen von Dienstleistungsproduktivität abzuleiten.

Es zeigte sich, dass die wahrgenommene Produktivität auf Anbieterseite stark mit monetären Bewertungen eines Dienstleistungsprojektes korreliert. Auf Kundenseite korreliert insbesondere die Zufriedenheit mit dem Produkt stark mit der wahrgenommenen Produktivität. Ergänzend lässt sich festhalten, dass wahrgenommene Produktivitäten auf Kunden- und Anbieterseite nicht miteinander korrelieren. Daraus lässt sich zunächst ableiten, dass Versuche, Produktivitäten möglichst genau unter Berücksichtigung vieler Input- und Outputgrößen zu ermitteln, dann sinnvoll sind, wenn eine Produktivität genau bestimmt werden soll. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie legen dar, dass zum Vergleich von Produktivitäten ebenso alternative Messungen herangezogen werden können, die

sich rein auf den Output beziehen (z.B. Operativer Gewinn pro Projekt). Des Weiteren jedoch zeigt die Studie, dass die Wahrnehmung von Anbieter und Kunde bezogen auf ein und dasselbe Projekt durchaus unterschiedlich sein kann (keine signifikante Korrelation zwischen wahrgenommener Produktivität auf Anbieter- und Kundenseite). Da Produktivität auf Seiten des Kunden wiederum mit der Zufriedenheit des Kunden (konkret: Zufriedenheit mit dem Produkt) korreliert, legen die Ergebnisse der Studie nah, für eine aussagekräftige Messung von Dienstleistungsproduktivität Faktoren wie Kundenzufriedenheit stärker in die Messung mit einzubinden, um objektivere Messungen von Produktivitäten zu erreichen.

Die nächsten Schritte dieses Forschungsprojektes umfassen die weitere Erhebung von dyadischen Daten sowie weitere Auswertungen. Mit einer größeren Anzahl an Beobachtungen können auch kausalanalytische Berechnungen durchgeführt werden, sowie der gleichzeitige Einfluss mehrerer Einflussgrößen auf Produktivität berücksichtigt werden.

6 Literatur

Bücher

[1] Chesbrough, H (2011): Open Service Innovation: Rethinking Your Business to Grow and Compete in a New Area. Jossey-Boss, San Francisco, CA

[2] Corsten, H (1997): Dienstleistungsmanagement, 3. Edition. Oldenburg, München.

[3] Cusumano, M (2004): The Business of Software – What Every Manager, Programmer and Entrepreneur Must Know to Thrive and Survive in Good Times and Bad. Free Press, New York.

Zeitschriftenbeiträge

[4] Anderson, EW; Fornell, C; Rust, RT (1997): Customer satisfaction, productivity, and profitability: Differences between goods and services. Marketing Science 16(2): 129-145.

[5] Brady, MK; Cronin, JJ; Brand, RR (2002): Performance-only measurement of service quality: A replication and extension. Journal of Business Research 55(1): 17-31.

[6] Calabrese, A (2012): Service productivity and quality: A necessary trade-off? International Journal Production Economics 135: 800-812.

[7] Cusumano, M; MacCormack, A; Kemerer, CF; Crandall, W (2003): Software development worldwide: The state of practice. IEEE Software (November): 2-8.

[8] Dittrich, Y; Vaucouleur, S; Giff, S (2009): ERP customization as software engineering: Knowledge sharing and cooperation. IEEE Software 26(6): 41-47.

[9] Grönroos, C; Ojasalo, K (2004): Service productivity: Towards a conceptualization of the transformation of inputs into economic results in services. Journal of Business Research 57: 414-423.

[10] Ko, D; Kirsch, LJ; King, WR (2005): Antecedents of knowledge transfer from consultants to clients in enterprise system implementation. MIS Quarterly 29(1): 59-85.

[11] Lääts, K; Haldma, T; Moeller, K (2011): Performance measurement patterns in service companies: An empirical study on Estonian service companies. Baltic Journal of Management 6(3): 357-377.

[12] Nachum, L (1999): The productivity of intangible factors of production–Some measurement issues applied to Swedish management consulting firms. Journal of Service Research 2(2): 123-137.

[13] Rust, RT; Huang, MH (2012): Optimizing service productivity. Journal of Marketing 76(2): 47-66.

[14] Slaughter, SA; Levine, L; Ramesh, B; Pries-Heje, J; Baskerville, R (2006): Aligning software processes with strategy. MIS Quarterly, 30(4):891–918.

[15] Stock, R (2011): How does product program innovativeness affect customer satisfaction? A comparison of goods and services. Journal of the Academy of Marketing Science, 39: 813-827.

[16] Velamuri, VK; Bansemir, B; Neyer, AK; Möslein, KM (2013): Product service as a driver for business model innovation: Lessons learned from the manufacturing industry. International Journal of Innovation Management 17 (1), DOI: 10.1142/S1363919613400045.

[17] Xu, L; Brinkkemper, S (2007): Concepts of product software. European Journal of Information Systems 16(5): 531-41.

Konferenzbeiträge (ohne Verlag)

[18] Kutsch, H; Bertram M; Von Kortzfleisch, H (2012): Produktivität von B2B-Dienstleistungen – Stand der Forschung und Ergebnisse einer qualitativen Studie zur Messung der Produktivität von Customizing-Dienstleistungen in der Softwarebranche. In: *Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012*. Braunschweig.

Online-Beitrag

[19] McKinsey (2006): Measuring performance in services. McKinsey Quarterly, http://www.cfo.com/article.cfm/5514575. Abgerufen am 13.06.2013

Erstellung eines Metamodells zur Entwicklung einer Kollaborationsplattform für die kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen in der Druckbranche

Bastian Eine, Dirk Stelzer

Technische Universität Ilmenau, Institut für Wirtschaftsinformatik, 98693 Ilmenau, E-Mail: bastian.eine@tu-ilmenau.de, dirk.stelzer@tu-ilmenau.de

Abstract

In diesem Beitrag wird ein Metamodell vorgestellt, welches die Erstellung von Objektmodellen im Kontext kundeninduzierter Orchestrierung komplexer Dienstleistungen unterstützt. Die Erstellung und Anwendung des Metamodells wird am Beispiel der Entwicklung einer Kollaborationsplattform für die Druckbranche dargestellt. Eine besondere Eigenschaft unseres Metamodells ist, dass neben der Konfiguration von Dienstleistungen und Produkten durch Kunden auch die Verknüpfung von Dienstleistungs- und Produkteigenschaften mit Produktionsprozessen und Ressourcen von Anbietern berücksichtigt werden. Das Metamodell dient dazu, die für eine kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen relevanten Objekte und Beziehungen so zu strukturieren, zu visualisieren und zu beschreiben, dass die Kommunikation über bestimmte Sachverhalte vereinfacht wird und damit Planung, Entwicklung, Anwendung und Weiterentwicklung von Hilfsmitteln unterstützt werden kann.

1 Einleitung

Die Druckbranche kann in drei Teilbereiche gegliedert werden: Vorstufe, Druck und Weiterverarbeitung. In der Vorstufe wird die Gestaltung der vom Kunden bereitgestellten Inhalte vorgenommen und ihre Ausrichtung auf dem zu bedruckenden Material vorbereitet. Druck bezeichnet den Prozess, bei dem das zu bedruckende Material mit den Inhalten bedruckt wird. Die Weiterverarbeitung umfasst u. a. das Falzen, Schneiden, Zusammentragen und Veredeln des bedruckten Materials. Viele Druckereien lassen Teile der Fertigung von anderen Unternehmen durchführen. Beispielsweise besteht ein Katalog aus einem Innenteil und einem Umschlag. Während der Innenteil in einer Druckerei gefertigt wird, wird der Umschlag z. B. aus Mangel an Ressourcen[1] (Maschinen, Personal) in einer anderen Druckerei hergestellt. Zusammenfügen und Binden der Bestandteile werden durch eine Buchbinderei geleistet. Die Herstellung eines Druckprodukts ist eine komplexe Dienstleistung, da z. B. ein Katalog erst durch die Kombination von Innenteil und Umschlag entsteht, die auf Grund individueller Kundenanforderungen von unterschiedlichen Unternehmen hergestellt wurden. In der Druckbranche werden Komponenten-Dienstleistungen[2] zu einer komplexen Dienstleistung mit eigenem Charakter zusammengesetzt [25]. Da Kunden in der Druckbranche üblicherweise nicht von Dienstleistungen sprechen, sondern individuell konfigurierte Produkte bestellen, wird in diesem Beitrag die Bezeichnung Produkt verwendet.

Die Druckbranche in Deutschland besteht aus ca. 10.000 Unternehmen, welche mehrheitlich kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) sind [3]. Auf Grund zunehmender Konkurrenz von Web2Print-Shops bzw. Online-Druckereien und Wettbewerbern aus Asien und Osteuropa konzentrieren sich KMU der Druckbranche auf Nischen und gehen Kooperationen mit anderen Unternehmen ein, um wettbewerbsfähig zu sein [14]. Die wenigen großen Web2Print-Shops (z. B. Flyeralarm)[3], bieten eine Vielzahl von konfigurierbaren Produktarten an; jedoch sind die Auswahlmöglichkeiten bei der Konfiguration durch die Vorgaben des jeweiligen Anbieters beschränkt [14]. Zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der KMU ist es sinnvoll, durch Spezialisierung und Kooperation mit anderen Unternehmen den Nachfragern eine größere Vielfalt bei der Konfiguration von Produkten anzubieten, als dies durch die großen Web2Print-Shops geleistet wird. Dadurch wären miteinander kooperierende KMU in der Lage, eine größere Anzahl von individuellen Kundenbedürfnissen zu befriedigen, als die großen Anbieter das tun können. Dazu sind u. a. ein Austausch von Produktinformationen zwischen Unternehmen und eine überbetriebliche Koordination von Produktionsprozessen notwendig. Dies setzt gemeinsame Produkt- und Prozessmodelle voraus, in denen einheitliche Begriffe und Strukturen zur Beschreibung von Produkten und Prozessen verwendet werden. Der Austausch von Produktinformationen und die überbetriebliche Koordination von Produktionsprozessen kann z. B. durch eine Kollaborationsplattform[4] unterstützt werden. Anbieter könnten damit ihre Komponenten-Dienstleistungen über eine einheitliche Benutzerschnittstelle

[1] Unter Ressourcen werden in diesem Beitrag die Hilfsmittel verstanden, über die ein Anbieter verfügt, um Produkte herzustellen und Dienstleistungen zu erbringen [24].

[2] Eine Komponenten-Dienstleistung ist eine Dienstleistung, die mit anderen Komponenten-Dienstleistungen zu einer komplexen Dienstleistung mit eigenem Charakter zusammengesetzt werden und erst dadurch den Bedarf eines Kunden decken kann [25].

[3] 64% des Umsatzes, der in der Druckbranche über Web2Print-Shops generiert wird, wird von 20 Unternehmen erwirtschaftet [26].

[4] Als Kollaborationsplattform wird in diesem Beitrag eine Plattform verstanden, die neben den bereits von Frank in [5] und [6] beschriebenen Funktionen einer Handelsplattform im Internet auch die freiwillige Zusammenarbeit mehrerer autonomer Anbieter unter Nutzung gemeinsamer Ressourcen zur Erreichung eines gemeinsamen Zieles unterstützt [13]. Eine wichtige Aufgabe der Kollaborationsplattform ist z. B. die Verwaltung und Verteilung von Teilaufträgen auf mehrere Anbieter.

anbieten und Nachfrager ihre Produktanforderungen spezifizieren sowie die Anbieter wählen und zusammenstellen, die die Bestandteile des gewünschten Produkts herstellen können.

Um einen Überblick über den Gegenstandsbereich zu erhalten und die Komplexität zu verringern, können relevante Objekte und Beziehungen in Modellen abgebildet werden [22]. Mit Hilfe von Objektmodellen[5] können sowohl Softwareentwickler als auch Entscheidungsträger bei der Entwicklung der Plattform unterstützt werden. Da Produkte und Produktarten in der Druckbranche durch die individuelle Spezifikation ihrer Eigenschaften bestimmt werden, gibt es eine unüberschaubare Menge an möglichen Produkten und eine Vielzahl von Produktarten[6]. Bei der Modellierung des Gegenstandbereichs muss daher eine Abstraktionsebene gewählt werden, auf welcher von konkreten Produkten oder Produktarten abstrahiert werden kann [6].

Ziel dieses Beitrags ist die Erstellung eines Metamodells[7] zur Entwicklung einer Kollaborationsplattform für die kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen in der Druckbranche. Das Metamodell kann auch als Vorbild für Modelle in anderen Branchen zur kundeninduzierten Orchestrierung komplexer Dienstleistungen dienen. Die Entwicklung und beispielhafte Anwendung des Metamodells kann einen Überblick darüber geben, welche Objekte und Beziehungen bei einer kundeninduzierten Orchestrierung komplexer Dienstleistungen beteiligt sein und an welchen Stellen Probleme auftreten können, für die weitere Hilfsmittel notwendig sind. Besondere Eigenschaften des hier dargestellten Metamodells sind die Berücksichtigung kundenindividueller Produkte und deren Verknüpfung mit Produktionsprozessen, d. h. die Zuordnung von Produkteigenschaften zu Produktionsprozessen sowie zu Ressourcen verschiedener Anbieter von Komponenten-Dienstleistungen.

Zur Entwicklung des Metamodells folgen wir dem Design-Science-Ansatz in der Ausprägung von Peffers et al. [21]: Zunächst werden mit Hilfe von bereits publizierten Erkenntnissen und Erkenntnissen der Autoren aus der Arbeit an einem Forschungsprojekt in der Druckbranche Anforderungen an das Metamodell abgeleitet. Danach erfolgt die prototypische Realisierung des Metamodells. Im Anschluss wird es evaluiert, indem geprüft wird, welche Anforderungen durch das Metamodell erfüllt werden und wie bisher nicht erfüllte Anforderungen erfüllt werden können [20].

Der Beitrag ist wie folgt gegliedert. Im Anschluss an die Einleitung wird im zweiten Abschnitt eine Kollaborationsplattform zur Unterstützung kundeninduzierter Orchestrierung komplexer Dienstleistungen in der Druckbranche beschrieben. Im dritten Kapitel werden Anforderungen an das Metamodell entwickelt. Im vierten Kapitel werden das Metamodell und im fünften Kapitel das aus dem Metamodell abgeleitete Modell für die Druckbranche dargestellt. Im sechsten Kapitel wird das

[5] Objektmodelle werden in der objektorientierten Softwareentwicklung genutzt, um mit Hilfe von Klassen und Objekten sowie deren Eigenschaften und Beziehungen komplexe Systeme übersichtlich darzustellen [19].

[6] Produktarten können beispielsweise sein: Katalog, Flyer, Prospekt, Plakate oder Briefpapier. Produkte werden durch ihre Eigenschaftswerte spezifiziert, beispielsweise ein Katalog im Format DIN A5 mit einem Innenteil von 300 Seiten, 2-farbig gedruckt und einem Umschlag von 4 Seiten, 4-farbig gedruckt und glänzend veredelt.

[7] In einem Metamodell werden Modelle und Modellbildung selbst zum Gegenstand der Modellierung [23]. In unserem Beitrag wird unter einem Metamodell ein Modell verstanden, welches von konkreten Betrachtungsgegenständen abstrahiert und diese auf einer höheren Abstraktionsebene darstellt. Beispielsweise wird von konkreten Produkten und Produktarten abstrahiert und diese werden unter verallgemeinerten Begriffen zusammengefasst. Diese Art der Metamodellierung ist an [15] angelehnt und wird in [23] auch als Referenzmodellierung oder Entwicklung generischer Modelle bezeichnet. Aus Sicht der sprachbasierten Metamodellierung ist unser Metamodell ein Objektmodell, da im sprachbasierten Metamodell die Modellierungssprache zur Erstellung von Modellen beschrieben wird. In unserem Fall ist dies das Modell der Modellierungssprache Unified Modeling Language (UML).

Metamodell evaluiert. Die Schlussbemerkungen umfassen eine kurze Zusammenfassung, eine kritische Würdigung des Beitrags sowie einen Ausblick.

2 Eine Kollaborationsplattform für die Druckbranche

Wie [25] zu entnehmen ist, kann ein Paradigmenwechsel von der anbieterinduzierten zur kundeninduzierten Orchestrierung komplexer Dienstleistungen durch Hilfsmittel unterstützt werden. Im Folgenden wird eine Kollaborationsplattform beschrieben, die ein solches Hilfsmittel darstellt. Diese Plattform wird im Rahmen des Forschungsprojekts PRINT-IT[8] in der Druckbranche entwickelt, welches durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert wird.

Mit der Kollaborationsplattform können Nachfrager und Anbieter der Druckbranche arbeiten. Nachfrager können Privatpersonen oder Unternehmen sein. Anbieter sind u. a. Druckereien, Buchbindereien, Lieferanten von Papier, Farbe und anderen Hilfsmitteln sowie Werbeagenturen, Logistik- und Finanzdienstleister. Anbieter bieten ihre Produkte und Dienstleistungen über die Kollaborationsplattform an, Nachfrager konfigurieren und bestellen Produkte und Dienstleistungen. Dabei stellt die Plattform sowohl für Anbieter als auch für Nachfrager eine einheitliche Benutzerschnittstelle dar und sorgt für Übersicht und Transparenz.

Nachfrager können auf der Plattform ihre Produktanforderungen spezifizieren und werden bei der Konfiguration von Produkten unterstützt. Zusammenhänge und Abhängigkeiten von Produkteigenschaften werden für den Nachfrager erkennbar gemacht. Beispielsweise werden bei der Zusammensetzung eines Produkts mögliche Alternativen aufgezeigt. Dabei werden auch individuelle Präferenzen der Nachfrager berücksichtigt (z. B. kurze Lieferzeit, niedriger Preis, ökologische Produktion). Dadurch können auch Nachfrager mit fehlenden Fachkenntnissen über Produkte, Dienstleistungen und Fertigungsverfahren die Konfiguration eines Produkts eigenständig durchführen. Nach der Konfiguration eines Produkts erhält der Nachfrager eine Auflistung von Anbietern, die dieses Produkt oder einzelne Bestandteile (durch Komponenten-Dienstleistungen) erstellen können. Der Nachfrager wählt die Anbieter zur Herstellung des Produkts nach eigenen Präferenzen aus (bspw. nach Preis, Lieferzeit, Kundenbewertungen). Das Auswählen und Bündeln der Dienstleistungen übernimmt also der Nachfrager. Er kann sich dabei von der Plattform unterstützen lassen, z. B. wenn er keine Information über die Qualität der Anbieter hat. Auf Wunsch kann der Nachfrager lediglich das Produkt spezifizieren und die Verteilung der Aufträge der Plattform überlassen. Die Kollaborationsplattform verteilt nach Abschluss der Bestellung die Produkt- und Kundeninformationen sowie die Produktionsschritte an die ausgewählten Anbieter. Während der Abwicklung der Bestellung und Herstellung des Produkts hat der Kunde die Möglichkeit, die Leistungserbringung zu verfolgen und ggf. zu beeinflussen. Die Plattform übermittelt Statusmeldungen von Anbietern und Rückmeldungen an Kunden.

3 Anforderungen an das Metamodell

Um Anforderungen an das Metamodell abzuleiten, wurden Standards und Publikationen zur integrierten Produkt- und Produktionsprozessmodellierung analysiert sowie Erkenntnisse aus der Arbeit an dem bereits erwähnten Forschungsprojekt verwendet.

[8] Förderkennzeichen KF2987001ED2

Standards aus dem Bereich Produkt- und Produktionsprozessmodellierung werden eher als Datenaustauschformate, denn als Modellierungshilfsmittel genutzt, wie z. B. der Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP, ISO 10303) [16] oder das Job Definition Format (JDF) für die Druckbranche. Außerdem existieren Standards, die als Klassifikationssystem für Produkte und Dienstleistungen dienen, z. B. United Nations Standard Products and Services Code (UNSCPS). Diese gehen aber nicht oder nur ansatzweise auf die Spezifika der Druckbranche ein. Standards konnten daher nur begrenzt bei der Ableitung von Anforderungen an das Metamodell helfen.[9]

Im Bereich der Wirtschaftsinformatik stellt Frank in [5] Anforderungen an eine Handelsplattform für Produkte im Internet dar. Zwar beschränken sich diese Anforderungen auf die Kundensicht und die Konfiguration von Produkten, dennoch können einige davon auch für unser Metamodell verwendet werden. Wir erweitern den Ansatz von Frank, indem wir zusätzlich die Verknüpfung der Produktkonfiguration mit den Produktionsprozessen sowie die Zuordnung der Produktionsprozesse zu mehreren Anbietern und deren Ressourcen betrachten.

In den Ingenieurwissenschaften ist eine größere Anzahl von Quellen zur integrierten Produkt- und Produktionsmodellierung als in der Wirtschaftsinformatik zu finden, z. B. [1], [11], [12]. In den darin beschriebenen Ansätzen liegt der Fokus auf der Produktentwicklung und der dafür hilfreichen Verknüpfung von Produktdaten- und Prozessmodellen. Auch in diesen Quellen lassen sich Anforderungen finden, die für unsere Zwecke übernommen oder angepasst werden können.

In Analogie zu den Anforderungen von Frank in [5], John in [11] und aufgrund unserer eigenen Erkenntnisse werden folgende Anforderungen an das Metamodell gestellt:

1. Das Metamodell soll sich durch die sinnvolle Vereinfachung des realen Systems sowie durch Überschaubarkeit auszeichnen. Die Komplexität des Metamodells muss jederzeit beherrschbar bleiben.
2. Es sollen beliebige Produkte und Produktarten abbildbar sein.
3. Das Metamodell soll es ermöglichen, von Produkt-/Dienstleistungsmerkmalen auf die notwendigen Ressourcen von Anbietern zu schließen.

- Das Metamodell soll die Entwicklung von Hilfsmitteln unterstützen, mit denen

4. Kunden in die Lage versetzt werden, individuelle und gleichzeitig korrekte Konfigurationen und Bestellungen von Produkten durchzuführen,
5. Anbieter in die Lage versetzt werden, ihre Ressourcen, die zur Herstellung von Produkten und Erbringung von Dienstleistungen verwendet werden, einheitlich abzubilden,
6. eine gehaltvolle Beschreibung der Produkte aus Sicht der Kunden dargestellt wird und ihren u. U. variierenden Bedürfnissen nach Detaillierung und Anschaulichkeit gerecht wird,
7. eine gehaltvolle Beschreibung der Ressourcen aus Sicht der Anbieter dargestellt wird und ihren u. U. variierenden Bedürfnissen nach Detaillierung und Fachsprache gerecht wird,
8. Produktarten als solche dargestellt werden können, um Analysen des Kaufverhaltens zu unterstützen und Redundanz bei Datenerfassung und -verwaltung zu vermeiden,
9. im Zeitverlauf relevantes Wissen über Leistungsmerkmale von Anbietern (z. B. Termintreue, Kundenzufriedenheit etc.) gesammelt werden kann,

[9] Teilweise konnten Informationen über Struktur und Produktion von Druckprodukten aus [10] verwendet werden.

10. verschiedene Formen der Preisbildung und Preiszuordnung (zu Produktarten und einzelnen Produkten) möglich sind,
11. Anbieter in die Lage versetzt werden, Standardpreise für die von ihnen angebotenen Produkte und Dienstleistungen zu hinterlegen,
12. Anbieter ihre Angebotspreise auftragsspezifisch variieren können, z. B. um auf unterschiedliche Kapazitätsauslastungen reagieren oder bestimmten Kundengruppen Rabatte anbieten zu können,
13. Anbieter aufgrund unterschiedlicher Preis-/Leistungsverhältnisse (Produktqualität, Kundenzufriedenheit, Terminzusagen, Preise) priorisiert und ausgewählt werden können,
14. Produktions- und Lieferkapazitäten von Anbietern abgebildet werden können und zwar sowohl grundsätzlich als auch in Abhängigkeit von der aktuellen Kapazitätsauslastung, da nur so die Lieferfähigkeit zu einem spezifischen Auftrag überprüft werden kann,
15. Konsortien abgebildet werden können, die typischerweise bestimmte Aufträge bzw. Auftragstypen gemeinsam bearbeiten, und
16. alternative Anbieter selektiert werden können, die in der Lage sind, die gleichen Leistungen anzubieten wie der präferierte Anbieter, um im Fall von Störungen auf alternative Anbieter ausweichen zu können.

Um den Umfang des Metamodells überschaubar zu halten, werden in diesem Beitrag nur die Anforderungen 1 bis 8 berücksichtigt. Die Betrachtung der Anforderungen 9 bis 16 soll in späteren Arbeiten erfolgen.

4 Metamodell

Wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, haben Standards im Bereich der Produkt- und Prozessdatenmodellierung das Defizit, dass diese nicht auf die Darstellung von Objektmodellen ausgerichtet sind, d. h. die Standards stellen keine Abbildungsmittel bereit, mit denen ein Metamodell für unseren Gegenstandsbereich entwickelt werden kann.[10]

Ein Überblick und Vergleich von Modellierungssprachen findet sich u. a. in [2]. Modellierungssprachen mit dem Fokus auf Prozesse, wie z. B. Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) oder die Business Process Model and Notation (BPMN) sind für unseren Zweck nicht geeignet, da wir in dem Metamodell keine ablauforientierte Betrachtung darstellen wollen, sondern relevante Klassen und Beziehungen für eine kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen in der Druckbranche[11]. Unter den Modellierungssprachen mit dem Fokus auf Daten bzw. Objekte bietet die UML umfangreiche Abbildungsmittel [18].[12] Mit der UML kann von konkreten Gegenständen abstrahiert werden, indem Objekte zu Klassen zusammengefasst und durch gemeinsame Attribute

[10] Eine Ausnahme bildet die Datenmodellierungssprache EXPRESS, die in dem Standard STEP (ISO 10303) zur Modellierung von Produktdaten beschrieben ist. Mit EXPRESS ist es möglich, Elemente (Objekte und Eigenschaften) und deren Beziehungen zueinander darzustellen [2]. Die von EXPRESS bereitgestellten Abbildungsmittel sind denen der UML ähnlich. Für unser Metamodell verwenden wir jedoch die UML, da sie umfangreichere Abbildungsmittel als EXPRESS bietet und in der Wirtschaftsinformatik weiter verbreitet ist.

[11] Die Reihenfolge der Produktionsprozesse in der Druckbranche ist von der Konfiguration des Druckprodukts abhängig. Somit ist keine allgemeingültige Reihenfolge von Produktionsprozessen in einem Metamodell darstellbar.

[12] Es existieren auch Ansätze, in denen vorgeschlagen wird, Elemente aus der prozessorientierten Modellierung mit Elementen der daten- bzw. objektorientierten Modellierung zu kombinieren [8].

beschrieben werden. Ebenso sind Abbildungsmittel für die Abbildung der Relationen Generalisierung/Spezialisierung und Aggregation/Komposition vorgesehen, womit Beziehungen zwischen Klassen dargestellt werden können. Im Unterschied zum Entity-Relationship-Modell (ERM) bietet die UML außerdem eine Möglichkeit, Regeln und Abhängigkeiten mit Hilfe von Constraints[13] abzubilden. Ein weiterer Vorteil der UML ist, dass ggf. für unterschiedliche Sichtweisen verschiedene UML-Diagrammtypen verwendet werden können oder UML-Diagramme um neue Elemente erweitert werden, was bereits zur Entwicklung weiterer Modellierungstechniken geführt hat, wie z. B. der Systems Modeling Language (SysML) [17].

Ebenso wie Frank in [5], präsentieren wir einen Vorschlag, der auf Meta-Konzepten basiert, um von konkreten Gegenständen zu abstrahieren.[14] Dazu haben wir den Metamodell-basierten Ansatz von Frank für die Modellierung von Produkten der Druckbranche angepasst und um bereits erwähnte Betrachtungsgegenstände erweitert. Bild 1 zeigt unser Metamodell zur kundeninduzierten Orchestrierung komplexer Dienstleistungen.

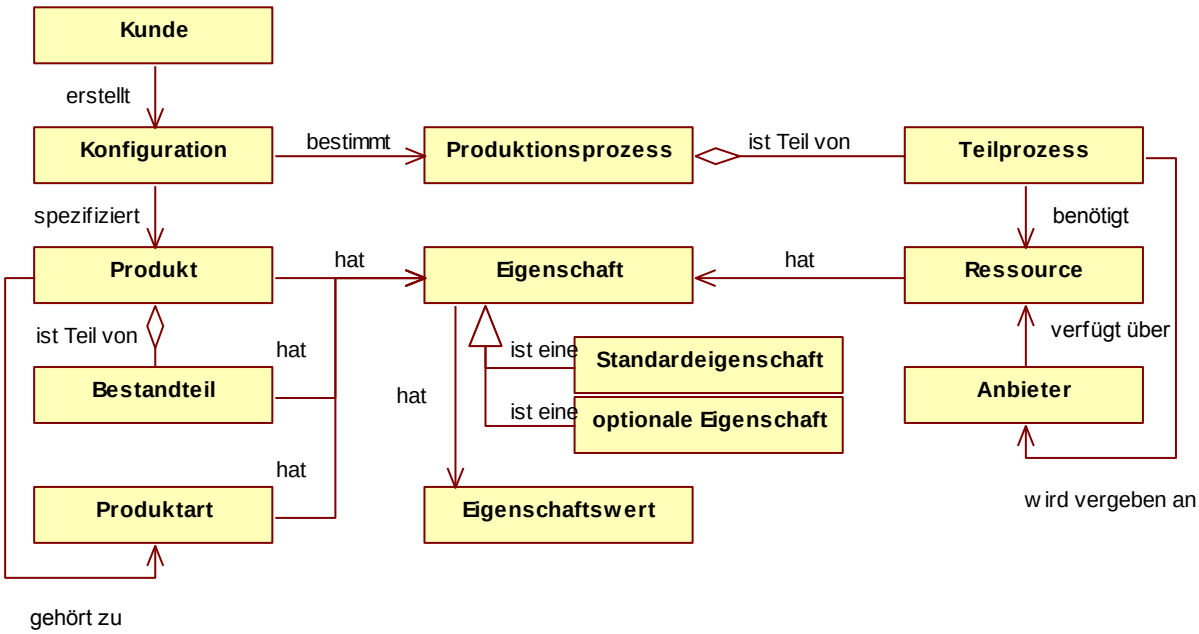


Bild 1: Metamodell für die kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen

Der Kunde spezifiziert über die Konfiguration die Eigenschaften und Eigenschaftswerte des Produkts bzw. der Produktbestandteile. Die Festlegung der Eigenschaften und Eigenschaftswerte bestimmt, welcher Produktart das konfigurierte Produkt zuzuordnen ist. Die vollständige Konfiguration bestimmt den zur Herstellung des individuellen Produkts notwendigen Produktionsprozess. Der Produktionsprozess kann in Teilprozesse unterteilt werden, die wiederum auf mehrere Anbieter verteilt werden können. Damit sind von der Kollaborationsplattform Konstellationen von mehreren Anbietern zu prüfen, die durch Erbringung von Teilprozessen in der Lage sind, das bestellte Produkt

[13] Constraints werden auch als Bedingungen, Beschränkungen oder Zusicherungen bezeichnet. Diese werden in der Object Constraint Language (OCL) beschrieben und dienen dazu, UML-Modellen weitere Semantik hinzuzufügen [19].
[14] Eine Erläuterung zu unterschiedlichen Abstraktionsebenen ist in [23] und zur Repräsentation von Produkten in [6] zu finden.

zu erstellen. Möglich wäre auch, dass bei einem konfigurierten Produkt mehrere Produktionsprozesse mit unterschiedlichen Reihenfolgen von Teilprozessen relevant sind. Denkbar wäre dann, dass Kunden z. B. zwischen ökologischer, kosteneffizienter oder schneller Produktion auswählen können. Bei der Überprüfung der Anbieter, die Teilprozesse erbringen können, müssen die benötigten Ressourcen mit den Ressourcen der Anbieter durch die Kollaborationsplattform verglichen werden. Anbieter müssen dafür zum einen angeben, über welche Ressourcen sie generell verfügen und zum anderen, welche Auslastung oder Verfügbarkeit ihre Ressourcen im erforderlichen Zeitraum haben.

Um die Komplexität des Metamodells gering zu halten, wurden - wie bereits erwähnt - nur die Klassen und Beziehungen abgebildet, die zur Erfüllung der Anforderungen 1 bis 8 notwendig sind. In dem Metamodell nicht dargestellt ist z. B. die Verwendung von Constraints. Diese können jedoch auf Modellebene Anwendung finden, um die Abhängigkeiten und Regeln zwischen Objekten und Eigenschaften zu beschreiben. Die Verwendung von Constraints im Kontext der Produkt- und Produktionsprozessmodellierung und Konfiguration wird z. B. in [4] erläutert. Ebenso sind in unserem Metamodell keine Kardinalitäten angegeben, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang soll aber noch einmal betont werden, dass die Teilprozesse auf mehrere Anbieter verteilt werden können.

5 Beispiel-Modell für die Druckbranche

In Anlehnung an den Design-Science-Ansatz nach Peffers et al. [21] wird in diesem Abschnitt zur Demonstration des Metamodells ein Beispiel-Modell für die Druckbranche aus dem Metamodell abgeleitet. In Bild 2 wird dieses Modell für das Druckprodukt Katalog dargestellt.

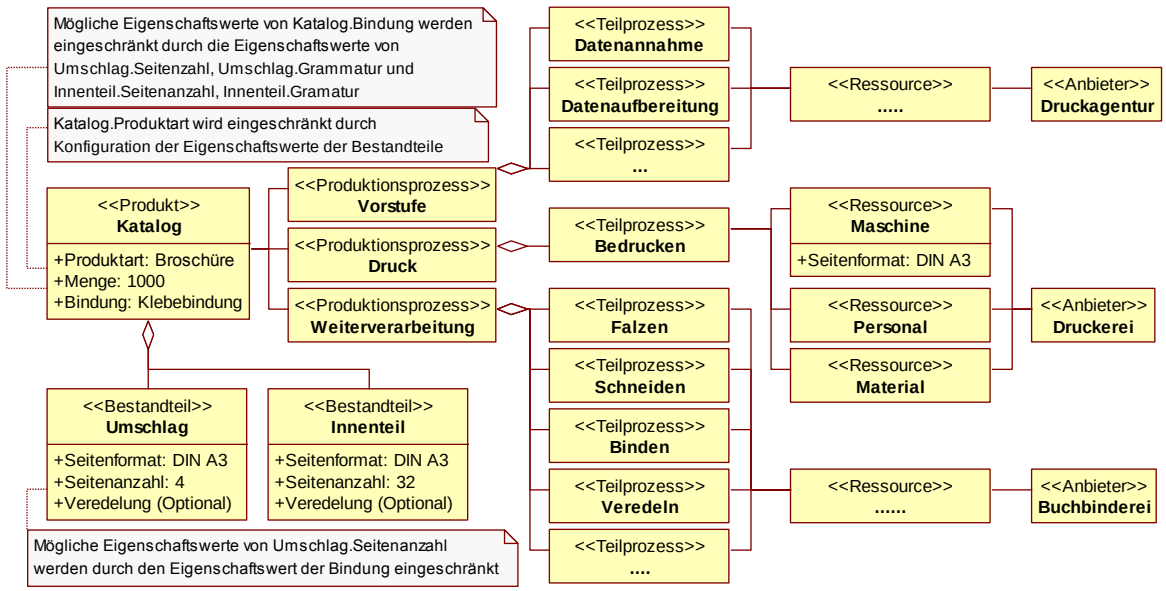


Bild 2: Beispiel-Modell für die Druckbranche

Das Druckprodukt Katalog besteht aus den Bestandteilen Umschlag und Innenteil. Die Konfiguration des Druckprodukts wird durch die Eigenschaften des Katalogs und dessen Bestandteile wiedergegeben. Beispielsweise sind für den Umschlag und den Innenteil des Katalogs das Seitenformat DIN A3 angegeben. In den Notizfeldern, die über gestrichelte Linien mit den Klassen

verbunden sind, sind beispielhaft Anmerkungen zu Regeln und Abhängigkeiten hinterlegt. Die Produktionsprozesse für den Katalog sind in die drucktypischen Prozesse Vorstufe, Druck und Weiterverarbeitung gegliedert. Diese lassen sich in weitere Teilprozesse unterteilen, die für die Herstellung des Katalogs notwendig sind. Weitere Teilprozesse sind durch die gepunkteten Klassennamen angedeutet. Die Teilprozesse benötigen Ressourcen, um bearbeitet werden zu können. Diese Ressourcen sind von den Eigenschaftswerten der Konfiguration abhängig. Beispielsweise benötigt der Teilprozess Bedrucken eine Ressource bzw. Maschine, die den Umschlag und den Innenteil im Seitenformat DIN A3 bedrucken kann (Bild 3).

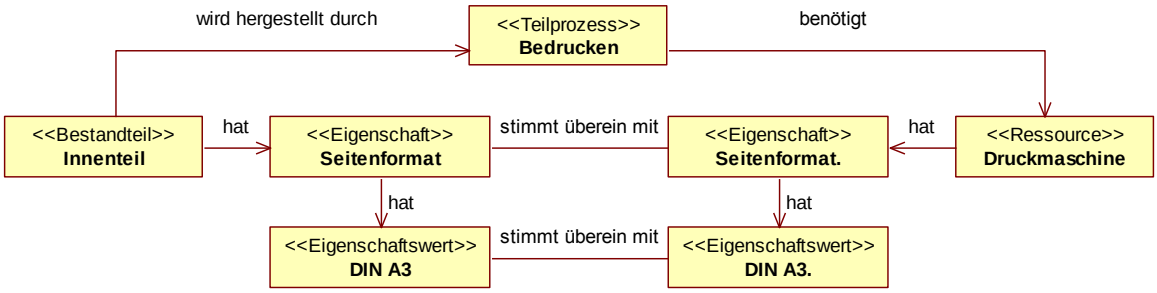


Bild 3: Übereinstimmung von Kundenanforderungen und Anbieterressourcen

Anbieter, welche über die erforderlichen Ressourcen verfügen, d. h. auch im erforderlichen Zeitraum eine solche Maschine und freie Kapazität haben, können dem Kunden vorgeschlagen und dem Teilprozess zugeordnet werden.

6 Evaluation des Metamodells

In diesem Abschnitt wird erörtert, inwieweit die in Kapitel drei aufgestellten Anforderungen durch das Metamodell erfüllt werden. Für nicht oder nur eingeschränkt erfüllte Anforderungen werden Vorschläge gemacht, wie die Anforderungen erfüllt werden können.

Anforderung 1 ist erfüllt: Das Metamodell ist überschaubar und hat eine beherrschbare Komplexität.

Anforderung 2 ist erfüllt: Durch die Konfiguration von Eigenschaften und Eigenschaftswerten sind beliebige Produkte und Produktarten abbildbar.

Anforderung 3 ist nur eingeschränkt erfüllt: Eine Zuordnung von Produkt-/Dienstleistungsmerkmalen zu den notwendigen Ressourcen von Anbietern kann erfolgen, indem die Produkt-/Dienstleistungsmerkmale auf notwendige Produktionsprozesse übertragen und die Produktionsprozesse in Teilprozesse untergliedert werden. Von den Teilprozessen ist dann auf die notwendigen Ressourcen zu schließen. Diese Zuordnungen sind einmalig zu beschreiben und bei der Entwicklung auf der Kollaborationsplattform zu hinterlegen. Verfügt die Kollaborationsplattform über entsprechende Mechanismen, können für Kundenanforderungen automatisch passende Anbieter gefunden werden. In der Literatur werden diese Mechanismen als Match Making oder Pattern Matching bezeichnet [9].

Anforderung 4 ist nur eingeschränkt erfüllt: Es können Hilfsmittel entwickelt werden, die Kunden bei der individuellen und korrekten Konfiguration und Bestellung von Produkten unterstützen, da im Metamodell die Struktur von Produkten und deren Abhängigkeiten von Produktionsprozessen und Ressourcen von Anbietern ersichtlich ist. Kunden können ihre individuellen Konfigurationen durch

die Angabe oder Auswahl von Eigenschaften und Eigenschaftswerten erstellen. Um inkorrekte Konfigurationen ausschließen zu können, muss die Kollaborationsplattform Vorgaben bei der Konfiguration machen, z. B. indem nur Eigenschaften und Eigenschaftswerte angeboten werden, die mit den bereits eingegebenen Angaben eine korrekte Konfiguration ergeben (siehe dazu auch die Erläuterungen zu Anforderung 3 in diesem Kapitel).

Anforderung 5 ist nur eingeschränkt erfüllt: Anbieter können ihre Ressourcen durch Eigenschaften und Eigenschaftswerte beschreiben. Beziehungen zwischen den relevanten Klassen (Ressource, Eigenschaft, Eigenschaftswert) sind im Metamodell erkennbar. Um unangemessene Produktbeschreibungen zu vermeiden und einheitliche Beschreibungen zu gewährleisten, wäre die Nutzung eines einheitlichen Begriffssystems (z. B. in Form eines Glossars oder Thesaurus[15]) oder Standards, der Produktbeschreibungen oder Rahmenbedingungen vorgibt, notwendig.

Anforderung 6 ist nur eingeschränkt erfüllt: Eine gehaltvolle Beschreibung von Produkten und Bestandteilen sowie Standardeigenschaften und optionalen Eigenschaften aus Sicht der Kunden kann ebenfalls mit Hilfe eines einheitlichen Begriffssystems unterstützt werden. Die Entwicklung des Begriffssystems wird durch das Metamodell erleichtert, da es einen Überblick über die Struktur und Abhängigkeiten von Produkten und Bestandteilen bietet. Durch die Darstellung von Beziehungen zwischen Begriffen (z. B. übergeordnet, untergeordnet, synonym, usw.) kann das Begriffssystem variierenden Bedürfnissen nach Detaillierung und Anschaulichkeit gerecht werden.

Anforderung 7 ist nur eingeschränkt erfüllt: Eine gehaltvolle Beschreibung der Ressourcen aus Sicht der Anbieter kann ebenfalls mit Hilfe eines einheitlichen Begriffssystems vorgegeben werden. Beschreibungen im Begriffssystem aus Sicht der Kunden sind dabei allerdings von den Beschreibungen aus Sicht der Anbieter zu unterscheiden, da das Bedürfnis der Anbieter nach Fachsprache nicht zwangsläufig im Begriffssystem aus Sicht der Kunden sichergestellt werden kann. Daher ist für Kunden und Anbieter entweder jeweils ein separates Begriffssystem vorzugeben oder es werden in einem gemeinsamen Begriffssystem kunden- bzw. anbieterspezifische Begriffe und Begriffsbeziehungen entsprechend gekennzeichnet. Werden diese Begriffssysteme mit Hilfe eines Standards von allen Teilnehmern der Kollaborationsplattform eingesetzt und verwendet, können diese auch einen automatisierten Austausch von Informationen unterstützen.

Anforderung 8 ist erfüllt: Sind Produktarten im Vorfeld durch bestimmte Eigenschaften und Eigenschaftswerte charakterisiert, lässt sich ein bestimmtes Produkt auf Grund seiner spezifizierten Eigenschaften und Eigenschaftswerte einer Produktart zuordnen.

Um die in diesem Abschnitt skizzierten Defizite des Metamodells zu erfüllen, sind zusätzliche Hilfsmittel notwendig, die im Metamodell nicht dargestellt werden können, ohne dass es an Übersichtlichkeit verliert und die Komplexität deutlich zunimmt. Wichtige Hilfsmittel, die das Metamodell ergänzen könnten, wären Thesauri sowie darauf aufbauend Standards. Thesauri können ein einheitliches Begriffsverständnis in einer Branche schaffen. Standards können die einheitliche Beschreibung der Produkte, Produktionsprozesse und Ressourcen von Anbietern auf der Plattform unterstützen und beim (automatisierten) Austausch von Informationen zwischen den Anbietern zur gemeinsamen Leistungserstellung helfen. Die Entwicklung von Thesauri und Standards kann durch aus dem Metamodell abgeleitete Modelle unterstützt werden, in denen die relevanten Objekte und ihre Beziehungen übersichtlich dargestellt werden. Constraints können auf Modellebene hinterlegt werden,

[15] Ein Glossar ist eine Liste aus Wörtern mit Erklärungen oder Übersetzungen. Ein Thesaurus ist ein kontrolliertes Vokabular, dessen Begriffe durch Relationen miteinander verbunden sind [7].

um Regeln und Abhängigkeiten zur Gewährleistung zulässiger Kombinationen von Eigenschaften und Eigenschaftswerten abzubilden.

7 Schlussbemerkungen

In diesem Beitrag haben wir ein Metamodell vorgestellt, welches dazu dient, Modelle im Kontext kundeninduzierter Orchestrierung komplexer Dienstleistungen zu erstellen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Darstellung der Produktkonfiguration und der Verknüpfung von spezifischen Produktanforderungen mit notwendigen Produktionsprozessen sowie Ressourcen von Anbietern. Zur Illustration haben wir das Metamodell verwendet, um ein Beispiel-Modell zur Entwicklung einer Kollaborationsplattform für die kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen in der Druckbranche zu erstellen. Aus dem Metamodell lassen sich allgemeingültige Erkenntnisse ableiten, die für die Entwicklung weiterer Hilfsmittel zur Unterstützung kundeninduzierter Orchestrierung komplexer Dienstleistungen außerhalb der Druckbranche genutzt werden können.

Die Anforderungen an das Metamodell sind größtenteils erfüllt. Nicht erfüllte Anforderungen können mit zusätzlichen Hilfsmitteln, wie z. B. Thesauri bearbeitet werden. Zudem wurden in diesem Beitrag weitere Anforderungen (z. B. Preisbildungsmechanismen) genannt, die aus Komplexitätsgründen nicht berücksichtigt werden konnten, grundsätzlich aber erfüllbar sind. Interessant ist außerdem, inwieweit das Metamodell erweitert werden kann, um die Darstellung von Match-Making-Prozessen sowie Regeln und Abhängigkeiten (Constraints) auf der Modellebene unterstützen zu können, ohne dass die Übersichtlichkeit dabei verloren geht. Da unser Metamodell auch als Vorbild für andere Bereiche kundeninduzierter Orchestrierung komplexer Dienstleistungen verwendet werden kann, wären weitere Beispiele der Anwendung des Metamodells für andere Branchen interessant, um das Metamodell ggf. anzupassen oder zu erweitern. Ebenso könnte diesbezüglich in einer weiteren Arbeit eine empirische Evaluation zur Nutzung und zum Nutzen des Metamodells durchgeführt werden.

8 Literatur

[1] Awiszus, B. (2000): Integrierte Produkt- und Prozessmodellierung umformtechnischer Planungsprozesse. Shaker, Aachen.

[2] Becker, J.; Knackstedt, R.; Beverungen, D.; Bräuer, S.; Bruning, D.; Christoph, D.; Greving, S.; Jorch, D.; Joßbächer, F.; Jostmeier, H.; Wiethoff, S.; Yeboah, A. (2009): Modellierung der hybriden Wertschöpfung: Eine Vergleichsstudie zu Modellierungstechniken. In: Becker, J.; Grob, H.-L.; Hellingrath, B.; Klein, S.; Kuchen, H.; Müller-Funk, U.; Vossen, G. (Hrsg), *Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik Westfälische Wilhelms-Universität Münster (125).*

[3] Bundesverband Druck und Medien e.V. (2012): Die deutsche Druckindustrie in Zahlen. http://www.bvdm-online.de/Zahlen/pdf/taschenstatistik_2012.pdf. Abgerufen am 30.07.2013.

[4] Campagna, D. Formisano. A. (2011): ProdProc - Product and Production Process Modeling and Configuration. In: *Proceedings of the 26th Italian Conference on Computational Logic (810)*:261-279.

[5] Frank, U. (2000): Die Modellierung von Produkten für Handelsplattformen im Internet - ein Ansatz auf der Basis von Metakonzepten. In: Frank, U.; Jasper, H.; Küng, J.; Vossen, G. (Hrsg), *Informationssysteme für E-Commerce: EMISA-2000*. Linz.

[6] Frank, U. (2002): Modeling Products for Versatile E-Commerce Platforms: Essential Requirements and Generic Design Alternatives. In: Mayr, H. (Hrsg), *Proceedings of the 2nd International Workshop on Conceptual Modeling Approaches for E-Business.* Springer, Tampere.

[7] Garshol, L. M. (2004): Metadata? Thesauri? Taxonomies? Topic Maps! Making sense of it all. Journal of Information Science 30(4):378–391.

[8] Hogrebe, F.; Nüttgens. M. (2008): Integrierte Produkt- und Prozessmodellierung: Rahmenkonzept und Anwendungsfall zur EU-Dienstleistungsrichtlinie. In: Peter Loos, Markus Nüttgens, Klaus Turowski, Dirk Werth (Hrsg), *Modellierung betrieblicher Informationssysteme – Modellierung zwischen SOA und Compliance Management.* Köllen, Bonn.

[9] Hümmer, W. (2004): Vertragsverhandlungen um konfigurierbare Produkte im elektronischen Handel. Dissertation, Technische Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg.

[10] International Cooperation for the Integration of Processes in Prepress, Press and Postpress - CIP4 (2009): JDF Specification version 1.4a. http://www.cip4.org/open_source/index.html. Abgerufen am 21.08.2013.

[11] John, H. (2001): Modellierungstechnik zur Integration von Prozesswissen in ein Produktmodell. Shaker, Aachen.

[12] Kaiser, J. (1997): Vernetztes Gestalten von Produkt und Produktionsprozeß mit Produktmodellen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

[13] Kock, N. (2005): What is E-Collaboration? International Journal of e-Collaboration 1(1):i-vii.

[14] König, A (2011): Geschäftsmodell Onlinedruck. Entstehungsgeschichte, Funktionsweise, Beispiele. In: Peschke, H.; König, A. (Hrsg), *Berichte aus der Druck‐ und Medientechnik Nr. 1*. Berlin.

[15] Kühne, T. (2006): Matters of (Meta-)Modelling. Software and Systems Modeling 5(4):369-385.

[16] Benn, W.; Dube, H.; Dürr, H.; Kunzmann, U.; Löbig, S. (1997): ISO 10303 (STEP) - Datenaustauschformat oder Modellierungsbasis?. Industrie-Management: Zeitschrift für industrielle Geschäftsprozese (2):34-37.

[17] Object Management Group (2012): OMG Systems Modeling Language. http://www.omgsysml.org/. Abgerufen am 26.08.2013.

[18] Object Management Group (2011): Unified Modeling Language. http://www.omg.org/spec/UML/. Abgerufen am 15.08.2013.

[19] Oesterreich, B. (2012): Analyse und Design mit der UML 2.5: Objektorientierte Softwareentwicklung. Oldenbourg, München.

[20] Peffers, K.; Rothenberger, M.; Tuunanen, T.; Vaezi, R. (2012): Design science research evaluation. In: Peffers, K.; Rothenberger, M.; Kuechler, B. (Hrsg), *DESRIST'12 Proceedings of the 7th international conference on Design Science Research in Information Systems: advances in theory and practice.* Springer, Berlin, Heidelberg.

[21] Peffers, K.; Tuunanen, T.; Rothenberger, M.; Chatterjee, S. (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24(3):45-77.

[22] Stachowiak, H. (1973): Allgemeine Modelltheorie. Springer, Wien, New York.

[23] Strahringer, S. (1999): Probleme und Gefahren im Umgang mit „Meta“-Begriffen: ein Plädoyer für eine sorgfältige Begriffsbildung. In: *Proceedings of the International Knowledge Technology Forum*. Potsdam.

[24] Wernerfelt, B. (1984): The Resource-Based View of the Firm. Strategic Management Journal 5(2):171-180.

[25] Winter, A; Alt, R; Ehmke, J; Haux, R; Ludwig, W; Mattfeld, D; Oberweis, A; Paech, B (2012): Manifest – Kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen. Gestaltung eines Paradigmenwechsels. Informatik-Spektrum 35(6):399-408.

[26] Zipcon consulting GmbH (2013): Online Print Synopsium 2013. http://www.online-print-symposium.de/wp-content/uploads/OPS_Fazit_final_mitBildern_OPS-Logo.pdf. Abgerufen am 21.08.2013.

Towards Customer-centric Mass Customization – Contribution of a Customer Model

Stephan Sachse

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,
E-Mail: stephan.sachse@uni-leipzig.de

Rainer Alt

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,
E-Mail: rainer.alt@uni-leipzig.de

Thomas Puschmann

Business Engineering Institute St. Gallen (BEI), CH-9000 St. Gallen,
E-Mail: thomas.puschmann@bei-sg.ch

Abstract

The concept of Mass Customization (MC) has spread across many industries and presents an efficient approach to link a high degree of customer individualization with the scale economies of producing standardized components. However, customer-orientation is restricted to a combination of existing product attributes and is not formulated in terms of requirements customers have. This research follows the shift from parameter-based to need-based configuration and conceives the customer model as a necessary additional element to implement a customer-centric configuration of services. The customer model is developed based on an analysis of more than one hundred IT innovations in the banking industry and applies an ontology engineering method to derive service attributes from the customer point of view. The paper shows that customer-centric specifications differ from product specifications with respect to more abstract and relative dimensions and in the dynamics of customer needs, which are dependent on the domain, the use-intention and the current situation.

1 Introduction

Mass Customization (MC) has become a promising strategy to flexibly meet changing customer requirements. While the concept was originally introduced in the business-to-business (B2B) context, MC also gained foothold in many business-to-customer domains, such as cars, computers, clothing and the like [1]. With the emergence of the social web, the third phase of MC is currently discussed in the context of customer-to-customer (C2C) commerce [2]. The goal of MC is to individualize products via the variation of a specified number of product elements, which are key from a customer point of view. Platform and model kits are used to link individualization with standardization.

In industries, such as the automotive industry, MC is an established product-centric concept, which is currently undergoing a next evolutionary step: For example, Daimler AG offers online car configurators for every Mercedes model of their lineup since years. Customers may individualize their desired car along parameters, such as color, engine or infotainment devices, with thousands of possible variants. In addition, in 2012 Daimler started a mobility service named "Moovel.com" which does not focus on configuring individualized cars, but instead on offering an individualized solution for the "best choice" of traveling from A to B. It considers several means of transportation, such as taxis or public transportations, and selects the most suited service according to customers' needs (fastest, cheapest, ecological, etc.). Thus, Daimler has become a provider of mobility instead of cars. Another example is Lookcraft.com, also started in 2012. This website helps male customers to identify their own style and suitable clothes. Lookcraft.com works as a fashion guide and provides a holistic solution – a personalized outfit. A profiling frontend asks the user about his preferences and calculates individualized outfits. Users do not need to know the names of the items nor the configuration for every item-type, but instead of configuring each (product) element they profile themselves. Lookcraft.com has become a novel way of MC in the fashion industry, which for a long time was bound to the individualization of single items, like Levis did with "Curve Fit ID" for custom fitted jeans.

These examples illustrate two directions in the evolution of MC. The first is to focus on complex product bundles instead of isolated products: Traditional configuration tools, such as car configurators are based on single products and their respective parameters (weight, color, etc.) as well as the parameterization of product attributes and fail to include customer-centric requirements [3]. More recently, need-based configurators have translated these parameters into a less technical language for customers, however, the outcome is still an isolated product. Solution bundling can comprise any types of products: physical goods, intangible services and hybrid ones. The second focuses on customer-centric instead of product-centric configurations. Although customer-centricity is often used in the context of MC, the term only focuses on the strategic benefit of MC (e.g. [1]). Instead, a customer-centric configuration relies on the description of the customer himself (his needs, intentions, etc.). The configuration takes place on a higher level, which allows selection and bundling of heterogeneous service modules instead of parameterizing a single one. Following this approach the solutions adapt to the customer who defines his need on an abstract level and normally lacks the information on the attributes of available solutions available on the marketplace. This brings challenges to the configuration process, but also allows bundling of heterogeneous products to a solution [4]. Further on, this approach is referred to as "customer-centric configuration".

This paper suggests an approach to develop a customer-centric paradigm that may complement existing (and future) IT-based configurators that are a major element of MC. However, MC is mainly linked to companies operations and supply chain management and businesses from the services industry have been slow in adopting this concept [5]. For this area, the IS research field of service

composition may enhance existing MC research, but research in this area is still limited: First, existing service composition approaches mainly target domain experts who possess higher expertise than average consumers. Second, research is focused on isolated aspects and neglects functionally integrated customer processes (e.g. [6], [7]). Third, research is mostly limited to the composition of homogeneous elements. Lastly, customer solutions still fall short regarding a practical validation and evaluation [8]. To address these gaps, the paper is organized as follows: Section 2 gives an overview on the evolution of MC towards customer-centric approaches. Section 3 develops a generic customer model as a major artifact for customer-centric configuration that is applied for the financial services industry in section 4. Section 5 summarizes the main findings and provides some directions for future research.

2 Characteristics of Customer-centric Mass Customization

The term "Mass Customization" has been coined by Davis in 1987 and has been subject to research ever since [9]. The interdisciplinary nature of this topic has resulted in various definitions, emphasizing different aspects of MC:

- "[L]ow-cost, high volume, efficient production of individually customized offerings." [10]
- "Mass customization is the capability, realized by a few companies, to offer individually tailored products or services on a large scale." [11]
- "[T]he technologies and systems to deliver goods and services that meet individual customers' needs with near mass production efficiency." [12]

These definitions conceive MC as an enabler for customer-oriented individualized solutions that include both the strategy and the technology to deliver mass customized products and services. A widespread differentiation of MC recognizes the user-interface of the configurator tool (c.f. [13], [14]) and distinguishes between parameter-based and need-based configurations (see Figure 1). The former allow that customers directly manipulate product parameters, while more recent need-based systems translate the design parameters into a less-technical language for the user - making them more accessible for non-skilled clients [15]. However, need-based configuration is not synonymous with customer-centricity and examples for truly customer-centric solutions are still difficult to find [16].

Another classification differentiates the solutions according to their "degree of freedom". Following the distinction of [17] for the customization of cloud services, this process can either be structured, semi-structured or unstructured. In a structured configuration, the solution space is limited and the potential choices are predefined and obligatory. An example would be a car configurator where the configuration is limited to a specific car. All design choices are captured along a defined parameter-list. The focus is on a single product. In a semi-structured configuration, the solution space is more heterogeneous but also clearly limited. Travel platforms are an example for this type of MC. A vacation consists of heterogeneous elements (flight, accommodation, insurance, etc.). This package comes closer to an individual customer solution. However, the provider and not the user predetermines the elements of the solution which makes this approach essentially a collection of several structured configuration steps. For an unstructured configuration, the solution space is much more open and consists of various heterogeneous elements. The number of elements is larger and cannot be defined in advance. An example would be an individual financial solution for a customer who selects his services from different providers and is able to combine them to a new solution. In this case the solution consists of heterogeneous services and is too extensive for structured or semi-structured configuration.

Figure 1 summarizes the different types of MC that have evolved from parameter-based towards need-based configuration and from structured towards semi-structured configuration. This development continues by shifting from product- to customer-centric MC (represented by the upper right square). Customer-centric MC solutions consist of heterogeneous elements, which are not known in advance (and thus cannot be parameterized). Parameter-based configuration in an unstructured environment does not seem feasible and no example is known (lower right square). In light of the evolution towards customer-centric configuration, existing approaches feature several limitations:

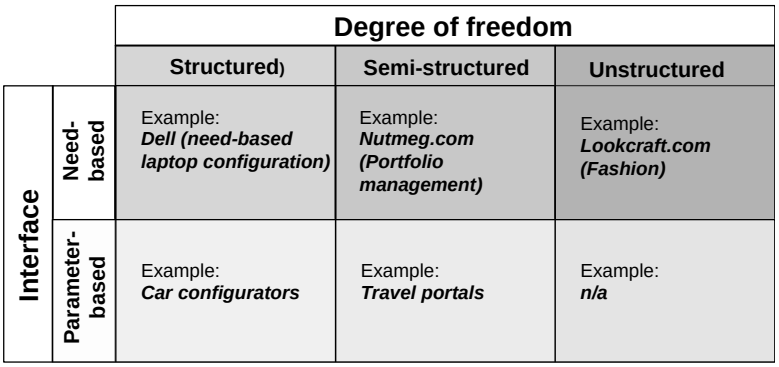


Figure 1: Classification of customer-centric configuration

- *Configuration process:* A customer-centric *configuration process* begins a step before product configuration: it starts by transforming needs into a solution via selection and bundling of elements. In contrast, product-centric configuration focuses on parameterizing and instantiating of a specific product [8].
- *Scope:* Whilst product-centricity refers to specific goods and services, customer-centricity refers to product-types instead of specific instances. The scope of customer-centric configuration hence lies on generic service classes instead of specific services [18].
- *Information exactness:* Product-centric MC is basically an extension of the production process by involving the customer [19]. It defines the role of the customer as an integral part of service design and development, which composes the product in a predetermined solution space. The product specifications are then captured and forwarded to the supply chain. In contrast to product-centric configuration where the specification relies on exact and formalized design parameters, customer data for customer-centric configuration is abstract and vague customer needs, which are more difficult to classify and highly fuzzy in respect to IT processing [15].
- *Heterogeneity:* A shortcoming of existing approaches is the degree of heterogeneity regarding elements of the solution space [14]. In most cases, a holistic solution consists of several heterogeneous elements. Product-centric configurators determine in a linear way, focused on one element at a time. If bundling is done in a configuration setting, it is limited to homogenous modules (e.g. creating a portfolio of funds). A workaround is a semi-structured configuration by structuring the configuration process into steps for multiple homogenous products. However, this solution is limited to a small number of elements that are given for every configuration process. In some fields (like finance) an unstructured configuration process has to take place. Here the solution space consists of heterogeneous services, which may build the final solution [17].

- *Outcomes:* As a result of the heterogeneity, customer-centric configuration delivers complex solutions consisting of heterogeneous service modules, instead of isolated homogenous products. This allows a much broader solution space and flexible solutions. The solution space comprises all modules that are subject to customization and can be considered broad, if it has numerous elements or is highly heterogeneous. The later aspect also determines the high degree of freedom necessary for customer-centric configuration [20].

The differentiation between customer-centric and product-centric configuration are summarized in Table 1.

	Customer-centric configuration	**Product-centric configuration**	**References**
Configuration Process	Transformation of customer needs into a product bundle via selection and bundling	Parameterization of product instances	[8]
Scope	Generic product classes	Specific product instances	[21]
Information	Description of the customer (needs)	Description of the product (parameters)	[15]
Heterogeneity	Unstructured	Structured, semi-structured	[17]
Outcome	Individualized solution	Individualized product	[20]
Example:	Customer desires a mobility solution. He may be proposed season tickets for trains, car-sharing and taxi apps.	Customer desires a car. He parameterizes the specific model by color, engine, etc.	

Table 1: Distinction between customer-centric and product-centric configuration

3 Customer model for customer-centric configuration

Customer-centricity requires an in-depth understanding of customer needs from the customer's point of view. This means that MC must not only contain a product-centric description and configuration logic, but also a customer-related model that reflects customer needs. Compared to product-centric configuration a customer-centric configuration approach must be enhanced by a distinctive customer model, which extends the configuration process from the customer perspective. It is the integrating object on the intersection of various research disciplines. Besides business and technical areas of IS research, also customer-related research areas, such as marketing and (business) psychology need to be considered. In light of the interdisciplinary approach, this research is settled to the field of service science [22].

Standards are an important element in the context of MC for product description that enable an automated, IS-supported configuration process such as in the example of the automotive industry described above. Here, different ISO standards (International Organization for Standardization; www.iso.org) for products are the basis for a standardization of the production process as a whole. Unlike for products, there are no universal description standards available for customers, yet. For instance various description standards for services have evolved over time. The first ones were developed with a pure technical focus (e.g. WSDL). Later standards were more business-oriented, but still lack customer-centricity. The "Universal Service Description Language" (USDL) is an example for an advanced and applied service description standard trying to be applicable to services covering both business and IT-related aspects [23]. In contrast to product description, literature agrees, that customers have to be described according to their "needs and desires" [24]. However, further

clarification or a link to configuration tools is hardly given. To derive a founded customer description, it is essential to understand the configuration process from the customer point of view.

Customer-centric configuration features a strong link to the purchasing process. In complex domains such as financial services, configuration of solutions is a challenging task for customers due to high complexity and low expertise. A formalized and established model of customer perceptions in decision processes is provided by "contingency theory" from marketing [25]. It states, that the decision process of customers is determined by two factors: First, they have an *intention* ("Why?" – functional description of the solution). Second, they have *values* ("How?" – non-functional description of the solution). These two factors are supposed to be the only relevant for capturing customers` requirements towards the solution resp. the product bundle. However, suitability of these two factors in the application area of MC is not proven yet. Further factors (e.g. already possessed products, time of product consumption) might also be relevant and improve the customization result. These different types of customer data describe the horizontal dimension of the proposed customer model.

Additional information can minimize uncertainty and fuzziness in the configuration process, but creates higher complexity for the customer, for instance in answering more questions. This regards to the vertical dimension of the customer model. For each of the named factors, information can be gathered in different granularity levels and to different extents. Hierarchic information, e.g. "intentions", are less difficult to be structured because they have a hierarchic order, unlike more difficult "values", which are applied to every element of the solution space [26]. In the field of service configuration and composition, other relevant elements besides the customer model have already been analyzed before (see table 2), however with a limited functional scope only and missing implementation or evaluation of the concepts (e.g. [27], [28]). So they are also subject for further research in light of customer-centricity, but not covered in this paper. Table 2 summarizes existing research for these elements according to [29].

Element	**Relevant research areas (not covered in this paper)**	**References**
Service Model	Service description languages	[23]
	Service ontologies	[30], [31]
	Service repositories	[32]
Configuration Logic	Service composition	[8]
	Service value networks	[33]
	Service discovery	[34], [35]
	Service bundling	[36]
Service Bundle	Customer acceptance	[24]
	Customer value	[37]
	Visualization	[24]

Table 2: Elements of the customer-centric configuration model and according research areas ([29]**)**

In order to implement customer-centric configuration, an approach has to consider the previously identified distinctions towards product-centric configuration and the requirements of a customer model. Challenges towards customer-centric configuration can be found in three areas:

- *Complexity towards the customer:* In product-centricity, alternatives are not considered during the configuration process [21]. The choice for a specific product to be configured must be made prior to using the configurator. In complex environments, such as financial services,

consumers usually are not aware of all product types and their combination according to their needs. Even if so, they probably would not understand the relevant configuration parameters. This prevents the use of product-centric configuration. As a result, a major challenge is to handle complexity for the customer.

- *Need for formalization:* If the customer cannot adequately describe the desired product, the customer describes himself regarding his needs instead. As mentioned, this requires a formalized set of information about the customer that is hard to capture because of high abstraction and fuzziness. This information is captured in a customer profile containing the relevant customization data. "A user profile is a structured representation of the user's personal data, needs, and preferences that is used [for] tailoring [of] a service" [38]. The concept of customer profiles is already discussed in the homecare domain for composing healthcare plans, which shows a close connection between the user profile and the solution space [38]. Attributes of the customer profile depend on the specific domain (solution space) and a given intention for use of the profile [39].
- *Selection and bundling of elements:* If the configuration process is not focused on a specific product, it can be open towards alternatives that cater to the same needs. So, the configuration process is extended by the tasks for product selection and product bundling. This is especially relevant in the service domain, where customization takes place via service-bundling. As mentioned in the introduction, appropriate service-composition concepts are almost exclusively focused on expertized users and not on consumers, yet.

4 Application of the customer model for financial services

In order to evaluate the characteristics of customer-centricity for MC, an empirical analysis of customer-related financial services was conducted. The intention was to illustrate the differences of the dominating product-centric view compared to the customer perspective by developing a customer model for the financial services industry. The financial services industry is a suitable application area to derive a customer model because the services demand extensive customization efforts to provide value to the customer. They are complex and solutions consist of heterogeneous service types. In the domain of the financial services industry, configuration of service bundles is a challenging task for customers due to high complexity and low expertise. The impacts of wrong decisions are high, so this is considered an "extensive purchase decision" [40]. Because appropriate decision strategies are of high-effort, many customers rely on intermediaries (financial advisers) for activities like information search, comparison, etc. [41].

An approach for capturing and structuring the customer perspective is the "voice of the customer" (VOC) methodology. It describes why customers choose one product over another. Essentially, this is done by breaking down statements regarding a service into several dimensions - each represented by question words: "why?", "who?", "when?", etc. in a structured way [42]. In combination with ontology engineering methods [43], relevant service attributes from the customer point of view can be derived upon in an ontology. Ontologies structure knowledge representation and are the foundation of the customer-model. For this paper, this was done for over 100 "banking IT innovations". Banking IT innovations are innovative electronic services for customers in the banking sector (Alt & Puschmann 2012). They have been collected over the last three years in a public database (*http://banking-innovation.org*). Since these solutions are focused on customers, the providers of the banking IT innovations describe them on their websites according to customer specific requirements. Remarkably

often, these providers used statements like “an easier way to manage your finances”, “neutral and trustworthy” for the specification of their services. The scanning of VOC statements was done manually. The applied methodology is not subject to this paper. Basically, the research process followed Stanford University’s ontology engineering methodology and was captured with the tool “Protegé” [43]. The raw-data, the full ontology and the detailed methodology description can be accessed under *http://research.banking-innovation.org*. The results of this analysis from the customer perspective for the subset of payment services are shown in table 3. The listed attributes represent the “value”-dimension of the customer model (non-functional requirements). They may be considered as the most difficult dimension because non-functional requirements are so called “soft values”. These attributes and their values according to the derived value-ontology deliver a structure for customer-modeling and may be individually captured via a frontend as a part of the configuration tool. The customer-oriented service attributes extend current service description standards such as USDL with new elements that reflect the customer point of view on services. Currently USDL consists of nine different modules, each addressing certain aspects of the service description, as e.g. pricing, legal, and functional [23]. In contrast, the identified customer-oriented service attributes would enhance USDL with additional non-functional attributes.

Customer-oriented service attributes	**Description**	**Link to literature**
Acceptance	Regarding geographic extension and user base	[44]
Speed	Regarding time of use (e.g. setup-process, payment-process, finality)	[45]
Security	Factors for building customer trust (e.g. established, under regulation)	[46]
Price	Regarding costs of use (e.g. free, cheap)	[47]
Anonymity	Regarding data protection and anonymity	[48]
Integration	Regarding re-use of existing hardware and software	[48]
Transparency	Regarding payment amount and monitoring of transactions	[46]
Flexibility	Regarding being tied to the solution (contract obligations, reference accounts)	[48]
Channel	Regarding setting and interaction of payments (e.g. online, mobile, peer-to-peer, POS)	[49]
Alternative	Regarding intended use of innovative and non-traditional solutions	[50]
Simplicity	Regarding understanding of the solution (e.g. payments process, setup-process, pricing-models)	[47], [48]

Table 3: Customer-centric description attributes for electronic payment services

5 Discussion and results

The goal of this paper is to extend existing product-centric MC approaches by a customer-centric approach with the development of a customer model. For this, an ontology-based approach in combination with VOC was applied to an empirical analysis on over 100 banking IT innovations - electronic financial services for customers. Based on this analysis, the following findings are obtained, which show major distinctions between extensions of a customer-centric and a product-centric MC approach:

- *More abstract perception of attributes:* The scope of customer-centric configuration lies on a more abstract level which comprises generic service classes instead of specific services [18]. From a customer point of view, this "meta-level" reduces complexity by describing the choices on a more abstract, but non-technical level via natural language. It also bridges the gap between customer needs and the elements of the solution space. In contrast to established product description standards like USDL, which are based on objective parameters, the empirical analysis of this paper has proven the less specific and exact perception of the customers. What customers perceive as "security", relates to several modules of USDL [51]. However, most of the identified customer attributes can be mapped to USDL. For example the attribute "security" is based on parameters which are covered in USDL in the dimensions "marketing" and "service level" (c.f. [51]). In light of this, customer attributes may basically represent "abstract proxy-variables" to specific product attributes.
- *Relative evaluation of attribute values:* In contrast to exact pricing schemes in USDL, the identified terms "free" and "cheap" are clear to the customer without further explanation. However, "cheap" is no absolute value and depends on the context. Decision making of customers is based on relative values instead – the so-called "framing effect" as evaluated in prospect theory [52]. This poses challenges for service description since the evaluation of the attributes depends on given alternatives in the same solution space.
- *Domain and intention specific:* USDL is a generic standard for service description. It is designed to capture the most general attributes. However the analysis showed, that especially the identified non-functional attributes, which seem to be very relevant to the customer, are underrepresented (see table 3). For example, the attribute "alternative" is not considered by USDL [51]. This may be due to the specific customer requirements in the domain of banking services for online payments. However, this indicates that the relevant attributes of the customer model are dependent on the domain (financial services) and the usage intention (identify appropriate service type).
- *Relevant attributes are dynamic:* Each identified customer-oriented attribute is validated by literature in order to prove correctness and consideration in academia. Existing research is either restricted to subsets of the customer model (e.g. [46], [53]) or take non-relevant attributes into account (e.g. "Technology Acceptance Model" [47]). However, relevance of attributes towards customers may be dynamic over time: Recent payment services like e.g. Bitcoins promise anonymity to the user. This may be an emerging need in light of recent economical and political developments. This attribute is hardly covered by research however outside the IS-domain. However, "anonymity" is a major reason for the success of cash as the most popular payment instrument today. Hence, the bottom-up VOC-approach may deliver more up-to-date and exhaustive classifications and may potentially also give new insights about customers` needs and changing preferences. [54, p. 20]
- *Extension of the configuration process:* Customer-centric configuration does not substitute product-centric configuration, it is more likely to be a supplement to it. Instantiation of products via parameterization is a necessary task in every customization process, however customer-centricity allows consumers an alternative approach to configurator tools. Customer interaction starts at the time a need occurs – and no longer after a specific product was chosen.

The findings of this paper are limited by the narrow domain (financial services) and missing practical validation, yet. They will be complemented by an integrated prototype for "customer-self advisory" which aims to evaluate acceptance and limitations of customer-centric MC in the future.

6 References

[1] Piller, FT (2010): Mass Customization: A Strategy for Customer - Centric Enterprises, *Customer-Driven Supply Chains*, no. 2009. Springer, pp. 1–27.

[2] Walcher, D; Piller, FT (2012): Special Series of Articles on Mass Customization, *InnovationManagement.se*, [Online]. Available: http://www.innovationmanagement.se/2012/04/02/special-series-of-articles-on-mass-customization-from-frank-piller/. [Accessed: 11-Feb-2013].

[3] Fogliatto, FS; da Silveira, GJC; Borenstein, D (2012): The mass customization decade: An updated review of the literature, *International Journal of Production Economics*, vol. 138, no. 1, pp. 14–25.

[4] Österle H; Senger, E (2011): Prozessgestaltung und IT: Von der Unternehmens- zur Konsumentensicht, *Controlling Management*, vol. 55, no. 2, pp. 80–88.

[5] Salvador, F; De Holan, PM; Piller, FT (2009): Cracking the Code of Mass Customization Cracking the Code of Mass Customization, *MIT Sloan Manag. Review*, vol. 50, no. 3, pp. 71–78.

[6] De Kinderen, S; Gordijn, J; Akkermans, H (2009): Reasoning about Customer Needs in Multi-Supplier ICT Service Bundles using Decision Models., *ICEIS (3)*, pp. 131–136.

[7] Nakamura, K; Aoyama, M (2006); Value-Based Dynamic Composition of Web Services, in *2006 13th Asia Pacific Software Engineering Conference (APSEC'06)*, pp. 139–146.

[8] Razo-Zapata, IS; De Leenheer, P; Gordijn, J (2011): Value-Based Service Bundling: A Customer-Supplier Approach, *2011 IEEE 15th Int. Enterprise Distributed Object Computing Conference Work.*, pp. 237–246.

[9] Davis, SM (1987): *Future perfect*. Perseus Books, p. 243.

[10] Pine, BJ (1993): Mass customizing products and services, *Strategic Leadership*, vol. 21, no. 4, pp. 6–55.

[11] Zipkin, P (2001): The limits of mass customization, *MIT Sloan Manag. Review*, vol. 42, no. 3, pp. 81–88.

[12] Tseng, MM; Jiao, J (2001): Mass Customization, in in *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*, John Wiley & Sons, p. 2796.

[13] Christensen, KH (2012): Mass Customization: An analysis of planning and control issues and solutions in operations, when a market demands increasing flexibility, Aarhus University.

[14] Dellaert, B; Stremersch, S (2005): Marketing mass-customized products: striking a balance between utility and complexity, *Journal of Marketing Research*, vol. XLII.

[15] Randall, T; Terwiesch, C; Ulrich, KT (2007): User Design of Customized Products, *Marketing Science*, vol. 26, no. 2, pp. 268–280.

[16] Walcher, D; Piller, FT (2012): The Customization 500 - An International Benchmark Study on Mass Customization and Personalization in Consumer E-Commerce, Available: *http://www.mc-500.com*.

[17] Haak, S (2013): Mass Customization of Cloud Services, Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

[18] Long, HJ; Wang, LY; Shen, J; Wu, MX; Jiang, ZB (2013): Product service system configuration based on support vector machine considering customer perception, *International Journal of Production Research*, vol. ahead-of-p, no. August 2013, pp. 1–19.

[19] Lampel, J; Mintzberg, H (1996): Customizing customization, *Sloan Manage. Review*, pp. 21–31.

[20] Epp, AM; Price, LL (2011): Designing Solutions Around Customer Network Identity Goals, *Journal of Marketing*, vol. 75, no. 2, pp. 36–54.

[21] Weinmann, M; Hibbeln, M; Robra-Bissantz, S (2011): Customer-oriented configuration systems: one type fits all?

[22] Bardhan, IR; Demirkan, H; Kannan, PK; Kauffman, RJ; Sougstad, R (2010): An Interdisciplinary Perspective on IT Services Management and Service Science, *Journal of Management Information Systems*, vol. 26, no. 4, pp. 13–64.

[23] Barros, A; Oberle, D (2012): *Handbook of Service Description: USDL and Its Methods*. Springer.

[24] Rogoll, T; Piller, FT (2004): Product configuration from the customer's perspective: A comparison of configuration systems in the apparel industry.

[25] Bettman, J; Luce, M; Payne, J (1998): Constructive consumer choice processes, *Journal of Consumer Research*, vol. 25, no. 3, pp. 187–217.

[26] Zhao, Z; Lage, N; Crespi, N (2011): User-centric service selection, integration and management through daily events, in *2011 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)*.

[27] Lee, NY; Kwon, O (2011): A complementary ubiquitous service bundling method using service complementarity index, *Expert Systems Application*, vol. 38, no. 5, pp. 5727–5736.

[28] da Silva, E; Pires, L; Van Sinderen, M (2011): Towards runtime discovery, selection and composition of semantic services, *Computer Commun*ication.

[29] Schackmann, J; Link, H (2011): Mass Customization of Digital Products in Electronic Commerce, in *Proceedings of the International NAISO Congress on ISI*, vol. 4801, pp. 144–150.

[30] Sorathia, V; Pires, LF; Sinderen, M; Wijnhoven, F (2009): Service Semantics Classification: an Approach Towards Modular Service Ontology, pp. 1–4.

[31] Dong, M; Yang, D; Su, L (2011): Ontology-based service product configuration system modeling and development, *Expert Systems Application*, vol. 38, no. 9, pp. 11770–11786.

[32] Yu, J; Sheng, QZ; Han, J; Wu, Y; Liu, C (2012): A semantically enhanced service repository for user-centric service discovery and management, *Data Knowledge Engineering*, vol. 72, pp. 202–218.

[33] Gordijn, J; Razo-Zapata, I; De Leenheer, P; Wieringa, R (2012): Challenges in Service Value Network Composition, in in *The Practice of Enterprise Modeling*, Springer, pp. 91–100.

[34] Klusch, M (2014): Service Discovery, in in *Encyclopedia of Social Networks and Mining (ESNAM)*, R. Alhajj and J. Rokne, Eds. Springer.

[35] Razo-Zapata, I; De Leenheer, P; Gordijn, J; Akkermans, H (2012): Fuzzy verification of service value networks, in in *Advanced Information Systems Engineering*, pp. 95–110.

[36] Kohlborn, T (2010): Decision-Support for Service Bundling, in *Doctoral Consortium at the 22nd International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'10)*.

[37] Yang, Z; Jun, M; Peterson, RT (2004): Measuring customer perceived online service quality: Scale development and managerial implications, *Int. J. Oper. Product Management*, vol. 24, no. 11, pp. 1149–1174.

[38] Eslami, MZ; Zarghami, A (2011): Personalized Service Creation by Non-technical Users in the Homecare Domain, *Procedia Comput. Sci.*, vol. 5, pp. 409–417.

[39] Kundisch, D; Wolfersberger, C; Calaminus, D; May, EK (2001): Enabling eCCRM : Content Model and Management for Financial eServices, in *Proceedings of the Thirty-Fourth Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-34)*, p. 3.

[40] Mittal, B (1989): Measuring Purchase-decision involvement, *Psychology Marketing*, vol. 6, no. 2, pp. 147–162.

[41] Auh, S; Bell, SJ; McLeod, CS; Shih, E (2007): Co-production and customer loyalty in financial services, *Journal of Retailing*, vol. 83, no. 3, pp. 359–370.

[42] Woodruff, R (1997): Customer value: the next source for competitive advantage, *Journal of Academic Marketing Science*, vol. 25, no. 2, pp. 139–153.

[43] Noy, NF; McGuinness, DL (2001): Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Stanford, pp. 1–25.

[44] Mallat, N; Tuunainen, VK (2005): Merchant Adoption of Mobile Payment Systems, in *International Conference on Mobile Business (ICMB'05)*, pp. 347–353.

[45] Swartz, T; Iacobucci, D (2000): *Handbook of Services Marketing and Management*. SAGE Publications.

[46] Linck, K; Pousttchi, K; Wiedemann, D (2006): Security Issues in Mobile Payment from the Customer Viewpoint, in Proceedings of the 14th European Conference on Information Systems (ECIS 2006), no. 2923, pp. 1–11.

[47] Zmijewska, A; Lawrence, E; Steele, R (2004): Towards understanding of factors influencing user acceptance of mobile payment systems, in Proceedings of the IADIS International Conferences, pp. 270–277.

[48] Neuman, BC; Medvinsky, G (1995): Requirements for network payment: the NetCheque perspective, in Digest of Papers. COMPCON'95. Technologies for the Information Superhighway, pp. 32–36.

[49] Ramsay, J; Smith, M (1999): Managing customer channel usage in the Australian banking sector, Manag. Audit. J., vol. 14, no. 7, pp. 329–338.

[50] Pousttchi, K (2003): Conditions for acceptance and usage of mobile payment procedures, in *mBusiness 2003 - The Second International Conference on Mobile Business*, no. 2912, pp. 201–210.

[51] Cardoso, J; Barros, A; May, N; Kylau, U (2010): Towards a Unified Service Description Language for the Internet of Services: Requirements and First Developments, in *2010 IEEE International Conference on Services Computing*, pp. 602–609.

[52] Tversky, A; Kahneman, D (1986): Rational choice and the framing of decisions, *Journal of Business*, vol. 59, no. 4, pp. 251–278.

[53] Van Der Heijden, H (2002): Factors Affecting the Successful Introduction of Mobile Payment Systems, in *15th Bled Electronic Commerce Conference*.

[54] Kanniainen, L (2010): Alternatives for banks to offer secure mobile payments, *International Journal of Bank Marketing*, vol. 28, no. 5, pp. 433–444.

Teilkonferenz: 9. Konferenz Mobilität und mobile Informationssysteme

Mobilität und Ubiquität werden zunehmend zu Eigenschaften von und Anforderungen an moderne Informationssysteme. Die Verwendung drahtloser Kommunikationstechniken erlaubt nicht nur eine bessere Unterstützung mobiler Aktivitäten, sondern bietet auch die technische Grundlage für ganz neue Arten mobilen Arbeitens und Lebens. Komplementäre Technologien des Pervasive Computing (u.a. RFID, Sensorik, Lokalisierung) erweitern die Unterstützungsmöglichkeiten mobiler Technologien durch die Einbettung von digitaler Assistenz und Intelligenz in die Umwelt des Nutzers und ihre Artefakte bis hin zu einem zukünftigen "Internet der Dinge", in dem physische und digitale Welt miteinander verschmelzen.

Nicht nur die Technik, sondern auch das Nutzerverhalten, die Art des Entwurfs und der Realisierung mobiler und ubiquitärer Informationssysteme, die Einschätzung und Nutzung mobiler Technologien durch Unternehmen sowie nicht zuletzt Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetze entwickeln sich rapide weiter. Vor diesem Hintergrund stellt die 9. MMS-Konferenz im Rahmen der MKWI Beiträge vor, die den aktuellen Erkenntnisstand in Forschung und Praxis analysieren, zukünftige Entwicklungen antizipieren und innovative Modelle und Implementierungen präsentieren. Dem interdisziplinären Ansatz der GI-Fachgruppe MMS folgend, stehen dabei gleichermaßen technische wie auch wirtschaftliche Entwicklungen und die Analyse und Gestaltung von Informationssystemen als Mensch-Aufgabe-Technik-Systeme im Mittelpunkt.

Dezember 2013

Frédéric Thiesse, Kai Rannenberg, Thomas Kirste

(Teilkonferenzleitung)

Methode zur Umsetzung einer Bring Your Own Device Strategie im Unternehmen

Stefan Hellfeld

FZI Forschungszentrum Informatik, 76131 Karlsruhe, E-Mail: hellfeld@fzi.de

Jeron Mehl

FZI Forschungszentrum Informatik, 76131 Karlsruhe, E Mail: mehl@fzi.de

Andreas Oberweis

FZI Forschungszentrum Informatik, 76131 Karlsruhe, E Mail: oberweis@fzi.de

Valentin Zacharias

FZI Forschungszentrum Informatik, 76131 Karlsruhe, E Mail: zach@fzi.de

Abstract

Mit Bring Your Own Device (BYOD) wird eine Entwicklung in der Informations- und Kommunikationstechnologie beschrieben, die die Nutzung privater mobiler Endgeräte für dienstliche Zwecke beinhaltet. Um die Informationssicherheit im Rahmen der Nutzung privater mobiler Endgeräte weiterhin zu gewährleisten, sollen Unternehmen in der Entscheidung über eine BYOD-Richtlinie unterstützt werden. Dazu wird ein Vorgehen zur unternehmensspezifischen Richtlinienerstellung vorgestellt. Die Methode basiert auf Gerätemerkmalen mobiler Endgeräte und beschreibt eine Risikozuordnung zu den einzelnen Gerätemerkmalen. Die Risiken können mit verschiedenen Gegenmaßnahmen unterschiedlicher Intensität verknüpft werden. Die gewählten Maßnahmen können unter Berücksichtigung rechtlicher Vorgaben sowie der Wünsche der Mitarbeiter zu einer BYOD-Richtlinie zusammengefasst werden. So wird die Informationssicherheit beim Einsatz privater mobiler Endgeräte weiterhin gewährleistet.

1 Einleitung

Getrieben durch die rasante Verbreitung von Tablets und Smartphones im privaten Umfeld [17] möchten immer mehr Arbeitnehmer das private mobile Endgerät[1] zur Unterstützung ihrer Aufgabenausführung im Unternehmen benutzen. Nach einer Studie des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und Neue Medien e.V. (BITKOM) erlauben derzeit bereits 43 Prozent der Informations- und Telekommunikationsunternehmen ihren Mitarbeitern die Nutzung eigener mobiler Endgeräte im Rahmen ihrer Arbeit [5]. Darüber hinaus belegen Studien, dass junge Berufsanwärter die Nutzung des eigenen mobilen Endgeräts im Unternehmen bereits bei Vertragsabschluss fordern [15].

Entsprechend benötigen die Unternehmen eine Strategie bzw. Methode oder Vorgehensweise, um die Nutzung privater mobiler Endgeräte im Unternehmen zulassen zu können, ohne dass ein Schaden für das Unternehmen entsteht. Existierende Lösungsansätze werden unter dem Begriff "Bring Your Own Device"-Strategie (BYOD) zusammengefasst. Häufig werden im Rahmen einer BYOD-Strategie lediglich Sicherheitskriterien (wie beispielsweise die Vorgabe der Eingabe eines Passworts bei E-Mailabruf) in Verbindung mit der Nutzung einer spezifischen Geräteklasse[2] privater mobiler Endgeräte betrachtet. Die isolierte Betrachtung von Sicherheitskriterien ist aber nicht ausreichend, da auch die Anwendungsszenarien sowie die Akzeptanz und die Anforderungen der Mitarbeiter zu betrachten sind. Demzufolge wird im vorliegenden Beitrag die methodische Umsetzung einer BYOD-Strategie vorgestellt, die die oben genannten Aspekte berücksichtigt.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: in Abschnitt 2 werden grundlegende Begrifflichkeiten eingeführt und in der Literatur beschriebene BYOD-Strategien erläutert. In Abschnitt 3 werden auf Basis spezifischer Gerätemerkmale mobiler Endgeräte Risiken für den Einsatz der Endgeräte im Unternehmen abgeleitet. Die Klassifikation eines Risikos und die Zuordnung einer entsprechenden Gegenmaßnahme werden in Abschnitt 4 beschrieben. In Abschnitt 5 werden abschließende Schritte wie beispielsweise eine Umfrage im Unternehmen zur Erstellung eines Richtlinienentwurfs zur Umsetzung von BYOD genannt. Mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick in Abschnitt 6 schließt der Beitrag.

[1] Im vorliegenden Beitrag bezieht sich der Begriff des privaten mobilen Endgeräts vornehmlich auf private Smartphones, Tablets oder Laptops. Diese Endgeräte besitzen die Eigenschaft des leichten Transports und können daher aus dem privaten Umfeld in ein anderes Umfeld transportiert werden. Auf die speziellen Eigenschaften der Endgeräte wird in einem späteren Abschnitt eingegangen.

[2] Unter einer Geräteklasse wird im vorliegenden Beitrag eine Menge an Endgeräten vom selben Gerätetyp zusammengefasst (z.B. mehrere Endgeräte des Typs iPhone in der Version 4 von Apple®).

2 BYOD als Unternehmensstrategie

Eine eindeutige Definition des Begriffs BYOD findet sich in der Literatur nicht. Im Allgemeinen beschreibt der Begriff die Nutzung privater mobiler Endgeräte in nicht privatem Kontext wie beispielsweise der schulischen Ausbildung oder der beruflichen Aufgabenausführung in einem Unternehmen. Erstmalig wird der Begriff von Ballagas et al. benutzt, die Interaktionen privater mobiler Endgeräte von Menschen mit öffentlichen Displays untersuchten [1]. Der Bezug des Begriffes zur Nutzung von privaten mobilen Endgeräten im Unternehmen wurde durch das Unternehmen Intel Corporation[3] hergestellt. Bis heute existiert kein einheitliches Verständnis, ob BYOD einen Trend wie nach [8] beschreibt, eine Strategie im Unternehmen darstellt oder ob es sich lediglich um eine Richtlinie der IT handelt, die von den Fachabteilungen in einem Unternehmen umgesetzt werden muss. Um zu verdeutlichen, dass die strategischen Leitungsorgane eines Unternehmens im Rahmen einer vollständigen Umsetzung von BYOD im Unternehmen in die Entscheidungsprozesse eingebunden werden müssen, wird im Rahmen des vorliegenden Beitrags BYOD wie folgt definiert:

> *Der englische Begriff "Bring Your Own Device" (abgekürzt BYOD), der übersetzt "Bringe dein eigenes Gerät (mit)" bedeutet, bezeichnet eine Strategie (BYOD-Strategie) im Umgang mit dienstlich genutzten privaten mobilen Endgeräten. Diese BYOD-Strategie greift den Trend der dienstlichen Nutzung privater mobiler Endgeräte auf und setzt diesen Trend durch Richtlinien um.*

Möchte ein Unternehmen BYOD als Strategie umsetzen, bedarf es der Beachtung unterschiedlicher Risiken, die im Zusammenhang mit der Umsetzung von BYOD stehen. Entsprechend finden sich in der Literatur Lösungsansätze für die Einführung bzw. Umsetzung einer unternehmensweiten BYOD-Strategie. Im IT-Grundschutzkatalog des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) werden die allgemeinen Ergebnisse einer grundlegenden Analyse von Risiken und Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Nutzung von IT beschrieben [4]. Diese können auch auf die Nutzung privater mobiler Endgeräte übertragen werden. Speziell zu Sicherheitsgefährdungen in der Nutzung von mobilen Endgeräten hat das BSI eine Übersicht erstellt [3]. Angriffsvektoren für Smartphones im Unternehmen werden in [9] beschrieben. In [11] werden allgemeine Bedrohungen beim Einsatz von BYOD analysiert. Die Analyse wird in [21] durch allgemeine Herausforderungen beim Einsatz mobiler Endgeräte im Unternehmen ergänzt. In [2] werden Lösungsansätze im Hinblick auf die Einhaltung von Sicherheitsanforderungen bei der Benutzung von Smartphones vorgestellt. Rechtliche Aspekte zur Umsetzung einer BYOD-Strategie werden in Kombination mit neuen Arbeitsformen in [19] genannt. Die Umsetzung von BYOD in sensiblen Umgebungen, wie beispielsweise im medizinischen Umfeld, wird in [12] detailliert vorgestellt.

Empfehlungen im Hinblick auf den Entwurf einer Richtlinie, die aus Gegenmaßnahmen zu existierenden Risiken spezifischer Gerätemerkmale der mobilen Endgeräte aufgebaut wird, werden in der Literatur jedoch noch nicht gegeben.

3 Risiken mobiler Endgeräte im Unternehmenseinsatz

Die Nutzung mobiler IT im Unternehmen birgt unterschiedliche Risiken, die es aus Unternehmenssicht zu vermeiden bzw. zu minimieren gilt. Sicherheitslücken, die kriminelle Eingriffe

[3] Das Unternehmen Intel Corporation verwendet den Begriff "Bring Your Own Device" in einem Patent aus dem Jahre 2011, in welchem beschrieben wird, mit welchen Lösungsansätzen den vielschichtigen technischen Herausforderungen im Rahmen von "Bring Your Own Device" begegnet werden kann.

ermöglichen, sollen möglichst durch eine zentrale Verwaltung der Endgeräte geschlossen werden. Die zentrale Verwaltung der mobilen Endgeräte gestaltet sich insofern "einfacher" für das Unternehmen, wenn die Endgeräte zentral vom Unternehmen für die Mitarbeiter angeschafft werden, da es sich dann häufig um Endgeräte einer einzigen Geräteklasse handelt und nur deren spezifische Besonderheiten in der Verwaltung berücksichtigt werden müssen. Wird jedoch die Nutzung privater mobiler Endgeräte im Unternehmen zugelassen, so wird das Unternehmen mit einem hohen Grad an Heterogenität der verwendeten Endgeräte konfrontiert und der verwaltungstechnische Aufwand steigt erheblich[4].

Aufgrund der schnellen Innovationszyklen, in denen neue Geräte-Generationen der Hersteller vorgestellt werden [20], sowie des hohen Grades an Heterogenität aller privater mobiler Gerätetypen inkl. deren individuellen Gerätemerkmalen ist eine unternehmensweite Erfassung besonders in klein- und mittelständischen Unternehmen nicht wirtschaftlich. Dementsprechend wird in den folgenden Abschnitten eine Zuordnung vorgestellt, mit deren Hilfe sich Risiken spezifischen Gerätemerkmalen beliebiger Endgeräte zuordnen lassen. Die Anwendbarkeit auf künftige Gerätegenerationen bzw. einfache Erweiterbarkeit der Zuordnungen ist somit gegeben.

3.1 Gerätemerkmale mobiler Endgeräte

Im Folgenden werden nach [3] und [10] wesentliche Gerätemerkmale identifiziert, die mobile Endgeräte klassenübergreifend aufweisen.

- Spezifische Kommunikationsschnittstellen:
  WWAN[5], WLAN[6], LAN[7], Infrarot[8], Bluetooth[9], NFC[10] ermöglichen den Endgeräten eine Kommunikation mit anderen Geräten oder Infrastrukturen. Dabei kann eine bestimmte räumliche Distanz zwischen den Kommunikationspartnern bestehen.
- Sensoren:
  Sensoren zur Lage-, Richtungs-, Positions- und Beschleunigungsmessung, Kameras, Lichtsensoren oder Mikrofone liefern den Endgeräten und Anwendungen Informationen über die Umgebung des jeweiligen Nutzers.
- Spezifische Software:
  Spezifische Software kann auf mobilen Endgeräten installiert werden und eine benutzerspezifische Erweiterung der Gerätefunktionen durch Anwender zulassen. Dies sind beispielsweise die häufig genutzten "PIM-Funktionen", die den Zugriff auf das nutzerspezifische unternehmensinterne Mail-Postfach, das Adressbuch oder den Kalender ermöglichen. Vermehrt werden diese Funktionen auch schon vom Betriebssystem auf den Endgeräten zur Verfügung gestellt. Andere Software-

[4] Bedingt durch die große Anzahl verschiedener Endgerätetypen, Hersteller, Modelle und Einsatzszenarien lassen sich automatisierte Verwaltungslösungen (sog. Mobile Device Management-Lösungen) derzeit nur mit hohem Aufwand betreiben. Verifikationsregeln und Anpassungen müssen zudem auf jedes mögliche System, bestehend aus Endgerätetyp, Betriebssystem sowie auszuführender Software auf dem System, adaptierbar sein.
[5] WWAN – Wireless Wide Area Network beschreibt ein Funknetz, welches beispielsweise von Mobiltelefonen genutzt wird.
[6] WLAN – Wireless Local Area Network beschreibt ein Funknetz mit – im Vergleich zum WWAN – geringerer Reichweite. WLAN wird meist in Gebäude(-teilen) bereitgestellt.
[7] LAN steht für Local Area Network und beschreibt die kabelgebundene Netzwerkinfrastruktur, die ebenfalls in Gebäuden zum Einsatz kommt.
[8] Infrarot ist eine drahtlose Übertragungstechnologie, die auf der Nutzung von nicht sichtbaren Lichtwellen basiert.
[9] Bluetooth ist eine drahtlose Übertragungstechnologie geringer Reichweite und kann beispielsweise zur Anbindung von Peripherie genutzt werden.
[10] NFC – Near Field Communication beschreibt die drahtlose Übertragung über sehr kurze Distanz.

Anwendungen, die die Funktionalität zusätzlich erweitern, können vom Anwender eines mobilen Endgeräts ebenfalls installiert werden.

- Sonstige Schnittstellen:
  Hierunter fallen Ausgabemöglichkeiten (z.B. Bildschirme, Lautsprecher etc.), Eingabemöglichkeiten, Schnittstellen zur Speicherung von Daten (beispielsweise Speicherkartenlesegeräte) sowie Anschlussmöglichkeiten für externe Geräte.

Den Gerätemerkmalen können in einem nächsten Schritt Risiken, die durch die Nutzung der mobilen Endgeräte entstehen würden, zugeordnet werden.

3.2 Risiken mobiler Endgeräte im Unternehmenseinsatz

Die Risiken sind einer Veröffentlichung des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik entnommen [3]. Durch deren Zuordnung zu den einzelnen Gerätemerkmalen muss nicht zwischen mobilen Endgeräten, die durch das Unternehmen angeschafft und an die Mitarbeiter ausgehändigt wurden, und privaten mobilen Endgeräten unterschieden werden. Die Zuordnung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Gerätemerkmal	Kommunikation						Schnittstellen					Sensoren				Softwarefunktionen				
Risiko	WWAN	WLAN	LAN	Bluetooth	NFC	Infrarot	Ausgabeschnittstelle	Eingabschnittstelle	interner Speicher	externe Speichererweiterung	Erweiterungsfähige Hardware	Positionsbestimmung	Lage-/Beschleunigungssensor	Kamera	Mikrofon	E-Mail-Funktionalität	Adressbuchsynchronisation	Kalenderfunktion	Webbrowser	optionale Anwendungen möglich
R1 - Manipulation	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
R2 - Gerätemerkmale	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
R3 - Fremdnutzung	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
R4 - Kopieren von Daten	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R5 - Totalausfall	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
R6 - offene Sicherheitslücken	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
R7 - Schaden durch Software	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	x
R8 - einfache Passwörter	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
R9 - Denial of Service	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R10 - keine Updates	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
R11 - Vermischung von Daten	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-
R12 - Umkonfiguration	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
R13 - unerwünschte Sensornutzung	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-	-
R14 - Verbreitung von Schadsoftware	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
R15 - Unautorisierte Verwendung	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x
R16 - DoS gegen Infrastruktur	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R17 - Ermittlung von Gegenmaßnahmen	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R18 - Bluetoothspeziefisch	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R19 - IrDA-speziefisch	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R20 - WLAN-speziefisch	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R21 - NFC-speziefisch	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R22 - Kommunikationsangriffe	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

x vorhanden - nicht vorhanden o unabhängig

Tabelle 1: Zuordnung der Gerätemerkmale zu Risiken [3]

Durch die Matrix in Tabelle 1 können beispielsweise dem Gerätemerkmal der Schnittstelle zur externen Speichererweiterung folgende Risiken zugeordnet werden:

- Es besteht das Risiko des Kopierens von Daten
- Es besteht das Risiko der Vermischung privater und dienstlicher Daten
- Es besteht die Möglichkeit der Verbreitung von Schadsoftware

Um eine BYOD-Strategie im Unternehmen umzusetzen, müssen nicht nur die möglichen Risiken der Umsetzung identifiziert werden, sondern auch Lösungsansätze entwickelt werden, um die Risiken möglichst zu minimieren. Daher werden im folgenden Abschnitt Gegenmaßnahmen vorgestellt, die sich jeweils auf die Risiken der oben genannten Matrix beziehen.

4 Gegenmaßnahmen zu Risiken mobiler Endgeräte im Unternehmenseinsatz

Um je nach Umfeld und Sicherheitsbedürfnis im Rahmen der Umsetzung von BYOD eine angepasste Gegenmaßnahme identifizieren zu können, werden die den Risiken zuzuordnenden Gegenmaßnahmen für eine geringe, mittlere und hohe Ausprägung des einzelnen Risikos identifiziert. Die folgenden Tabellen 2 und 3 zeigen die Klassifikation beispielhaft für das Risiko der unerlaubten Sensornutzung sowie der Vermischung privater und geschäftlicher Daten. Die vollständige Sammlung der den Risiken zugeordneten Gegenmaßnahmen unterschiedlicher Intensität ist in [14] zu finden. Durch die Klassifikation des einzelnen Risikos wird eine flexiblere Zuordnung der spezifischen Gegenmaßnahmen möglich. Eine nachträgliche Korrektur der Risikoklasse und der sich daraus ableitenden Gegenmaßnahme auf Basis erster Erfahrungswerte in der Umsetzung von BYOD ist zudem ebenfalls möglich.

Die Verwendung einer Informationsklassifikation[11] wie beispielsweise in [7] beschrieben kann bei der Klassifikation des Risikos unterstützen. Auf Basis der Sensibilität der Informationen wird das Risiko klassifiziert. Ist die Verwendung einer Informationsklassifikation nicht möglich, kann unter Zuhilfenahme der Eintrittswahrscheinlichkeit des zu betrachtenden Vorfalls und den daraus folgenden Auswirkungen das Risiko klassifiziert werden.

Risiko	Gegenmaßnahme (Unerlaubte Sensornutzung)
hoch	Sensoren müssen in einer Form deaktiviert werden können, dass ihre Nutzung ausgeschlossen ist und dieser Zustand verifizierbar ist. Beispielsweise müssen vom Unternehmen Siegel ausgegeben werden, die die Linse einer Kamera eines mobilen Endgeräts überdecken. Ist dies nicht sicherzustellen, dürfen die Endgeräte nicht verwendet werden.
mittel	Sensoren müssen durch Softwarefunktionen deaktivierbar sein. Dies muss durch die IT-Abteilung des Unternehmens verifizierbar sein. Ist dies nicht möglich, dürfen diese Endgeräte nur außerhalb bestimmter Bereiche verwendet werden.
gering	Sensoren müssen durch Softwarefunktionen deaktivierbar sein. Die Deaktivierung und Aktivierung kann durch den Nutzer selbst erfolgen.

Tabelle 2: Gegenmaßnahmen für das Risiko "Unerlaubte Sensornutzung"

[11] Eine Informationsklassifikation beschreibt die Klassifikation von Informationen und Daten anhand der Sensibilität. Die Klassen können beispielsweise von „öffentlich“ über „intern“ und „vertraulich“ bis zu „streng vertraulich“ reichen.

Risiko	Gegenmaßnahme (Vermischung privater und geschäftlicher Daten)
hoch	Es dürfen ausschließlich mandantenfähige[12] Endgeräte verwendet werden, die eine strikte Trennung dienstlicher und privater Daten ermöglichen. Eine Vermischung in beide Richtungen ist auszuschließen.
mittel	Die Trennung privater und dienstlicher Daten kann auf Anwendungsebene erfolgen. Dienstliche Daten dürfen dabei nicht in den Bereich der privaten Daten gelangen können.
gering	Die Trennung privater und dienstlicher Daten sollte gekennzeichnet sein, sodass eine Bereinigung möglich ist.

Tabelle 3: Gegenmaßnahmen für das Risiko "Vermischung privater und geschäftlicher Daten"

Die zu den Risiken entwickelten Gegenmaßnahmen können als Bausteine für eine individuelle Entwicklung einer Richtlinie zur Umsetzung von BYOD im Unternehmen genutzt werden, um den Risiken je nach Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung entgegenzuwirken. Bei der Zuweisung von Gegenmaßnahmen gilt es zu beachten, dass die genannten Risiken im Hinblick auf private mobile Endgeräte höher einzustufen sind als es bei Endgeräten, die durch das Unternehmen angeschafft und zentral verwaltet werden, der Fall wäre. Aufgrund einer möglicherweise fehlenden oder suboptimalen Verwaltung seitens der Nutzer der privaten mobilen Endgeräte, ist die Eintrittswahrscheinlichkeit solcher Risiken höher. Beispielsweise bleibt für das Unternehmen ohne technische Zusatzlösungen nicht erfassbar, ob ein Nutzer tagesaktuelle Virendefinitionen verwendet oder nicht, bis ein Sicherheitsvorfall entsteht und durch externe Systeme[13] erkannt wird. Dann erfolgt jedoch nur noch eine Bearbeitung des Vorfalls, da eine präventive Einwirkung auf das Endgerät nicht möglich war.

5 IT-Sicherheitsrichtlinienentwurf für die Umsetzung der Unternehmensstrategie BYOD

Wie bereits zu Beginn erwähnt, stellen die Sicherheitsanforderungen einen zentralen Punkt bei der Umsetzung von BYOD im Unternehmen dar. Rechtliche Prüfungen[14] und die Akzeptanz der Mitarbeiter stellen weitere Faktoren bei der Entwicklung einer Richtlinie zur Umsetzung von BYOD dar. Zur Erhöhung der Akzeptanz unter den Mitarbeitern kann es von Vorteil sein, diese frühzeitig in die Umsetzung mit einzubeziehen. Je nach Größe und Struktur des Unternehmens kann dies durch Befragung von Experten[15] oder repräsentativer Gruppen erfolgen. Um ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten, sollten dabei folgende Themen adressiert werden:

[12] Mandantenfähigkeit beschreibt die Möglichkeit, in einem System mehrere Benutzer (-profile) getrennt voneinander zu nutzen.
[13] Die Erkennung eines Sicherheitsvorfalls durch externe Systeme kann beispielsweise durch die Erkennung von Viren in Dateien auf Netzwerklaufwerken, die durch das private mobile Endgerät erstellt oder verändert wurden, erfolgen.
[14] Wie bereits zu Beginn erwähnt, stellen die Sicherheitsanforderungen einen zentralen Punkt bei der Umsetzung von BYOD im Unternehmen dar. Rechtliche Prüfungen können Fragen der Haftung bei Verlust oder Beschädigung, Lizenzierungsmodelle, Ausgleichszahlungen an Mitarbeiter, etc. enthalten.
[15] Interview mit Personen, denen die verschiedenen Prozesse inkl. der Nutzungsmöglichkeiten der mobilen Endgeräte vertraut sind.

1. Analyse der IT-Affinität der Mitarbeiter
   Die Analyse der IT-Affinität der Mitarbeiter kann erste Hinweise auf die Akzeptanz einer BYOD-Strategie geben. Dies kann beispielsweise durch die Bewertung des technischen Verständnisses der Mitarbeiter erfolgen, da das Thema BYOD bei Mitarbeitern ein gewisses technisches Verständnis voraussetzt.

2. Bestandsanalyse der privat genutzten Hard- und Software der mobilen Endgeräte
   Informationen über die im privaten Umfeld eingesetzte Hard- und Software im Bereich mobiler Endgeräte unterstützen die Abschätzung, welche Dienste im Rahmen einer Umsetzung von BYOD mit privaten mobilen Endgeräten genutzt werden könnten. So kann die vermehrte Nutzung der E-Mailfunktion eines mobilen Endgeräts im privaten Kontext ein Indikator sein, dass eine gewisse Vertrautheit mit dieser Funktion von Seiten des Nutzers existiert. Wird die E-Mailfunktion im Rahmen einer Umsetzung von BYOD im dienstlichen Kontext genutzt, kann sich dies demzufolge positiv auf die Erreichbarkeit der Mitarbeiter auswirken.

3. Analyse des Sicherheitsbewusstseins der Mitarbeiter
   Da die privaten mobilen Endgeräte von Mitarbeitern abgesichert werden, kann eine Erfassung des Sicherheitsbedürfnisses Hinweise darauf liefern, ob organisatorische Richtlinien im Rahmen einer Umsetzung von BYOD ausreichen würden oder eine technische Lösung entwickelt werden muss[16]. Ergebnis dieser Analyse kann auch ein vollständiger Verzicht auf BYOD sein.

4. Abfrage der Ausprägung und der Gründe eines BYOD-Wunsches der Mitarbeiter
   Eine erfolgreiche Umsetzung hängt von vorteilhaften Einsatzszenarien ab. Daher ist es von Interesse, im Vorfeld mögliche Dienste und Prozesse aus Sicht der Teilnehmer der Befragung zu identifizieren, die durch BYOD unterstützt werden sollen. Dies ermöglicht anschließend eine Ausrichtung der Richtlinie auf die gewünschten Bereiche und verringert das Risiko der Ablehnung durch die Mitarbeiter des Unternehmens. Gründe eines BYOD-Wunsches der Mitarbeiter können beispielsweise in der Verbesserung bestehender Prozesse durch die Nutzung mobiler Endgeräte liegen.

5. Abfrage, ob BYOD bereits durch die Mitarbeiter unwissentlich umgesetzt wird/wurde
   Lässt die Infrastruktur bereits die Nutzung privater mobiler Endgeräte zu, so werden diese evtl. bereits zu dienstlichen Zwecken von den Mitarbeitern genutzt. Im Rahmen der Umfrage sollte daher der aktuelle Stand bzgl. einer Nutzung privater mobiler Endgeräte erfasst werden, um zu prüfen, ob BYOD nicht bereits ohne Richtlinie im Unternehmen "eingeführt" wurde.

Nach der Evaluation der Gegenmaßnahmen in Kombination mit den Risiken und den Gerätemerkmalen stellt der Schritt der Befragung der Mitarbeiter eine weitere Voraussetzung für die Erstellung der Richtlinie dar.

Die Richtlinie basiert somit auf Gerätemerkmalen mobiler Endgeräte, den damit verbundenen Risiken und den zuzuordnenden Gegenmaßnahmen (vgl. Abbildung 1). Weiterhin sollten die erfassten Meinungen der Mitarbeiter, sowie die technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen als Vorgaben in die Umsetzung von BYOD im Unternehmen mit einfließen.

Um unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich der Sensibilität der Daten, Eintrittswahrscheinlichkeiten etc. gerecht zu werden, kann den Daten und Informationen zur besseren Bestimmung der Intensität der Gegenmaßnahmen darüber hinaus eine Informationsklassifikation in

[16] Organisatorische Richtlinien sind im Vergleich zu den technischen Lösungen oftmals schwieriger verifizierbar, bieten aufgrund ihrer Generalität jedoch in unkritischen Umgebungen eine breitere Abdeckung, als sie durch technische Lösungen erreichbar ist.

Form von Vertraulichkeitsstufen zugeordnet werden (vgl. Abbildung 1). Dies ermöglicht eine genaue Differenzierung der Gegenmaßnahmen je nach benötigtem Sicherheitsniveau[17].

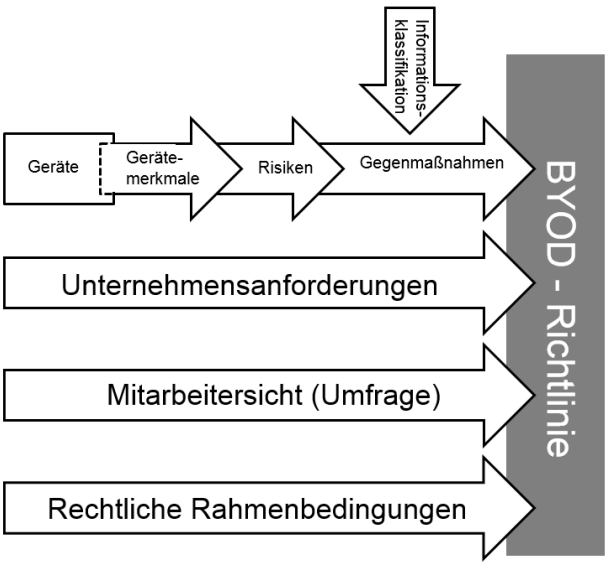


Abbildung 1: Aufbau eines IT-Sicherheitsrichtlinienentwurfs zur Umsetzung von BYOD

Da ein Richtlinienentwurf auch organisatorische Regeln umfassen kann, die nicht technisch verifizierbar sind, sollte die Akzeptanz der Mitarbeiter zu einer Richtlinie individuell dokumentiert werden. Da es sich um private Endgeräte handelt, kann die Nutzung der Endgeräte zur Aufgabenausführung trotz möglicher Anreizsysteme letztendlich nur auf Einwilligung durch den einzelnen Mitarbeiter erfolgen. Nach der Entscheidung des einzelnen Mitarbeiters unterliegt die Nutzung jedoch der vereinbarten Regelung. Ziel der Richtlinie sollte es sein, die Daten- und Informationssicherheit im Unternehmen auch beim Einsatz privater Endgeräte zu gewährleisten. Neben den Anforderungen der IT-Sicherheit, der Mitarbeitersicht und den Anforderungen des Unternehmens gilt es zudem, rechtlichen Rahmenbedingungen gerecht zu werden. Wie auch in [18] beschrieben wird, können Lizenzverletzungen beim Einsatz von BYOD zur Haftung von Unternehmen führen [16], auch wenn die Lizenzen sich auf Endgeräten in Privatbesitz befinden. Im Bereich des Arbeitsrechts können sich ebenfalls Auswirkungen ergeben, sodass eine Richtlinie zusätzlich auf rechtliche Auswirkungen hin überprüft werden sollte [6], [13]. Die speziellen Themengebiete rechtlicher Anforderungen werden zusammengefasst in einer Veröffentlichung des BITKOM vorgestellt, sodass an dieser Stelle auf weitere Ausführungen verzichtet wird [5]. Ergänzend stellt Abbildung 2 eine Auswahl weiterer Themenfelder dar, die im Rahmen der Umsetzung einer Unternehmensstrategie BYOD mit Hilfe des vorgestellten Richtlinienentwurfs, unternehmensspezifisch betrachtet werden müssen. Dabei besteht die Möglichkeit, dass die einzelnen Themenfelder im einzelnen Unternehmen unterschiedlich gewichtet werden.

[17] Werden ausschließlich öffentliche Informationen auf einem mobilen Endgerät verarbeitet, so muss beispielsweise dem Risiko „R4 Kopieren von Daten“ weniger intensiv entgegengewirkt werden, als wenn vertrauliche Daten verarbeitet werden.

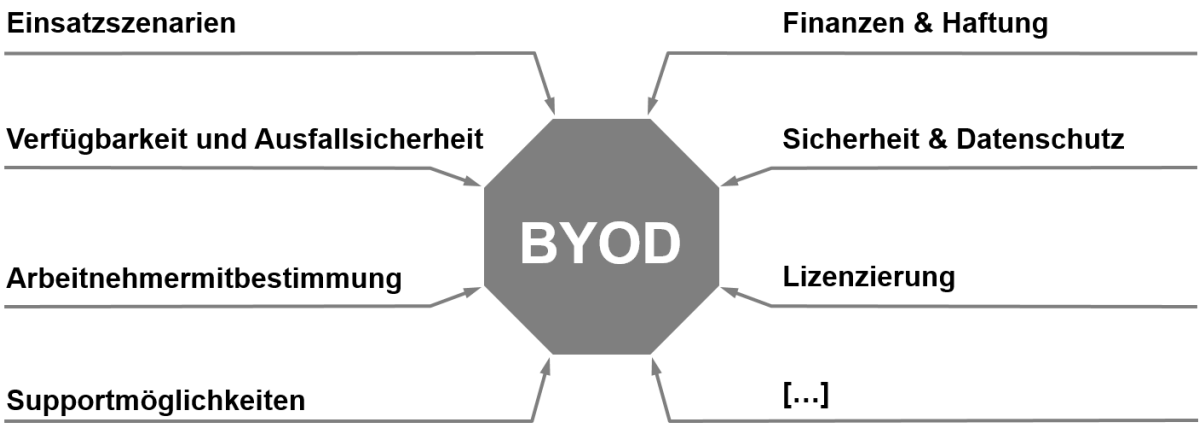


Abbildung 2: Themenfelder beim Einsatz von BYOD Strategien

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen einer BYOD-Strategie ist es Mitarbeitern erlaubt, private mobile Endgeräte zur Aufgabenerfüllung in Unternehmen einzusetzen. Die Einführung einer BYOD-Strategie stellt Unternehmen vor die Herausforderung, die Sicherheit und Vertraulichkeit sensibler Informationen und Daten beim Einsatz privater mobiler Endgeräte weiterhin sicherzustellen. Da eine zentrale Verwaltung privater mobiler Endgeräte aufgrund der Heterogenität an wirtschaftlichen Rahmenbedingungen scheitern kann, wurden an dieser Stelle keine Mobile-Device-Management-Lösungen betrachtet, sondern der Fokus wurde auf die Richtlinienfindung gelegt.

Im Beitrag wurde eine Methode vorgestellt, mit welcher es möglich ist, Richtlinien für die Umsetzung einer BYOD-Strategie im Unternehmen zu entwerfen. Dazu wurden typische Gerätemerkmale mobiler Endgeräte identifiziert und auf existierende Risiken hin untersucht. Auf Basis der Risiken konnten Gegenmaßnahmen mit unterschiedlichen Intensitätsstufen entwickelt werden. Dies ermöglicht es, Richtlinienelemente über die Gerätemerkmale verschiedenen Gerätetypen zuzuordnen. Die Intensität der Gegenmaßnahmen ermöglicht eine Differenzierung je nach Sensibilität der Informationen. Die Einstufung kann dabei auf bestehenden Informationsklassifikationen oder der Abschätzung des Risikos in Kombination mit der Eintrittswahrscheinlichkeit und den möglichen Auswirkungen erfolgen.

Um eine hohe Akzeptanz der Richtlinie zu erreichen, wurde neben der Sichtweise des Unternehmens in Bezug auf den Einsatz von BYOD auch die Sicht der Mitarbeiter bei der Richtlinienfindung beispielsweise mittels einer Umfrage unter den Mitarbeitern berücksichtigt. Mit Hilfe dieser Methode kann eine erste Abschätzung über den Erfolg von BYOD im Unternehmen gegeben werden. In Bezug auf rechtliche Aspekte im Bereich des Arbeits- und Urheberrechts wurde auf die Literatur verwiesen.

Die vorgestellte Methode wurde prototypisch im Rahmen eines Industrieprojekts umgesetzt und auf die strategische Ausrichtung eines großen weltweit agierenden Unternehmens angewandt. Dabei hat sich die Flexibilität in Bezug auf die unterschiedlichen Gegenmaßnahmen sowie die leichte Erweiterbarkeit der Risiken und Gegenmaßnahmen bestätigt. Die erstellte Richtlinie ermöglicht so eine Vorgabe beim Einsatz privater mobiler Endgeräte und ist aufgrund der flexiblen Einstufung der Risiken und entsprechenden Gegenmaßnahmen auf zukünftige Gerätegenerationen adaptierbar. Im Projekt wurden im Anschluss an die Umsetzung der Methode erste Schritte hinsichtlich der IT-

gestützten Umsetzung der Gegenmaßnahmen vorgenommen. Hierfür war eine detaillierte Kenntnis der IT-Infrastruktur notwendig.

Wurde bisher beim Einsatz von IT besonders auf Standardisierung und Automatisierung geachtet, fordert BYOD nun eine stärkere Flexibilisierung und Individualisierung beim Einsatz der mobilen Endgeräte. Diese Flexibilisierung und Individualisierung wird durch die beschriebene Methode zur Richtlinienerstellung wesentlich unterstützt und ermöglicht Unternehmen eine konkrete Vorgehensweise in der Umsetzung einer unternehmensweiten BYOD-Strategie.

7 Literaturverzeichnis

[1] Ballagas, R.; Rohs, M.; Sheridan, J.; Borchers, J.: BYOD: Bring Your Own Device. In: Proceedings of the Workshop on Ubiquitous Display Environments, Ubicomp, 2004.

[2] Barr, K.; Bungale, P.; Deasy, S.; Gyuris, V.; Hung, P.; Newell, C.; Tuch, H.; Zoppis, B.: The VMware mobile virtualization platform: is that a hypervisor in your pocket? In: ACM (Hrsg), SIGOPS Oper. Syst. Rev. 44. ACM, New York, 2010

[3] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: Mobile Endgeräte und mobile Applikationen: Sicherheitsgefährdungen und Schutzmaßnahmen. https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Broschueren/MobilEndgeraete/mobile_endgeraete_pdf.pdf?__blob=publicationFile. 2008, Abgerufen am 30.08.2013

[4] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: IT-Grundschutz-Katalog - 12. Ergänzungslieferung. https://gsb.download.bva.bund.de/BSI/ITGSK12EL/IT-Grundschutz-Kataloge-12-EL.pdf, 2011, Abgerufen am: 30.08.2013

[5] Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikationswirtschaft und neue Medien e. V.: Bring Your Own Device. http://www.bitkom.org/files/documents/20130404_LF_BYOD_2013_v2.pdf. 2013, Abgerufen am: 30.08.2013

[6] Conrad, I.; Schneider, J.: Einsatz von „privater IT“ im Unternehmen – kein privater USB-Stick, aber „Bring your own Device“ (BYOD)?. ZD, 2011, S:153–160.

[7] Eckert C.: IT-Sicherheit; 8. Auflage; Wissenschaftsverlag, Oldenburg, 2013

[8] Flath, D.; Harnisch, B.; Zobel, B.: Bring Your Own Device (BYOD). In: Mehler-Bicher, A; Steiger, L (Hrsg), Trends in der IT. Mainz, 2012

[9] Heider, J.; Khayari, R.: Geht Ihr Smartphone fremd? Datenschutz und Datensicherheit - DuD 36 (3), 2012, S:155-160.

[10] Hellfeld S.: Hybride Simulation mobiler Geschäftsprozesse; KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2013

[11] Hemker, T.: „Ich brauche das!“ – Mobile Geräte im Unternehmenseinsatz. Datenschutz und Datensicherheit - DuD 36 (3), 2012, S:165-168.

[12] Kaboth, D.; Wesselmann, B.; Wiele, J.: Zielkonflikte um Datenschutz, Sicherheit und Leben. Datenschutz und Datensicherheit - DuD 36 (9), 2012, S:679-683.

[13] Koch, F.: Arbeitsrechtliche Auswirkungen von „Bring your own Device“. ITRB, 2012, S: 35–39.

[14] Mehl, J.: Gegenmaßnahmen zu bestehenden Bring Your Own Device Risiken; http://www.fzi.de/de/nc/wir-fuer-sie/mediacenter/veroeffentlichungen/?fd=Gegenmassnahmen_zu_bestehenden_Bring_Your_Own_Device_Risiken.pdf . 2013, Abgerufen am 15.19.2013.

[15] Schulze, J.: Konsumerisierung - Besser arbeiten mit BYOD; http://www.heise.de/microsites/konsumerisierung-besser-arbeiten-mit-byod/wie-byod-unternehmen-voran-bringt/150/346/1062/1. 2013, Abgerufen am: 04.09.2013

[16] Söbbing, T.; Müller N.: Bring your own Device: Haftung des Unternehmens für urheberrechtsverletzenden Inhalt. ITRB, 2013, S:15–17.

[17] Statistisches Bundesamt: Mobile Internetnutzung über das Handy 2010 stark gestiegen. https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2011/02/PD11_060_63931.html. 2011, Abgerufen am 30.08.2013

[18] Sury, U.: Bring your own Device – in law. In: Informatik-Spektrum 35 (1), 2012, S:58-59.

[19] Sury, U.: Mobile Arbeitsformen und Recht. In: Informatik-Spektrum 35 (6), 2012, S:463-464.

[20] Verclas, S.; Linnhoff-Popien, C.: Smart Mobile Apps: Mit Businessapps ins Zeitalter Mobiler Geschäftsprozesse. Springer-Verlag New York Inc., 2012

[21] Weiss, F.; Leimeister, J.M.: Consumerization: Herausforderungen für das betriebliche Informationsmanagement durch iPhone und Co. In: Wirtschaftsinformatik Proceedings, Leipzig, 2013

Important Product Features of Mobile Decision Support Systems for In-Store Purchase Decisions: A User-Perspective Taking into Account Different Purchase Situations

Martin Huschens

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und BWL, 55128 Mainz, E-Mail: martin.huschens@students.uni-mainz.de

Jella Pfeiffer

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und BWL, 55128 Mainz, E-Mail: jella.pfeiffer@uni-mainz.de

Thies Pfeiffer

Universität Bielefeld, Center of Excellence Cognitive Interaction Technology, Technische Fakultät, 33501 Bielefeld, E-Mail: tpfeiffe@techfak.uni-bielefeld.de

Abstract

Since the widespread diffusion of mobile devices, like smartphones, mobile decision support systems (MDSS) that provide product information, recommendations or other kind of decision support for in-store purchases have gained momentum. A user-centered design of MDSS requires a choice of features appropriate for the specific decision situation. This paper presents results of a study to identify important features customers expect of an in-store MDSS for electronic devices in different purchase situations. The study has been conducted as online questionnaire applying a preference measurement technique from marketing science.

1 Introduction

Web-based Decision Support Systems (WDSS), like price comparisons, product filtering mechanisms or product recommendation systems, are successful tools to help consumers making their purchase decision online. With the increased permeation of smartphones in society, DSS are also used increasingly in stationary trade. In their simplest form, such mobile in-store DSS (MDSS) simply transfer the design of WDSS to the point of sale and provide additional product information to what is visible in-store (product information systems, PIS) [17][21]. More advanced MDSS offer features that allow for the detection of the decision context, a smoother selection of relevant target objects or offer location-based services. Furthermore, MDSS have the potential to support and replace the dialog between customer and retailer while additionally giving product recommendations (product recommender systems, PRS) [3]. Especially the integration of contextual data like place, time and intention of the customer in so-called context-aware PRS (CAPRS) is a large potential of MDSS to support customers making reasonable purchase decisions [3][2][14][23].

Tailoring a MDSS to a specific decision situation requires a careful composition of the features offered to the user. This paper identifies important features required by users of an MDSS for in-store purchases of electronic devices. In line with other research, we thereby differentiate between directed and explorative search behavior and situations with the purpose of an immediate or future purchase [8][12][7]. For example, in situations where users want to immediately buy a known product, the system feature "price-comparisons with the same product in nearly located stores" is more important than the feature "additional product information on similar products" and vice-versa in more explorative situations. For determining the relevance of features in different situations, we gave participants of an online-experiment scenarios describing alternative decision situations and applied a preference-measurement technique to extract the situation specific relevance of certain system features. As preference-measurement method we used the Paired Comparison-based Preference Measurement approach [20].

The paper is structured as follows: The second section presents a topology of purchase situations referring to [12]. The following section defines the different types of MDSS (PIS, PRS, CAPRS). Finally we describe the study design and present the results of our study to answer the question which features are relevant to users and how differences relate to the respective purchase situation.

2 Purchase Situations

Purchase situations may differ with respect to the user's search behavior. In literature, search behavior is often dichotomized into goal-directed versus exploratory search [5][8][12]. Goal-directed search behavior refers to such purchase situations for which the customer has a planned purchase in mind [12]. The user's search patterns are thus focused and "directed toward the goal of making a purchase decision" [12, p. 30]. In contrast to that, the exploratory search behavior refers to situations in which the customer is less focused, just scans the offers and perhaps not even considers an immediate purchase, but only gathers information about products. In line with [12], we thus consider the purchasing horizon in addition to the search behavior as a dimension to categorize purchase situations. If, e.g., a customer intends to buy a product immediately, the purchasing horizon is said to be short. The topology of purchase situations can be seen in Fig. 1.

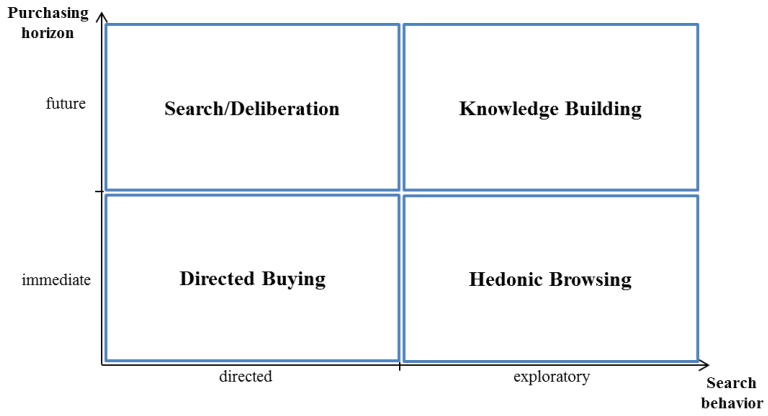


Fig. 1 Topology of purchase situations, according to [12], p. 30.

2.1 Directed Buying

In directed buying situations search behavior is characterized by a very focused approach in which users are motivated to satisfy their particular needs. They lack only a few relevant information to finalize the purchase decision [12]. Therefore buyers do only put little effort in information search and are often only interested in price and availability information [12]. An example of a user's statement in a directed buying situation would be: "I would like to buy a digital camera by brand A with 16 megapixels and 5x optical zoom." [7].

2.2 Search/Deliberation

Store visits that are categorized as search/deliberation are also goal directed with users that have a planned purchase in mind. Distinguishing feature to directed buying situations is the shopping horizon: Users plan to buy the product not immediately but in future. They thus aim to gather useful information to make the best prospective purchase decision. They typically look at a range of different products to build a consideration set and to evaluate product alternatives. The information need of customers is therefore to gather comparative product information to a range of products [7][12].

2.3 Hedonic Browsing

In contrast to the aforementioned purchase situations hedonic browsing is dominated by exploratory search behavior. This purchase situation captures the case in which store visits are less utilitarian motivated. They may also be done for reason of hedonic motives and as a recreational activity [7]. Thus consumers experience a benefit derived from the process of searching a product and the in-store experience [5]. In many cases customers do not even know what they want to buy when they visit a shop. As a consequence their search behavior is less focused. They tend to look at a significantly broader range of products. Additionally in order to explore many products customers rather gather superficial product information than looking at products in detail [12]. This may lead to impulse buying.

2.4 Knowledge Building

In this situation the priority is to gather product information in order to acquire expertise. Search behavior is still exploratory but rather utilitarian than hedonic [12]. Furthermore the shopping horizon differs from hedonic browsing: consumers plan to buy a product in future. As shoppers try to enlarge

their knowledge about a certain market we can assume that they also consult detailed product information like ratings, comments, test results or ingredients [7][12].

3 Mobile Decision Support Systems (MDSS)

Based on the definition of DSS by Payne et al. (1993) [15], we define MDSS for in-store purchases as mobile and interactive information systems that support users to finalize their purchase decisions. In this section, we provide a short overview of different types of MDSS: PIS, PRS and CPRS.

3.1 Product Information Systems (PIS)

PIS are MDSS that provide useful product information in addition to the traditionally available in-store information, e.g. provided by labeling and sales personnel. Such information may be price comparisons, product ratings, comments of other consumers or additional information like ingredients or recipes in the case of groceries [17].

3.2 Product Recommender Systems (PRS)

Although product information is very important to customers to finalize their purchase decision an oversupply of information may also be prejudicial for actually deciding which product to buy. This problem of information overload is boosted by the ubiquitous mobile availability of information [4]. If the information load increases beyond a certain level consumers make poorer decisions because their information processing ability may be overexerted. Hence MDSS should not always present as much product information as possible. In order to support the user best in making purchase decisions MDSS can also guide the user by giving recommendations.

We define PRS as a technology that suggests products that are of use to the consumer [18]. The technical foundation of such a PRS is the prediction of user preferences for products [2]. PRS in a mobile setting allow the interaction with products by various interaction techniques (barcode scanning, image recognition, RFID technology, direct type in) and provide recommendations at the point of sale.

Basically these recommendation systems can be distinguished in two types: content-based and collaborative recommender systems [23]. Content-based approaches recommend products that are similar to those products a customer has bought in the past [23]. This method requires that products are adequately tagged to compute similarity vectors between attributes of the recommended products and the products in the customer's shopping history [18].

In contrast to this, collaborative approaches use opinions and ratings of other users to generate recommendations. To do this they analyze the similarity between users and recommend such products that similar users bought in the past [11][18]. In practice most recommender systems use hybrid approaches [11].

3.3 Context-Aware Product Recommender Systems (CAPRS)

PRS recommend such products that seem to be interesting to the customer by exploiting content-based and collaborative information. Nevertheless they neglect contextual information of the user. This however is the strength of MDSS which allow gathering information about the environment the user is in, for example the user's location. Referring to [1] context can be defined as „any information that can be used to characterize the situation of entities […] that are considered relevant to the interaction between a user and an application […]" [1]. For example the localization of the user or of surrounding

objects (e. g. shops) can be defined as useful context. Also other factors like the weather, the temperature, the season, the mood of the user or his shopping intention can be seen as relevant context within the purchase situation because they do not only influence the purchase decision but also the requirements on supporting information systems [3].

CAPRS are a type of PRS that use contextual data to compute better recommendations [3]. This information is either derived implicitly by user actions (information about localization and movement) or by explicit user actions [11]. For example an MDSS could ask the user explicitly: "Do you want to buy a present?" to adjust its recommendations [10][22]. [14] found that incorporating the shopper's intention into the recommendation system significantly increased the recommendation quality and thus user satisfaction. [23] showed that users' satisfaction with a recommender system was increased when the distance to the next tailor was included in the recommendation list.

4 Method

We conducted an online study to measure consumer preferences for system features of an MDSS for in-store purchases of electronic devices in different shopping conditions.

Subjects were randomly assigned to one of the four purchase situations described in Chapter 2. We operationalized these four conditions by presenting a short description of a shopping task in which users should buy a digital camera. They were asked to take the perspective of a customer in the respective purchase situation. This situation was presented to the subjects twice: before the questionnaire and in the middle of the study as a reminder (see Fig. 2 for the purchase conditions).

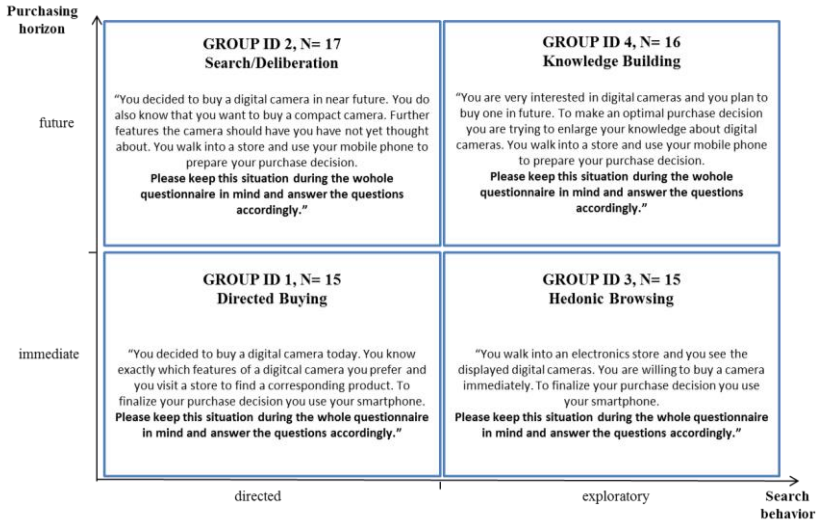


Fig. 2 Description of the four purchase conditions.

We decided to take a digital camera as the product of interest in our study for three reasons: Firstly, digital cameras are complex products that require explanation which makes the use of an MDSS more likely. Secondly, buying a digital camera is not a habitual purchase which also leads to a higher probability to use a MDSS. Furthermore, [17] stated that the use of MDSS is likely to be the highest for electronic products.

After the manipulation participants had to indicate the relevance of different features of MDSS. We differentiate between attributes such as detection technology, localization technology or the ability to

connect with Facebook and attribute levels that are concrete occurrences of the attribute. For example barcode scanning, touching (via RFID), photo (image recognition) and manual data input (by product name or product ID) are attribute levels that belong to the attribute detection technology.

Because MDSS are complex products that can be described by many different attributes and attribute levels, we opted for a preference measurement method that can deal with more complex products and does reduce the amount of preference measurement questions that the user needs to answer. We chose the Paired Comparison-based Preference Measurement method (PCPM) [20]. This method is a modification of the Analytical Hierarchy Process (AHP) and uses pairwise comparisons of attributes and attribute levels to examine the user's preference function for product features. PCPM is classified as a compositional approach to determine preferences and divides a complex problem (product) into several sub problems (attributes with attribute levels) to reduce the cognitive effort needed to answer the question. A pairwise comparison asks the user to trade-off one attribute or one attribute level with another one, for example: "Which attribute is more important to you 'detection technology' or 'localization technology'". An example for a trade-off of attribute levels might be: "Which attribute level concerning the attribute 'price comparison' is more important to you: price comparison 'with Internet sources' or 'with local offerings'". The number of pairwise comparisons ($\frac{n(n-1)}{2}$ for comparing all possible pairs of n different attribute levels) is reduced by means of incomplete ratio preference networks. PCPM assumes a linear additive utility model which has become the standard in both conjoint analysis and self-explicated approaches.

In a pre-study, we used the Dual Questioning method in order to determine the attributes that are generally of interest for MDSS users [13]. We asked 13 respondents to indicate features of MDSS that are important for them and let them rate the features on a scale from 0 (least important) to 100 (most important). We then asked them how much they think that MDSS differ across the features they had mentioned. This is because the Dual Questioning method assumes that especially those attributes are important that may distinguish between different MDSS. As a result, we identified ten attributes that describe a MDSS. Additionally, we assigned two to five mutually exclusive and exhaustive attribute levels to each attribute such that each product would exactly be described by one attribute level per attribute.

In total, subjects had to answer 74 pair wise comparisons of either attributes or attribute levels on a 9-point scale. All attributes and attribute levels are shown in Table 1. Based on the subject's answers to the pairwise comparisons we were then able to calculate the utilities of all attributes and attribute levels as described in [20].

Before the users answered the pair wise comparisons about their preferences, they were provided with a short introduction in which all attributes and attribute levels were explained. These explanations were displayed again during the study in order to guarantee that subjects understood the matter of the attribute comparisons. For example "Ratings and comments" refer to such information attached to a product that can be summarized as product evaluation. In practice this may be a 5-star rating scale for every product or a discussion panel linked to the product. The attribute levels of this attribute are based on the different sources the evaluation may come from. Either the MDSS uses experts like professional journals as information source, friends the user is connected to or anonymous users who rated the product. This pattern was also used for the attribute levels of "Alternative products" which describes a functionality providing product recommendations to the user. Additionally we added the "automated" version of giving recommendations based on the user's search history. "Additional products" recommended "by other users" may be understood as the best-selling and related products.

"Additional information" refers to such features that give information about the scanned product such as ingredients, recipes with the product (in case of groceries), energy label or usage advice (in case of electronics). Each different piece of information is referred to as "item" within Table 1. "Advertisement" was segmented into the four different attribute levels "localized", "personalized", "localized and personalized" and "no ads". Localized ads show such ads that are related to the user's location such as the best offers of the supermarket nearby. In contrast to that, personalized ads refer to such forms of advertisement that refer to your usage history and derived preferences.

Attributes	Attribute levels				
Price comparison	with Internet	with local offerings	with Internet and local offerings	no price comparison	
Detection rate	high (100%)	average (75%)	low (50%)		
Ratings and Comments	by experts	by friends	by other users	by all	no ratings and comments
Additional information	high (more than 6 items)	average (4-6 items)	low (1-3 items)	no additional information	
Detection Technology	Barcode scanning	Touching	Photo	Data input	
Energy requirements	more than 3 hours	2 hours	1 hour		
Alternative products	by experts	by friends	by other users	automated	no alternative products
Localization technology	indoor	outdoor	outdoor and indoor		
Facebook connection	yes	no			
Advertisement	localized	personalized	localized and personalized	no ads	

Table 1 Overview - Attributes and attribute levels used to describe MDSS.

Overall 63 subjects took part in our online study that lasted about 2 weeks (2013-06-04 – 2013-06-21). 43 subjects were male and 20 female with 6% of respondents between 14-19 years, 53% between 20 and 25 years, 40% between 26 and 36 years and 1% over 56 years. 71% of the subjects were students, another 22% percent were employees and the other 7% miscellaneous. The subjects were distributed as follows to the particular purchase condition: directed buying = 15, search/deliberation = 17, knowledge building = 16, hedonic browsing = 15. 53% of all subjects had already used a smartphone as DSS-device in purchase situations. The median time they took to answer the questions was 14:01 minutes.

5 Results

In this section, we first describe users' preferences summarized over all four purchase conditions. Then we analyzed whether and which groups differ.

5.1 Aggregated over all participants

Fig. 3 shows the average participants' importance of each of the ten attributes. Each attribute importance lies between 0 (least important) and 1 (most important) and all ten sum up to a total value of 1 per participant. With an attribute importance of on average 0.201 (median = 0.191, standard deviation (STD) = 0.087) price comparison is by far the most important attribute, followed by the detection rate (mean = 0.144, median = 0.136, STD = 0.077) and the different possibilities of providing ratings and comments (mean = 0.140, median = 0.129, STD = 0.058). The detection technology with which the product is identified, the amount of additional product information

provided and the energy requirements all have an importance that is on average roughly around 0.1, which is the expected value, assuming all attributes are of equal importance. Whether advertisement is provided based on local or personalized information or not at all and whether there is an integrated Facebook connection with which users can ask Facebook friends for their opinion while shopping, does not play an important role (mean = 0.031, STD = 0.022 and mean = 0.036,STD = 0.029).

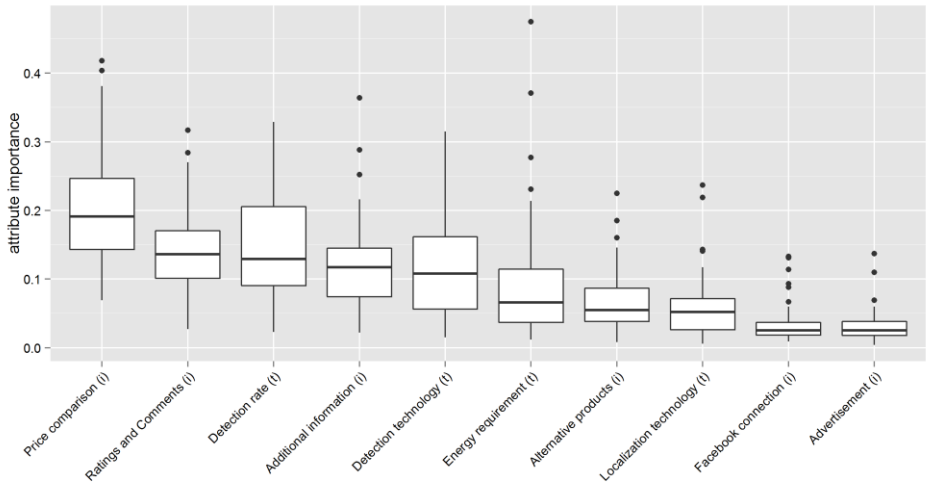


Fig. 3 Attribute importance. "t" stands for a technical attribute, "i" for attributes that describe functions that provide information.

Table 2 shows the (local) attribute level weights and thus shows the participants' utility values for the attribute levels. The weights for all attribute levels of an attribute sum up to zero. We see that for the most important attribute, price comparison, participants clearly prefer a comparison with both Internet offers and local offers of nearby stores (0.472) and prefer Internet-only (0.1) comparisons over local-only (-0.046). Regarding the information sources for ratings and comments, users clearly prefer receiving advice from experts, other users and friends (0.510), where experts are preferred over other users and both over other friends. Participants prefer suggestions of alternative products to come from human sources and not from algorithms. Interestingly, friends are less preferred as recommendation source than other users or experts. We also let users rate four common detection technologies that mobile devices use to recognize a product. Participants prefer the faster methods barcode scanning and touching (via RFID) where both methods have more or less the same utility for users. The slowest method, the manual data input, is clearly the least preferred method. Participants prefer MDSS not being connected via Facebook. Regarding whether at all advertisement is desired on the MDSS and whether the advertisement is tailored based on the user's profile of local information about the user, we see that there are basically two differing opinions: either no ads at all or personalized and localized ads.

Attribute	Attribute level	Attribute level weight	
		mean	STD
Price comparison	With Internet and local	0.472	0.232
	With Internet	0.100	0.216
	With local offerings	-0.046	0.218
	No price comparison	-0.525	0.194
Detection rate	High (100%)	0.533	0.186
	Average (75%)	0.010	0.102
	Low (50%)	-0.543	0.145
Ratings and Comments	By all	0.510	0.245
	By experts	0.086	0.290
	By other users	-0.042	0.228
	By friends	-0.087	0.240
	No ratings and comments	-0.467	0.265
Additional information	Average (4-6 items)	0.281	0.176
	high (more than 6 items)	0.279	0.352
	low (1-3 items)	-0.084	0.190
	No additional information	-0.476	0.246
Detection technology	Barcode scanning	0.242	0.319
	Touching	0.228	0.348
	Photo	-0.022	0.276
	Data input	-0.449	0.257
Energy requirement	More than 3 hours	0.491	0.256
	2 hours	-0.009	0.078
	1 hour	-0.482	0.254
Alternative products	By other users	0.171	0.235
	By experts	0.142	0.312
	By friends	0.124	0.231
	Automated	-0.086	0.225
	No alternative products	-0.351	0.289
Localization technology	Outdoor and indoor	0.311	0.268
	Only indoor	-0.121	0.203
	Only outdoor	-0.189	0.199
Facebook connection	No Facebook connection	0.212	0.248
	Facebook connection	-0.212	0.248
Advertisement	No ads	0.222	0.433
	Localized and personalized	0.102	0.302
	Localized	-0.110	0.252
	Personalized	-0.214	0.212

Table 2 Local attribute weights and STD.

Additionally we wanted to know whether participants prefer technical features of the MDSS or whether features that provide information are more important. Therefore we clustered the attributes in technical and informational attributes (see labels t and i in Fig. 3). The average attribute importance for technical attributes is with 0.102 not significantly higher than for functions that provide information (0.099).

5.2 Differences between different purchase situations

In the second part of our analysis, we wanted to know whether participants' feature preferences differ depending on one of the four different purchase situations described in Section 2. Fig. 4 shows the different attribute importance values for the four different groups. We see that the differences are rather small for most of the attributes. A Kruskal-Wallis test shows that there is only one weak significant result for the localization technology ($H(3) = 7.01$, $p = 0.72$). Because of the low power when testing all groups with another (N was between 15 and 17 per group), we decided to use Mann-Whitney-tests for testing differences between only two dimensions, directed vs. explorative and future vs. immediate purchase. The tests indicate that localization technology is more important for users in the directed situation than for users in the explorative situation (median directed = 0.06, median explorative = 0.037, $U = 329$, $z = -2.296$, $p = 0.022$). Furthermore, the attribute "advertisement" is more important for users in the directed situation (Median 0.03) than for users in an explorative situation (Median 0.023, $U = 340$, $z = -2.146$, $p = 0.031$).

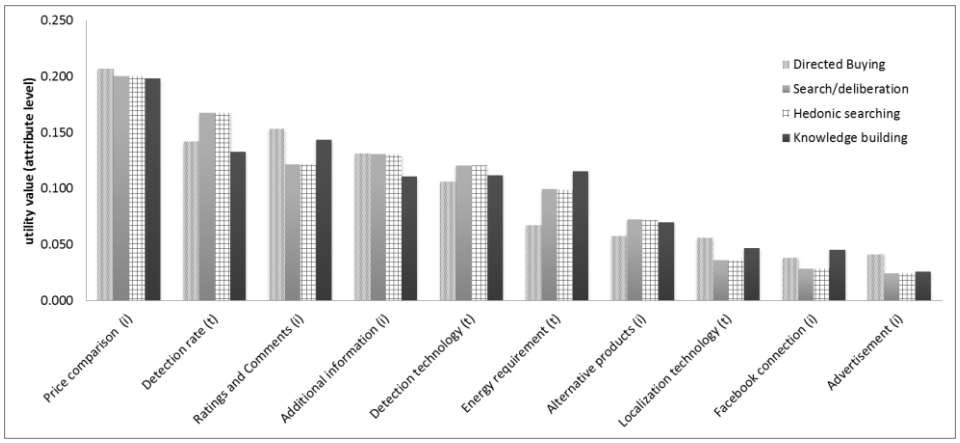


Fig. 4 Utility values of attribute levels concerning different groups. "t" stands for a technical attribute, "i" for attributes that describe functions that provide information.

In the next step we analyzed the group differences between technical and informational features. While for the directed purchase situation, there is a trend that informational features are more important (mean = 0.105, STD = 0.098) than technical features (mean = 0.093, STD = 0.069), for all other groups informational features are less important than technical features. Again, these differences are not significant.

Regarding differences of utility values of the attribute levels, we found that users more strongly disliked to get no ratings and comments in the directed situation (median = -0.55) than in the explorative situation (median = -0.45, $U = 333$, $z = -2.241$, $p = 0.025$). The same holds for the attribute level "no alternative product recommendations" with a median of -0.44 for the users in the directed group and a median of -0.37 for users in the explorative group ($U = 339$, $z = -2.159$, $p = 0.031$). Furthermore, in explorative situations, users utility value for a 100%-detection rate is larger (median = 0.64) than for users in the directed situation (median = 0.60, $U = 363.5$, $z = -2.114$, $p = 0.035$). Another interesting finding is that users who are in a directed situation dislike localized ads less strongly (median = -0.028, $U = 338.5$, $z = -2.116$, $p = 0.030$) than explorative users (median = -0.196).

Comparing future and immediate shopping horizons we find significant differences in some attribute levels. For example, although all users seem to dislike automated product recommendations this trend

does not seem to be that strong concerning users with a future shopping intention (median = -0.009), whereas users with immediate shopping horizon strongly disliked automated product recommendations (median = -0.141, U = 339.5, z = -2.140, p = 0.032). Regarding the energy requirement users with future buying intention preferred the attribute level "more than 3 hours" (median = 0.568) more than those who are willing to buy immediately (median = 0.406, U = 302, z = -2.977, p = 0.003).

6 Discussion

To support the design decisions regarding the feature set of a MDSS, we have conducted an online experiment using the Paired Comparison-based Preference Measurement to identify the importance of individual features. We thereby manipulated the decision situation along four alternatives: search/deliberation, hedonic browsing, knowledge building, and directed buying.

As expected, price comparisons as well as ratings and comments are the most important information contributions of an MDSS, with a distinct preference for price comparisons. However, participants also emphasized the need for a smooth interaction in terms of technical aspects such as detection rate and detection technology.

A particular important result has been found regarding the information sources for ratings and comments as well as recommendations of alternative products: Friends were rated as less important than experts or users. This fact is also reflected in the low importance of Facebook connections as a feature. This might be attributed to the specific decision situation when buying electronic products, which are high functional complex devices. We expect a different outcome for products which are linked to social status and the expression of personality.

A very sensitive point is that of advertisement, in particular, as it is a cornerstone of the business model behind many mobile systems. Dominant participant groups testified that they either prefer to have no ads at all or, a contrasting group, to have ads that are highly personalized and localized. This latter group can be summarized as: If ads are displayed, they should have an added value regarding the current decision situation. This is also supported by the finding that ads are more important in directed situations than in explorative situations. In directed situations, participants reported higher needs for information and personalized and localized ads are one way to supply this want.

Another important finding is that participants with a future shopping intention are significantly more willing to accept recommendations that have been generated automatically. Or, in other terms, participants that are in a situation close to a decision strongly dislike automated product recommendations. The MDSS should thus be attentive to the current situation (e.g. see [12] or [9]) and adapt its behavior and by that we mean the kind of information displayed to the customer accordingly.

A future research area in this context is the detection of the certain purchase situation in order to lay the basis for the situational adaptation of the MDSS. A starting point may be the work of [9] that presents an architecture for MDSS to recognize user's intentions. In one of our latest projects, we are trying to integrate an MDSS in an "intelligent google" that is able to track user's behavior in the store with eye-tracking. First results show that measurements of eye-movements and fixations on products, for example the time the user looks at each product or the distance between the products the user looks at, could be used to automatically detect whether the user is in an explorative or a directed purchase situation [16].

The current study has only a limited focus on a specific product category; [6] and [17] investigate the effect of the product category on the customer's information requirements. The issue of privacy has only been touched slightly here, e.g. regarding the integration of Facebook, and further work should analyze this issue more thoroughly because as [19] investigate, personalization and privacy issues are tightly coupled with the acceptance of MDSS. Furthermore, it might have been difficult for our participants to fully identify with the hypothetical what-if-scenarios. In a follow-up study, it would be interesting to conduct a field study where participants are asked for their preferred MDSS features when they are actually in one of the four purchase situations or, alternatively, to do a field experiment where participants are actually asked to imitate being in a particular purchase situation in a real store.

7 References

[1] Abowd, G, Dey, A, Brown, P, Davies N, Smith, ME, Steggles, P (1999): Towards a better understanding of context and context-awareness. In: *HUC'99: Proceedings of the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*:304-307. London, 1999. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany.

[2] Adomavicius, G, Tuzhilin, A (2005): Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. In: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 17(6):734–749.

[3] Adomavicius, G, Tuzhilin, A (2011): Context-aware recommender systems. In: Ricci, F, Rokach, L, Shapira, B, Kantor, PB (eds), *Recommender Systems Handbook*: 1–40. Springer US, Boston.

[4] Chen, Y-C, Shang, R-A, Kao, C-Y (2009): The effects of information overload on consumers' subjective state towards buying decision in the internet shopping environment. In: Electronic Commerce Research and Applications 8:48–58.

[5] Childers, TL, Carr, CL, Peck, J, Carson, S (2001): Hedonic and utilitarian motivations for online retail shopping behavior. In: Journal of Retailing 77(4):511–535.

[6] Gao, J, Zhang, C, Wang, K, Ba, S (2012): Understanding online purchase decision making: The effect of unconscious thought, information quality, and information quantity. In: Decision Support Systems 53:772–781.

[7] Hong, W, Thong, JYL, Tam, KY (2005): The Effects of Information Format and Shopping Task on Consumers' Online Shopping Behavior: A Cognitive Fit Perspective. In: Journal of Management Information Systems 21(3):149–184.

[8] Janiszewski, C (1998): The Influence of Display Characteristics on Visual Exploratory Search Behavior. In: Journal of Consumer Research 25(3):290–301.

[9] Kiefer, P (2012): Mobile Intention Recognition. 1.edition. Springer, Berlin.

[10] Lee, YE, Benbasat, I (2010): Interaction Design for Mobile Product Recommendation Agents: Supporting Users' Decisions in Retail Stores. In: ACM Transactions on ComputerHuman Interaction TOCHI 17(4):9–38.

[11] Liu, Q, Ma, H, Chen, E, Xiong, H (2013): A Survey of Context-Aware Mobile Recommendations. In: International Journal of Information Technology & Decision Making 12(01):139–172.

[12] Moe, W (2003): Buying, Searching, or Browsing: Differentiating Between Online Shoppers Using In-Store Navigational Clickstream. In: Journal of Consumer Psychology 13(1&2):29–39.

[13] Myers, JH, Alpert, MI (1968): Determinant Buying Attitudes: Meaning and Measurement. In: Journal of Marketing 32:13–20.

[14] Palmisano, C, Tuzhilin, A, Gorgoglione, M (2008): Using Context to Improve Predictive Modeling of Customers in Personalization Applications. In: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 20(11):1535–1549.

[15] Payne, JW, Bettman, JR, Johnson, EJ (1993): The adaptive decision maker. Cambridge University Press, New York.

[16] Pfeiffer, J, Pfeiffer, T; Meißner, M (2013): Towards Attentive In-Store Recommender Systems: Detecting Exploratory vs. Goal-oriented Decisions, In: Proceedings of the Pre-ICIS SIGDSS Workshop, Milano, December 15.

[17] Resatsch, F, Sandner, U, Leimeister, JM, Krcmar, H (2008): Do Point of Sale RFID-Based Information Services Make a Difference? Analyzing Consumer Perceptions for Designing Smart Product Information Services in Retail Business. In: Electronic Markets 18(3):216–231.

[18] Ricci, F, Rokach, L, Shapira, B (2011): Introduction to Recommender Systems Handbook. In: Ricci, F, Rokach, L, Shapira, B, Kantor, PB (eds), *Recommender Systems Handbook:* 1–35. Springer US, Boston.

[19] Sheng, H, Nah, F, Siau, K (2008): An Experimental Study on Ubiquitous Commerce Adoption: Impact of Personalization and Privacy Concerns. In: Journal of the Association for Information Systems 9(6):344–376.

[20] Scholz, SW, Meißner, M, Decker, R (2010): Measuring Consumer Preferences for Complex Products: A Compositional Approach Based on Paired Comparisons. In: Journal of Marketing Research 47(4):685–698.

[21] Westerman, SJ, Tuck, GC, Booth, SA, Khakzar, K (2007): Consumer decision support systems: Internet versus in-store application. In: Computers in Human Behavior 23(6):2928–2944.

[22] Xiao, B, Benbasat, I (2007): E-Commerce Product Recommendation Agents: Use, Characteristics, and Impact. In: MIS Quarterly 31:137–209.

[23] Yang, W-S, Cheng, H-C, Dia, J-B (2008): A location-aware recommender system for mobile shopping environments. In: Expert Systems with Applications 34(1):437–445.

Old Dogs and New Tricks – Exploring the Benefits and Drawbacks of IT Consumerization in the Context of Aging Workforces

Jörg Becker
University of Münster - ERCIS, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, becker@ercis.de

Kevin Ortbach
University of Münster - ERCIS, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, ortbach@ercis.de

Sebastian Köffer
University of Münster - ERCIS, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, koeffer@ercis.de

Jan Dageförde
University of Münster - ERCIS, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, jan.dageförde@uni-muenster.de

Björn Niehaves
Hertie School of Governance, Friedrichstraße 180, 10117 Berlin, niehaves@hertie-school.org

Abstract

The average age of the working population is continuously increasing in many developed countries. At the same time, more and more consumer IT (e.g. smartphones or tablets) is entering the organizations, promising more flexible working conditions and higher performance of employees. While there have been several studies on the attitudes of older workers towards IT use, IS research has not yet explored the benefits and drawbacks of IT consumerization in the context of aging workforces. In order to close this research gap, we conduct two explorative case studies in the public sector and derive a framework explaining the relationships between the two trends. In addition, we use the case data to develop design principles that can govern the introduction of consumer IT in aging organizations.

1 Introduction

Our society is aging quickly. Current statistics show that the age structure of the workforce in many developed countries is significantly changing. As the large baby boomer generations are approaching retirement and the birth rates are continuously decreasing, the age structure of the working population experiences a shift towards older age groups [19]. This societal aging has several implications for the design of the workplace in general and, more particularly, for the selection and implementation of suitable IT systems. For instance, it was found that age-related changes in cognition may have negative effects on the outcome of IT tasks, thus requiring IS design research to focus on these aspects [34].

In the past years information and communication technology (ICT), mobile computing and internet, have become ubiquitous. IS have evolved rapidly, introducing new concepts for user interaction and information retrieval. Consequently, workers are required to deal with IT on a regular basis and are confronted with a huge selection of devices and apps. Especially young knowledge workers use this variety to create individual information systems (IIS) with technologies from both private and business space in order to satisfy their idiosyncratic needs and work more productively [1]. Studies indicate that such needs and, thus, the individual information systems vary significantly among different age groups [3]. In essence, people may configure their IIS differently even though they are working on similar or identical tasks [32]. Morris and Venkatesh found that "for technology adoption decisions, age, in fact, matters" [25, p.398]. However, age is a factor among many in IS research and has not been evaluated in much detail. Particularly with respect to technology adoption, studies have shown that "most discussion of technology and technological devices and their use is directed to young adults; older people are neglected" [4 p. 2]. Not much attention has yet been devoted to the effects of age in the context of technology selection and IT strategies such as bring-your-own-device (BYOD). How do older employees react to the introduction of consumer IT at the workplace? How does it affect their work? How can companies address the idiosyncratic needs of both younger and older employees in the context of IT? Currently, there is lack in IS research with respect to these questions. In order to close these gaps, our study sets out to answer the following research questions:

- RQ1: What are potential benefits and drawbacks of IT consumerization in the context of aging workforces?
- RQ2: What are design principles that can govern the introduction of consumer IT in aging organizations?

To address these research questions the paper proceeds as follows: Section 2 presents related work on IT consumerization and related trends as well as on the effects of aging on ICT use. Our methodology is described in section 3, followed by a presentation of our qualitative case data in section 4. Section 5 discusses and interprets the case data against the background of our research questions. Section 6 concludes the paper, outlines limitations and gives an outlook on potential further research.

2 Related work

2.1 IT consumerization

IT consumerization refers to the adoption of consumer applications, tools and devices in the workplace [17]. The traditional top-down IT innovation is more and more substituted by a bottom-up approach meaning that new technologies originate in the consumer space and are introduced into an enterprise environment by the employees [17,27]. This is mainly the result of a changing attitude of employees

towards enterprise IT. Workers demand “the same utility and experiences with technology in the consumer market within their job function in the business environment” [8, p.259] . Especially young, tech-savvy employees are used to small, portable devices from their private life that allow more flexible working and “promise greater freedom and more fun“ [29]. They are willing to spend their own time and money to have devices and applications at hand that increase their work productivity [38]. In addition, IT consumerization has been associated with easier use and, thus, adoption, due to fact that the devices and applications are known from private life [14]. However, the trend also has negative implications [30]. First, even though ubiquitous access to company data may enable more flexible working, employees are more often unable to switch off from work [10]. Second, employees often feel a certain pressure to work during their off-time because it is possible from anywhere and implicitly expected in many companies [33].

Besides this individual level, enterprises have to deal with IT consumerization in terms of their IT strategy. They can either completely prohibit the use of unauthorized IT, allow external devices and applications without restrictions or find a way to engage with the end users and minimize risks, e.g. by enticing choice or providing the employees with cutting edge consumer technologies [16]. However, these strategies are likely influenced by the age structure of the company. For instance, concerning technology use, older individuals are found to rely on their habits more than younger persons, “especially when they have significant experience with a technology”, which leads to significantly reduced distraction by changes in their surroundings [39, p.165]. As a consequence, pushing cutting edge technology into the organization may not be the best idea for enterprises that feature an aging workforce.

2.2 Effects of aging on IT adoption and use

Individuals from different age groups exhibit different thinking and decisions concerning ICT use and adoption [26]. This fact supports the hypothesis that it is necessary to align strategies for the introduction of consumer IT with the age structure of an organization. A recent study showed that, contrary to popular belief, the majority of older individuals increasingly uses ICT [23].

As an individual ages, several personal characteristics change which can be summed up using the following categories: chronological, biological, functional, psychological, and social aging [4]. Chronological age refers to the colloquial understanding of age, i.e. the time that has passed since an individual was born [37]. Biological aging accounts for physical changes, such as reduced hearing abilities, visual perception, and perception of the physical environment of older adults [4]. Functional aging describes the level of skill of an individual at a certain age and its transformation with increasing age [37]. Psychological aging is used to describe cognitive abilities [4], including working memory as well as selective and dynamic attention, which both decrease with increasing age [18]. Last but not least, social aging describes how an individual's social interactions change over time [4].

With respect to aging, especially cognitive matters “have been a significant focus in IS research” [9, p.303]. While it is evident that age affects human cognition, aging does not generally obstruct knowledge acquisition. Therefore, older individuals have similar capabilities of building up knowledge on ICT than younger persons [28]. This is consistent with findings of Sharit and Czaja, in which older individuals “were able to achieve the necessary level of proficiency” in performing several computer-based tasks [34, p.571]. However, the majority of older individuals tend to be reluctant in adopting and using ICT, such as electronic health care assistance [35]. They mainly choose and adopt ICT based on its perceived practical value, rather than a general desire to try out innovative technologies [22]. Especially individuals who are not using ICT consider it irrelevant for everyday life [5]. Furthermore,

they are more likely to adopt and use technology with interfaces of low complexity [7,12], as they perceive a lack of skill to benefit from modern technology [23]. In general, ICT use is heavily influenced by anxieties and lower self-efficacy regarding computers that older workers experience [21].

3 Research methodology

In order to address our research questions, we followed a multiple-case study approach [40]. We conducted qualitative, semi-structured interviews in two public administrations in Germany (names changed for reasons of anonymity). The case cities were selected for two reasons. First, they recently started projects on the introduction of consumer IT for their employees. While CITY has already implemented a pilot project to equip executives with tablet computers, DISTRICT is still evaluating the risks and benefits. Second, their workforce is aging very quickly, which is common for public administrations in Germany. DISTRICT has approximately 100,000 inhabitants and employs around 850 people within its public administration. CITY has about 150,000 inhabitants with over 2,500 administrative employees. In the fall of 2012, we conducted a total of 30 interviews in both cities which took between 30 and 60 minutes each. In order to allow for different perspectives on the subject, we included employees from different hierarchical levels and functional units, for example, human resources, head of administration, building authority, IT, or delegates. In addition, we selected the interviewees to primarily include young employees that had just started their work as well as older employees close to retirement. In order to generate advantages through multiple investigators, interviews were conducted by five different researchers in DISTRICT and three researchers in CITY [11]. A detailed overview of the data collection can be found in Table 1.

Pseudonym of administration	Number of interviews	Departments and functions	Interview time	Number of words transcribed
CITY	13	IT, Human Resources, Public services, Delegate assistants, Building Authority	585 minutes	60,248 words
DISTRICT	17	IT, Delegates, Head of Council, District Administrator, Building Authority	942 minutes	98,006 words

Table 1: Overview of the data collection

The case data was analyzed using open coding procedures [36]. First, all interviews were coded separately by two researchers along the research questions to come up with a first set of low level codes [15]. Then, these codes were discussed and consolidated in a group effort and a first set of categories was identified. Finally, the resulting categories were aggregated to come up with a preliminary framework of the implications of IT consumerization for an aging workforce, as well as to derive a set of design principles to govern the introduction of consumer IT in aging organizations.

4 Case data

4.1 Benefits and drawbacks of IT consumerization for an aging workforce

The interviews revealed different implications the trend of aging has for the adoption of consumer IT. First, especially older employees often did not see the benefits of using consumer IT, because they perceived their stationary computers to be sufficient for their work. In contrast to younger employees, they were not thinking about possibilities for more flexible working times and locations. But even if

they were aware of the possibilities, older employees in both administrations were reluctant to adopt modern technology for their work. On the one hand, this was related to lower experience with IT in general which lead to a certain reservation with respect to innovative technologies. On the other hand, they often did not want to learn it anymore because they felt they cannot master it to a degree where it actually supports their work. One interviewee told us:

"I see what is possible by looking at my children. They know how to use all that stuff but I don't even get what they are saying. […] I have a negative attitude towards all that. I always think that it is nice what you can do with it but I don't want to learn it. […] It is just too complex and I don't understand it."

One major reason the interviewees brought up with respect to this attitude of older employees was a general fear to do something wrong. The younger employees were perceived to have a much higher playfulness with IT. They would, on the one hand, try out different applications in order to find a suitable one. On the other hand, they would also learn the functionality of different applications using a trial-and-error approach. Thus, they are more likely to develop both the competence to select IT as well as the capabilities to use it. One older employee stated:

"When you look at the younger staff you can see that there is a lot more knowledge and a lot less fear. They just don't fear to do something wrong. They just try it out and see what happens. That is a big plus."

The lower IT capabilities were also traced back to organizational culture issues, particularly with respect to IT problem solving. It was stated that if the IT department or coworkers helped in case of problems. They would apply quick fixes without explanation. In this context, interviewees replied that older employees are reluctant to intervene and ask questions because they feel that they lack a basic understanding of the matter. One of the oldest employees in DISTRICT stated:

"One major aspect is learning. There is a lot of fear involved. And the only way to overcome these fears is to solve problems yourself. Only watching doesn't really help. We would have to say 'let me do it'."

The younger, tech-savvy employees at DISTRICT had a different perspective on that matter. They perceived the insecurity of the older workers to cope with modern IT primarily as laziness and were stressed by repetitive questions regarding functionality. One interviewee told us:

"There are people that will never learn it. But they just don't want to, probably because this makes it easier for them. […] It's easier to continue asking for help instead of working it out by yourself. […] It's really hard to stay calm if they ask hundreds of times."

However, several employees stated that the attitude towards modern IT is not only related to age. While age was perceived as an important antecedent to IT affinity and the capability to solve IT related problems by all interviewees, several employees stated that there are a growing number of exceptions. On the one hand, there are older employees that are very interested in technological developments and spend time selecting consumer IT that would support their work. On the other hand, there are also younger employees that are reluctant to use IT for their work. One employee explained:

"The basic tendency is definitely that older people have a lower affinity towards modern technologies than younger ones. However, this is not true in all cases. There is also the 'silver generation' where some even have even higher skills than the younger ones."

Despite the described issues concerning the older workers' adoption of consumer IT at the workplace, several interviewees also saw potential in these new technologies to increase IT skills in aging workforces. It was stated in the interviews, that the possibility to use the devices and applications also for private purposes, e.g. staying in contact with children, could lead to higher engagement with the technologies, thus, raising the overall skill level. One employee stated:

> *"Introducing consumer devices could positively affect the motivation to engage with IT. These devices have so many functions that can be used in private life, from TV listings to digital shopping notes. If people have these devices, they are likely to learn how to use them during their off-time as well, which in turn also increases the IT skills needed for the job."*

In addition, IT consumerization was perceived to potentially lead to a shift in the way IT is thought of and implemented in organizations. Due to the huge diversity of available devices and applications, both young and old employees are more likely to find IT that they are capable of using and that supports them in their individual tasks. With respect to an aging workforce, there are even readily-available tools that help overcome cognitive deficits or assist in learning functionality. Thus, even though the general attitude of older workers towards consumer IT is rather skeptical, the higher potential for individualization, if communicated clearly, could help to lower fear of new technologies. Moreover, both young and old employees that had experience with consumer IT often perceived the interfaces to be much more intuitive and easier to learn than those of existing IT systems in the administrations.

4.2 Design principles for the introduction of consumer IT

Several employees criticized a lack of communication with respect to the goals of new IT implementations. They often felt excluded from the implementation process and confronted with a ready-to-use solution of which they did not know the use cases. One employee stated:

> *"What is lacking, in my opinion, is a clear communication of benefits. Employees need to be convinced of the goals, which only happens if they are communicated openly and feedback is allowed"*

This was especially considered important to overcome acceptance issues of older employees. They were found to be more critical than younger employees, primarily because they have adopted certain routines in their existing workflows which are disrupted by the implementation of new technologies. Furthermore, employees raised the issue that especially consumer technology advances so quickly that it would be almost impossible to keep up. It was considered necessary to have training sessions on the new devices and applications. In this context, interviewees suggested to establish knowledge exchange sessions between younger and older employees. While the younger workers more often have advanced technical knowledge, the older ones are more likely to have a detailed understanding of the business processes. With respect to technology issues, one younger employee in DISTRICT stated:

> *"We can train our older colleagues in these matters. That is a good thing. They also have experience in other areas that we don't have. So I think the exchange is mutually beneficial."*

Besides this inter-generational knowledge exchange, especially older employees brought up that the introduction of new IT is disrupting existing workflows and that they need time to adapt to that. They feared that consumer IT, which they did not know how to use, would require a high amount of time to get used to. For instance, in DISTRICT, it was planned to hand out tablet computers to all delegates and have policies established that documents should be accessed digitally during meetings and

discussions. These types of changes were perceived to take up a lot of work time, as an employee explained:

> *"I fear that if modern consumer IT is introduced, I would have to spend a lot of time to deal with it and lack time to do my actual work tasks."*

In addition, other employees suggested that it would be a good idea to have dedicated work time just for dealing with new technological developments. This includes both actively searching out new technologies and evaluating their potential benefits for work tasks as well as dealing with changes to the existing infrastructure by the IT department. One employee from CITY told us:

> *"[To be able to keep up with new technological developments] it would be necessary to have a certain amount of work time dedicated entirely for that. For instance, one hour a day."*

This was stated to foster bottom-up IT innovation because especially younger employees are willing to look for better ways to use IT for their work but currently lack the time to do so. However, in order to multiply the benefit of these individual innovations, the middle management needs to be supportive. Especially in CITY, bottom-up IT innovation was often blocked by older supervisors. If younger staff members found a useful tool to support their work, their supervisors often did not recognize the benefits and, thus, did not support its use. In this context, one employee explained:

> *"In our administration, IT innovation usually happens top-down. You always need the approval of your supervisor. […] It has been tried the other way around but the excitement younger employees had did not transfer over to the older generation. It only works if the middle management supports [modern technologies] and gives the employees room to engage with it."*

5 Discussion

The case data revealed several implications IT consumerization has in the context of aging workforces. Table 2 shows sample codes and the number of occurrences for each of these aspects. They will be discussed in more detail in the following paragraphs.

Construct	Sample codes	Occurrences
Aging workforce		
Lack of IT awareness	no knowledge of existence of technologies, no knowledge of potential benefits, not aware of the possibilities	4
Lack of interest in IT	undefinable disinterest, do not want to learn, not willing to change routinized workflows	9
Low IT experience	limited private use, low "playfulness" with IT, reliance on paper-based documents	9
Slow IT learning pace	cognitive issues, no technology-oriented thinking, fears and worries to do something wrong	14
IT consumerization		
Easier use	designed for usability, easier to learn, more intuitive user interface	6
Dual use possible	useful features for private context, can be used for private tasks as well	6
Higher individualization	better individual fit due to more choice options, many different devices and software tools	8

Table 2: Sample codes and respective occurrences supporting discovered relationships

One major finding from the case data was that older employees in both cities were less aware of the potential benefits of the introduction of consumer IT at their workplace. Not only younger employees but also older workers themselves pointed out the *lack of awareness* with respect to modern technologies and its capability to improve work performance and flexibility. Thus, while there is consensus in literature that "older people would accept and use new technologies if they believed and realized that those technologies might be used to improve their lives and satisfy their needs" [4, p.3], the realization of benefits and possibilities seems to be an issue.

This lack of awareness could be traced back to a *lack of interest in modern technologies*. The older employees see ICT mainly as a tool which supports them in their daily work, rather than something to engage with during their off-time. The IT department is regarded as the primary source for technological innovation and policies are seldom questioned and strictly followed. Younger employees, however, were found to be more likely to actively search out new technologies and propose their use in a bottom-up manner or even use them without permission from the supervisor or the IT department.

In addition, the traditional ways of working have become routinized and, consequently, there is inertia with respect to technological change [39]. Several interviewees stated that older employees, more often than younger ones, would continue to work in their old structures even when being provided with more modern equipment. The behavior of the older employees can be traced back to less use in a private context and, thus, a *low IT experience*. They are insecure when it comes to the use of new technologies because they fear to do something wrong and lack the playfulness necessary for a fast learning process. This finding is in line with that of O'brien, Rogers, and Fisk who found that older adults may be able to generally use new technologies, "but these activities take more cognitive effort than for younger adults" [31]. In addition to that, the consequences of cognitive aging may impede quick learning achievements. Therefore, while the digital natives are using smartphones, tablets and social media on a daily basis, older employees often lack fundamental skills regarding these technologies. In the two public administrations under investigation, the older workers often still used paper-based workflows instead of digital documents. As a consequence of these characteristics, older persons are considerably more reluctant to adopt consumer IT than their younger colleagues.

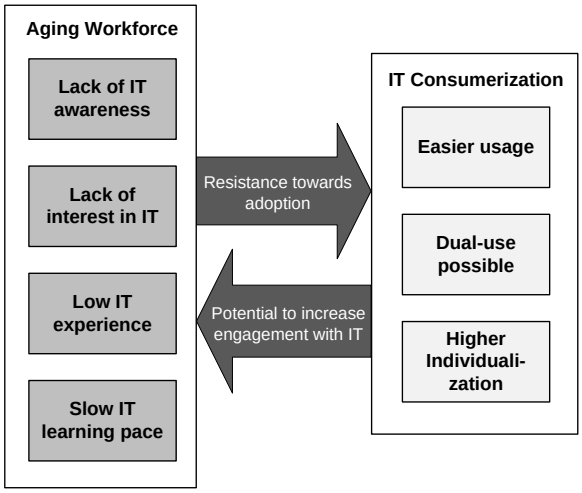


Figure 1: Relationships between aging workforces and IT consumerization

However, the data revealed that consumer IT may have potential to increase older workers' engagement with IT and, thus, may help to build up IT capabilities. First, consumer IT was stated to be

more user friendly when being compared to established business devices and software [14]. Especially younger and tech-savvy older interviewees reported that the threshold to adopt consumer IT is comparatively low due to its *reduced complexity and intuitive interfaces*. This is in line with recent studies which found that consumer IT is perceived as easier to use and more intuitive [29]. In addition, with respect to cognitive aging, the lower complexity of consumer IT could offset cognitive deficits among older workers. Secondly, participants welcomed the possibility to use certain functionality of consumer IT in their private life as well. By this *possibility of dual-use*, older employees may be able to gain experience in using IT, consequently resulting in less fear when performing work-related tasks. Moreover, the possibilities for private use are also likely to increase the general interest in IT. For instance, research has shown that one primary reason older people adopt new IT is to stay in contact with their family [20]. As consumer technologies provide advanced communication functionalities and younger family members are likely to use it, this could increase the general technological awareness and interest of older individuals. Thirdly, a wide variety of consumer technologies is offered today. Consequently, individuals are able to choose products that fit their preferences and requirements best [2]. There are several consumer tools available which were specifically designed to match the needs of older individuals not only with respect to usability but also with respect to functionality. Thus, it is much easier to build information systems that *support the individual needs of older employees* using consumer IT than it is focusing only on monolithic enterprise systems.

Thus, on the one hand, consumer IT may have the potential to *increase older employees' engagement with IT*. On the other hand, however, older employees are currently *rather resistant towards its adoption*. This relationship is visualized in Figure 1. Thus, the introduction of consumer IT needs to be planned with respect to the demographic structure of the workforce in order to overcome adoption issues.

Using the case data, it is possible to derive several design principles that enable an organization to realize the potential of consumer IT with regards to an aging workforce. First, it can be considered important to establish mechanisms that allow for knowledge exchange between different generations of employees. While younger employees generally possess higher expertise with regards to consumer IT and its possibilities, older employees have a higher level of experience regarding business processes. Moreover, it is necessary to communicate the benefits of consumer IT clearly. As older employees were raised at a time when these types of ubiquitous technology did not exist, they may not have had the opportunity to work with it, or are even completely unaware of its existence. Therefore, employees need to be made aware of advantages such as simpler user interfaces. In this context, younger employees can be an important lever. They could give detailed insights into on how particular technologies have improved their work life. Furthermore, it is necessary to provide sufficient training to employees in order to overcome any initial difficulties. In addition, for a successful introduction of consumer IT, it is necessary to train the middle-management appropriately. In most organizations, IT innovation still happens top-down [24]. Thus, especially in hierarchically structured organizations, such as the German public administrations, employees tend to follow technology choice and use patterns of their superiors [32]. Thus, the openness of the middle management towards the use of modern IT is a determinant for the overall adoption within the organization. In addition, it is important to give the employees some time to adjust to the new IT. Especially older workers need to be allowed to spend time to acquaint themselves with different tools. This way they are able to learn how to use them productively in the long run. Consumer IT holds the potential for higher individualization and better fit between individual, technology and task [13]. However, in order to reap the benefits, employees need to have a certain degree of freedom in choosing and adopting appropriate devices and

software. For instance, older employees should not be forced to use the most advanced devices or to participate in BYOD programs.

6 Conclusion

Our study showed two major relationships between the two trends of aging workforces and IT consumerization. On the one hand, aging leads to less adoption of modern consumer IT for work tasks due to a lack of awareness and interest, low IT experience, and slower IT learning pace. On the other hand, consumer IT has the potential to increase older workers' engagement with IT because it is easier to use than most organizational systems, fosters private use and provides better choice options to fit individual needs. However, in order to overcome the described adoption issues, organizations need to establish suitable strategic mechanisms. From our cases we derived four design principles for the implementation process, namely 1) the establishment of inter-generational knowledge exchange and trainings, 2) a clear communication of benefits, 3) the dedication of work time for both searching and testing out new technologies, and 4) convincing middle management and including them in the process.

Our study is beset with several limitations. First, as we only took into account two cases, validity and generalizability of the results may be limited. On the one hand, we only focused on a small group of 30 representatives and employees from two German public administrations. Thus, even though it is likely that we would have found similar results in the private sector, our findings may be bound to the realm of public sector organizations. In addition, due to the limited number of interviews, there may be additional implications of IT consumerization for aging workforces that we could not derive from the case data.

The described limitations open up several avenues for future research. On the one hand, future studies could focus on the validation of both relationships using quantitative methods. On the other hand, IS research could assess the ideal level of IT individualization with respect to different demographic structures of the workforce. In particular, future research could address the question how companies can establish strategic mechanisms that govern the individualization process in order to satisfy the idiosyncratic needs and preferences of both younger and older employees. As the age span will increase in many companies over the next years, these mechanisms will not only be important to increase the overall worker satisfaction and performance, but can also be considered critical for the recruitment of young tech-savvy employees, as consumer IT already is an important factor for job decisions [6,38].

Acknowledgements

This paper was written in the context of the research project WeChange (promotional reference 01HH11059) which is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

References

[1] Baskerville, R (2011): Individual information systems as a research arena. European Journal of Information Systems 20(3):251–254.

[2] Baskerville, R (2011): Design Theorizing Individual Information Systems. In: *PACIS 2011 Proceedings. Paper 25*.

[3] Carroll, J; Howard, S; Vetere, F; Peck, J; Murphy, J (2002): Just what do the youth of today want? Technology appropriation by young people. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences :1777–1785.

[4] Chen, K; Chan, AHS (2011): A review of technology acceptance by older adults. Gerontechnology 10(1):1-12.

[5] Chung, JE; Park, N; Wang, H; Fulk, J; McLaughlin, M (2010): Age differences in perceptions of online community participation among non-users: An extension of the Technology Acceptance Model. Computers in Human Behavior 26(6):1674–1684.

[6] Cisco (2011): Connected World Technology Report. San José, California, USA.

[7] Conci, M; Pianesi, F; Zancanaro, M (2009): Useful, Social and Enjoyable: Mobile Phone Adoption by Older People. In: *Human-Computer Interaction INTERACT*. .

[8] Cummings, J; Massey, AP; Ramesh, V (2009): Web 2.0 proclivity: understanding how personal use influences organizational adoption. In: *27th ACM international conference on design of communication*.

[9] Davern, M; Shaft, T; Te'eni, D (2012): Cognition Matters: Enduring Questions in Cognitive IS Research. Journal of the Association for Information Systems Vol. 13(April 2012):273–314.

[10] Dell; Intel (2011): The Evolving Workforce: The Workforce Perspective. Round Rock, Texas, USA.

[11] Eisenhardt, KM (1989): Theories from Case Study Research. Academy of Management Review 14(4):532–550.

[12] Ezer, N; Fisk, AD; Rogers, WA (2009): LNCS 5615 - Attitudinal and Intentional Acceptance of Domestic Robots by Younger and Older Adults. In: *5th International Conference, UAHCI 2009, Held as Part of HCI International 2009, San Diego, CA, USA, July 19-24, 2009. Proceedings, Part II*.

[13] Gebauer, J; Shaw, M (2010): Task-Technology Fit for Mobile Information Systems. Journal of Information Technology 25(3):259–272.

[14] Gens, F; Levitas, D; Segal, R (2011): 2011 Consumerization of IT Study: Closing the Consumerization Gap. IDC, Framingham, Massachusetts, USA.

[15] Glaser, BG; Strauss, AL (1967): The Discovery of Grounded Theory. Aldine.

[16] Harris, J; Ives, B; Junglas, I (2011): The Genie Is Out of the Bottle: Managing the Infiltration of Consumer IT Into the Workforce. Accenture Institute for High Performance.

[17] Harris, JG; Ives, B; Junglas, I (2012): IT Consumerization: When Gadgets Turn Into Enterprise IT Tools. MIS Quarterly Executive 2012(September):99–112.

[18] Hayslip, B; Panek, PE; Hicks-Patrick, J (1993): Adult development and aging. HarperCollins College Publishers.

[19] Hedge, J; Borman, W; Lammlein, S (2005): The Aging Workforce: Realities, Myths, And Implications For Organizations. American Psychological Association, Washington D.C.

[20] Juznic, P; Blazic, M; Mercun, T; Plestenjak, B; Majcenovic, D (2006): Who says that old dogs cannot learn new tricks?: A survey of internet/web usage among seniors. New Library World 107(7/8):332–345.

[21] Laguna, KD; Babcock, RL (2000): Computer testing of memory across the adult life span. Experimental aging research 26(3):229–243.

[22] Mallenius, S; Rossi, M; Tuunainen, VK (2007): Factors affecting the adoption and use of mobile devices and services by elderly people – results from a pilot study. In: *Proceedings of 6th Annual Global Mobility Roundtable*.

[23] Mitzner, TL; Boron, JB; Fausset, CB; et al. (2010): Older Adults Talk Technology: Technology Usage and Attitudes. Computers in Human Behavior 26(6):1710–1721.

[24] Moore, G (2011): Systems of Engagement and The Future of Enterprise IT - A sea change in enterprise IT. AIIM White Paper, Silver Spring.

[25] Morris, MG; Venkatesh, V (2000): Age differences in technology adoption decisions: Implications for a changing work force. Personnel psychology 53(2):375–403.

[26] Morris, MG; Venkatesh, V; Ackerman, PL (2005): Gender and Age Differences in Employee Decisions About New Technology: An Extension to the Theory of Planned Behavior. IEEE Transactions on Engineering Management 52(1):69–84.

[27] Moschella, D; Neal, D; Opperman, P; Taylor, J (2004): The 'Consumerization' of Information Technology. CSC Research White Paper, El Segundo.

[28] Munro, MC; Huff, SL; Marcolin, BL; Compeau, DR (1997): Understanding and measuring user competence. Information & Management 33:45–57.

[29] Murdoch, R; Harris, JG; Devore, G (2010): Can Enterprise IT Survive the Meteor of Consumer Technology? Accenture Institute for High Performance.

[30] Niehaves, B; Köffer, S; Ortbach, K (2012): IT Consumerization – A Theory and Practice Review. In: *Proceedings of the 18th Americas Conference on Information Systems*. Seattle, Washington, USA.

[31] O'brien, MA; Rogers, WA; Fisk, AD (2012): Understanding age and technology experience differences in use of prior knowledge for everyday technology interactions. ACM Transactions on Accessible Computing 4(2):1–27.

[32] Ortbach, K; Köffer, S; Bode, M; Niehaves, B (2013): Individualization of Information Systems - Analyzing Antecedents of IT Consumerization Behavior. In: *International Conference on Information Systems (ICIS)*. Milano, ITA.

[33] Ortbach, K; Köffer, S; Müller, CPF; Niehaves, B (2013): How IT Consumerization Affects the Stress Level at Work - A Public Sector Case Study. In: *Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)*.

[34] Sharit, J; Czaja, SJ (1994): Ageing, computer-based task performance, and stress: issues and challenges. Ergonomics 37(4):559–577.

[35] Steele, R; Lo, A; Secombe, C; Wong, YK (2009): Elderly persons' perception and acceptance of using wireless sensor networks to assist healthcare. International journal of medical informatics 78(12):788–801.

[36] Strauss, AL; Corbin, J (1998): Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory. 2nd. Edition. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

[37] Stuart-Hamilton, I (2012): The Psychology of Ageing: An Introduction. 5. Auflage. Kingsley, London.

[38] Unisys (2010): Unisys Consumerization of IT Benchmark Study. Blue Bell, Pennsylvania, USA.

[39] Venkatesh, V; Thong, JYL; Xin Xu (2012): Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. MIS Quarterly 36(1):157–178.

[40] Yin, RK (2009): Case study research: Design and Methods. 4th. Auflage. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, USA.

Mobile sensors on electric bicycles – a qualitative study on benefits and requirements from user perspective

Kristina Flüchter

ETH Zürich, Institute of Information Management, 8092 Zürich, e-mail: kfluechter@ethz.ch

Felix Wortmann

University of St. Gallen, Institute of Technology Management, 9000 St. Gallen, e-mail: felix.wortmann@unisg.ch

Abstract

Electric bicycle (e-bike) sales have enjoyed tremendous growth in recent years. As the e-bike market is maturing, the collection, analysis and display of usage data is becoming an important source of differentiation for competitors. Several alternatives are conceivable as to how usage data might be collected, one of them being mobile sensing devices, which are permanently attached to the bicycles. While the technical feasibility of such devices appears within reach, little is known about the benefits and requirements from user perspective. This qualitative study presents findings from interviews with 33 potential users. User requirements concerning the sensor specification are derived and insights provided into users' interest in bicycle-related data and their assessment of data sensitivity.

1 Introduction

In recent years, a new means of transportation has been becoming a more and more common sight on European streets. The market for electric bicycles (e-bikes) is booming at double digit annual growth rates. In Germany, the largest European market for e-bikes, more than one million e-bikes have already been sold [16]. Unlike regular bikes, e-bikes require additional user interfaces for the selection of individual motor support levels and for controlling of the battery status. These interfaces are typically implemented as small devices mounted on the handlebars and often additionally provide basic information about the speed and mileage of the e-bike. Recently, some producers have started to integrate more comprehensive features into these e-bike computers, such as navigation functionality, fitness applications and smartphone connections, and to provide data-based services to the e-bike users (c.f. [14]).

The idea of collecting and displaying data about bicycle usage is not new. Cyclometers as well as a range of smartphone applications have been offering functionality for tracking and displaying bicycle routes for years [5]. Compared to cyclometers and smartphone applications, e-bike computers however offer the advantage that additional e-bike-specific data and in some cases more exact data can be displayed. On the other hand, in order to offer these extra features, additional sensors are being integrated into the e-bike computers, which results in an increase in size. A further drawback lies in the fact that the sensing unit is usually removed from the e-bike after usage, thus potentially preventing some interesting applications of the sensors.

An alternative solution to collect e-bike-related data would be a sensing unit, which is separate from any display and built into the e-bike. First initiatives are already investigating the idea of a fixed bicycle sensor, especially from the perspective of theft protection applications (c.f. [1]). However, little is known about the evaluation of such an approach by potential users. This study seeks to investigate the requirements for and potential benefits of such a fixed e-bike sensor from user perspective. We are specifically addressing three research questions:

- What reactions and expectations do users have towards an e-bike sensor?
- What bicycle-related data are e-bike users interested in seeing?
- How do users evaluate the sensitivity of e-bike-related information?

Based on semi-structured interviews, we derive requirements regarding the specification of potential e-bike sensors. We provide insights into the interest, which e-bike users show in bicycle-related data, and their assessment of data sensitivity for e-bike-related data.

2 Theoretical background and related work

There are two fundamental domains of related work essentially focusing on bike sensor data. First of all, technical aspects of capturing bike data have been addressed by prior research. The essential questions behind the corresponding research are “Can we capture high quality data in the bike context with today’s technology?” and “How can we improve the recording of bike data?” Second, more usage oriented research focuses on the question of “What can we do with the data?”

Researchers have reported field study results to monitor routes taken by bicyclists using GPS data (e.g. [3;6]). Hood et al. provide evidence that route traces from GPS units in smartphones can indeed be used to inform transportation route choice models [6]. By comparing routes taken by cyclists to shortest routes, they could identify key factors that influence cyclists’ choices of routes. Other research

in this domain is dedicated to comparing the accuracy of smartphone GPS tracking systems with high-quality external GPS units [11]. Furthermore, accuracy of GPS measurements is challenged in various urban environments such as "urban canyons" or "open streets". Lindsey et al. demonstrate that GPS route traces recorded by external GPS units were significantly more accurate than traces recorded by the GPS units in the smartphones [11]. They conclude that while indeed general route information can be captured on the basis of GPS units in smartphones, even high-quality external GPS receiver cannot generate accurate enough data to monitor bicyclists' use of bike lanes or other facilities.

Because devices with motion sensors and enough computing power for real-time data processing have only been around for a couple of years, research in the field of corresponding bike applications is very scarce [5]. However, some consumer products are available in the market, leveraging GPS data for bicyclists [5;8]. These GPS-trackers capture outdoor activity on the basis of information like route taken, distance travelled, time taken, average pace, and an estimation of burnt calories. Popular examples are Endomondo, Runtastic and RunKeeper [5;8]. The different apps provide similar functionality [5;8]. Most often, the route, which was taken, can be visualized on a map. Furthermore, a history of earlier activities is kept, some apps provide navigation features, and to increase motivation, it is possible to get voice feedback on the actual performance via ear buds. Moreover, it is possible to set goals for oneself and share workout summaries via social media. The usage of GPS data for cyclist is also discussed in the context of location-based services (LBS). Lehrer et al. for example conducted a field study over the course of two weeks [10]. The results show that when looking for location-related information, users mainly searched for four types of information: navigation information, addresses and telephone numbers, weather information, and arrival and departure times of transportation. LBS were mainly used when people were on the move, either by foot, bike or car, (45% of instances), followed by use at home (26% of instances). People generally used their smartphone to acquire location-related information. On their smartphone, people favoured specialized LBS apps instead of searching for information through the mobile Internet browser.

Alternative approaches include the proposal of Kawachi et al. [7], who developed a driving environment sharing system based on measurements of the cycling speed through photoelectric sensors as well as the rudder angle of the handlebars through a rotary encoder, to derive insights on the crowdedness of a street and feed the information back to the user. Shin et al. [15] investigate the usage of wireless sensor networks and bike devices including ZigBee identification modules, which they argue may be applicable e.g. for large-scale establishments, such as national parks, for controlling of the location and safety of tourists. Taking a somewhat broader perspective, Outram et al. [13] present the results of a team of researchers, who have been investigating the potential of e-bikes for collecting not only location, direction, and fitness but also environmental data. They developed an electric bicycle system, which features a number of environmental sensors, incl. CO, NOx, temperature, noise and humidity, and which has recently also been launched as a commercial product [4]. Through a corresponding iPhone user interface, the bicycle user can control the bike while riding, locate the bike and analyse data from recent trips, as well as share data with friends or the city, thereby making fine-grained environmental information available by means of a crowd sourcing approach [13].

Summing up, existing research in the context of bike sensors focuses on GPS. Prior research has shown that route traces from GPS units in smartphones can be leveraged to identify route choice. However, monitoring bicyclists' use of bike lanes or other facilities is technically not possible yet. While research in the field of corresponding bike GPS applications is very rare, several consumer products do exists leveraging GPS data. Furthermore, with regard to alternative technologies, only limited research has been conducted to date, investigating e.g. the usage of wireless sensor networks

for locating bicycles. However, to the best of our knowledge there is no information publically available on use case attractiveness or user requirements for sensing devices.

3 Methodology

Due to the explorative character of the research questions, a qualitative research approach based on semi-structured interviews was chosen. This method offers the advantage that the researcher can keep a more open mind about the topics to be covered or discussed in more detail during the interview, so that concepts and theories can emerge out of the data [2].

In total, 33 participants (15 women, 18 men) at the age of 22 to 64 years (M = 35.5; SD = 11.8) were interviewed. All interviewees were employees of a Swiss insurance company, who had signed up to participate in an e-bike field study to evaluate the suitability of e-bikes for commuting.

In order to structure the responses and ensure that all relevant topics would be covered, an interview guideline was developed [2], which was evaluated in two mock interviews and refined based on the results. All interviews were audio recorded with a smartphone and the interview length was M = 22 (SD = 4) minutes. All relevant personal information about the interviewees had already been collected in advance of the interviews through an online survey.

The analysis of the interviews was conducted following inductive category building. This method allows for a systematic and structured analysis of content while avoiding a distortion of results by the researcher as much as possible [12] and is thus especially suited in view of the described research questions. In line with the approach of inductive category building, the material was systematically reviewed and analysed in two main steps. In a first step, answer categories were derived based on an examination of a first part of the interview material. Relevant passages were reduced, rephrased and generalized and answers were either subsumed under existing categories or new categories were created where appropriate. The compilation of a first comprehensive set of categories was considered complete when no new categories could be formed, after 48% of the material had been reviewed. Subsequently, a formative check of inter-coder reliability was conducted to assess the quality of the constructed categories. For this purpose, two coders independently reviewed a randomly selected excerpt (18%) of the material, based on coding instructions and guidelines as well as an exact description of the categories including typical coding examples [12]. Afterwards, the inter-coder reliability was assessed by means of Krippendorff alpha, a coefficient which assesses the agreement among coders relative to what could be expected by chance [9]. The calculation of the coefficient resulted in $\alpha = .687$ (95% CI (.492, .851), which is already a level of reliability at which cautious conclusions can be drawn from the data [9]. In a second step, differences in the coding of the interviews were then discussed by the coders and the categories and coding guidelines revised accordingly. Based on the enhanced categories and coding guidelines, the remaining 52% of the material were then coded. Ultimately, a final assessment of inter-coder reliability was conducted. For this purpose, two further coders independently coded a randomly selected excerpt (18%) of the entire material. The summative inter-coder reliability was computed and resulted in a coefficient of $\alpha = .805$ (95% CI (.642, .918), a magnitude, which establishes confidence in the reliability of the coding system and at which variables can be relied on [9].

4 Results

The interviews were very insightful and yielded many interesting results, of which we are highlighting the most important. We are presenting our findings following the order of our previously outlined research questions.

4.1 Reactions and expectations towards a bicycle sensor

When asked about their spontaneous reaction toward the idea of a sensor, which could collect data about the usage of an e-bike, specifically geoposition, distance, barometric pressure, altitude, speed and service information, and transmit the information via the mobile phone network, the interviewees provided reactions that could be classified into five categories as depicted in table 1. We found that only two interviewees reacted negatively to the idea, voicing spontaneous concerns about a potential surveillance and data sensitivity. All remaining respondents were either indifferent towards the idea of an e-bike sensor or had positive associations.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
positive, personally	sensor perceived as exciting, interesting, useful	17	52%
positive, conditionally	sensor perceived as interesting under certain circumstances, e.g. if data is not publicly accessible	1	3%
positive, for others	no personal interest in sensor, but potentially interesting for others	3	9%
indifferent	sensor perceived as unproblematic, not interesting, does not matter	10	30%
negative	sensor perceived negatively, e.g. association of surveillance	2	6%

Table 1: Reactions to idea of an e-bike sensor, n=33, single answer

The interviewees were further asked to explain what they could imagine such a sensor would look like and which requirements the sensor should fulfil. A multitude of answers was provided by the respondents as illustrated in table 2.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
not visible	not visible, concealed, hidden	20	61%
small	small	18	55%
light	light	9	27%
specific user interface	sensor has display, button or specific computer interface, e.g. USB cable	7	21%
no additional hardware required	data can be accessed through existing hardware, no additional hardware required	5	15%
not manipulable	not manipulable, not accessible, not removable	5	15%
not disturbing	not disturbing for user	4	12%
simple	easy, not complicated, simple	4	12%
weatherproof	weatherproof, robust	4	12%
good data availability	data collected by sensor is of good quality and readily accessible	3	9%
removable	sensor can be removed from e-bike or attached to e-bike	3	9%
specific colour	sensor has specific colour, e.g. black	2	6%
specific position on e-bike	sensor has specific position on e-bike, e.g. top front	2	6%
no user action required	user does not have to do anything with sensor	2	6%
disengageable	sensor/data collection can be stopped	2	6%
long-lasting battery	sensor battery has specific performance	2	6%

Table 2: Expectations towards an e-bike sensor, n=33, multiple answers

The most common notion appeared to be that of a small, light object, which would not be visible on the bicycle. Further associations were mentioned regarding the appearance of the sensor, e.g. that it might have a specific colour, a specific user interface, such as a display or button, or a specific position on the bicycle. With respect to the data collection through the sensor, interviewees expected that the data should not be manipulable, that it would be of good quality and that the sensor could be removed or switched off. Additionally, interviewees felt that the sensor should be simple, not disturbing, not require any additional hardware or action by the user and have a long-lasting battery.

As summarized in table 3, when asked about a potential benefit, which they might have from an e-bike sensor, two thirds of the interviewees stated that they would see a benefit in gaining access to some sort of data, e.g. about the e-bike usage, technical data about the e-bike, or data about their own health while riding the e-bike, e.g. heart rate or calories burnt. Additional benefits that were mentioned included explicitly motivational effects of a sensor, the protection of an e-bike against theft through a sensor, the locating of the e-bike and benefits provided by 3rd parties, which would become accessible through the sensor, such as improved maintenance services on the basis of the e-bike data. Only five interviewees, i.e. 15% of respondents, did not see any benefit, which an e-bike sensor could generate.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
access to data in general	gaining access to data, e.g. usage data, technical data, health data	25	76%
motivation	motivation, competition, incentive	5	15%
theft protection	protect e-bike against theft, locate e-bike in case of theft	3	9%
locating of e-bike	locate e-bike when not stolen, e.g. locate children's bikes	2	6%
benefit through 3rd party	integrate 3rd party data, e.g. from heart rate monitor or maintenance service	2	6%
no benefit	sensor does not generate benefit	5	15%

Table 3: Perceived benefit of e-bike sensor, n=33, multiple answers

4.2 Interest in own e-bike-related data

It becomes evident from table 3, that one of the main benefits of an e-bike sensor from the perspective of a user would be to gain access to e-bike-related data. During the interviews, we investigated which data about the e-bikes or their trips with the e-bikes, the interviewees might be interested in seeing, and where they would like to see it.

The most frequently mentioned type of information respondents were interested in seeing addressed data associated with the movement of a vehicle, i.e. information around distance, usage and speed. Less frequently mentioned but certainly interesting answers were more specific to the usage of electric bicycles as opposed to traditional bicycles. Interviewees for instance expressed their interest to know how much of the total effort it took to move the e-bike and the e-bike user was effectively achieved by the physical effort of the e-bike user and how much could be attributed to the support by the electric power train. Various further answers were provided as shown in table 4.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
distance	distance completed on e-bike incl. average distance, distance per week,…	19	66%
usage	e-bike usage, incl. frequency of usage, time of usage, duration of usage, etc.	13	45%
speed	speed, incl. average speed	12	41%
altitude	altitude, incl. Inclination	9	31%
route	location of where e-bike was used	6	21%
kcal	calories burned during e-bike usage	6	21%
extent of motor assistance	total effort for moving e-bike broken down to motor assistance vs. physical human effort	5	17%
technical data	technical data about e-bike incl. battery information	5	17%
comparison e-bike vs. bike	comparison of data generated on e-bike vs. on regular bike	3	10%
health info	pulse, heart rate, weight, etc.	2	7%
competition	competition, game, comparison with others	2	7%
exogenous data	3rd party data, not directly generated by e-bike e.g. public transport data	1	3%
general supplementary data	additional data, e.g. about type of e-bike, user reviews, etc.	1	3%

Table 4: Type of e-bike-related information interviewees are interested in, n=29, multiple answers

When asked on which device the respondents would like to view the data mentioned in table 4, three standard answers emerged during the interviews as listed in table 5. The smartphone was the most frequently mentioned device, followed by a computer or laptop and a specific display on the e-bike itself. Other, less frequently mentioned responses included e.g. via e-mail or as pdf document, which would thus also be viewed either on a smartphone or on a computer or laptop.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
smartphone	smartphone, mobile phone, iPhone	21	72%
computer	computer, PC, laptop	16	55%
device on e-bike	device on e-bike, e.g. tachometer, bike computer	9	31%
other	e-mail, pdf document, Nike Fuelband, etc.	5	17%

Table 5: Devices on which interviewees would like to view information, n=29, multiple answers

4.3 Interest in comparison of e-bike-related data

The collection of data about one person's e-bike trips allows for the review of individual trips as well as analyses of developments and trends over time. While this is certainly interesting and may have a motivating effect on the user, a further source of insightful information becomes accessible when one person's data is compared to that of others. Some respondents spontaneously addressed this topic already when asked which e-bike-related data they would be generally interested in seeing, as pointed out in table 4. When we asked interviewees specifically whether they would be interested in comparing their own e-bike data with that of others, approximately 60% of respondents voiced their

curiosity in a data comparison, e.g. saying that it would be exciting or funny, while about 40% of respondents had no interest in comparing their data or were still undecided, as shown in table 6.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
yes	yes, definitely	17	52%
yes, conditionally	interesting but not so important, or only interesting under certain circumstances, e.g. comparison within same age group	2	6%
undecided	undecided, not sure yet whether interesting	2	6%
no	not interested in comparing	12	36%

Table 6: Interest of interviewees in comparing own e-bike data with others, n=33, single answer

On the topic of whom interviewees would like to compare themselves with, two thirds of respondents stated that the reference would have to be someone, who would be comparable to themselves, e.g. somebody within the same age group, with a comparable route or the same type of e-bike, as detailed in table 7. Slightly over one third of interviewees mentioned that they would like to compare themselves with somebody they knew, e.g. a family member, friends or colleagues at work.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
comparable person	comparable person, e.g. with comparable way to work, same age group, same e-bike	13	65%
known person	known person, e.g. family, friends, colleagues at work	7	35%
top e-biker	professional biker, strong biker, person with whom to compare would be challenging	2	10%
self	self, comparison with historic values	1	5%

Table 7: Reference groups interviewees would compare themselves with, n=20, multiple answers

4.4 Assessment of data sensitivity of e-bike-related data

In order to provide e-bike users with information about their trips and comparisons of their usage with that of others, data would have to be collected and analysed to provide meaningful information. Since this analysis would most probably require the expertise of a third party, the sensitivity and protection of the data becomes a relevant topic.

We therefore asked interviewees whether they would consider data about the geoposition of the e-bike, distance, barometric pressure, altitude, speed, and service information as collected by an e-bike sensor, as sensitive information. We found that almost 40% of respondents did not consider the data to be sensitive, for 42% only the geoposition was sensitive information, while 18% thought that the data was sensitive or sensitive under certain conditions, e.g. when combined with personal information, as shown in table 8.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
yes	yes, sensitive data	3	9%
yes, conditionally	only some data is sensitive or data is sensitive only under certain conditions	3	9%
no, only location	only location data is sensitive	14	42%
no	no, data is not sensitive	13	39%

Table 8: Assessment of e-bike-related data sensitivity, n=33, single answer

Similar results were obtained when interviewees were asked whether they could imagine sharing their e-bike data with 3rd parties. Only 12% of interviewees said that they would not share their data or part of their data, while almost one fourth of respondents had no problem sharing their data even unconditionally, as highlighted in table 9.

Category	Description	Citations (#)	Percentage of respondents
yes, unconditionally	yes, would have no problem to share data in general	8	24%
yes, if trustworthy addressee	would share data only with trustworthy addressees, e.g. physician, friends, research institutions, service providers where no commercials	10	30%
yes, if personal benefit	would share data if personal benefit from sharing, e.g. cheaper insurance, access to data analytics tool	9	27%
yes, if individual approval	would share data if decision could be taken case by case	6	18%
yes, if anonymous	would share anonymous data	6	18%
no	no, would not share data	3	9%
no, not location	would not share location data	1	3%

Table 9: Willingness to share e-bike data with 3rd parties, n=33, multiple answers

5 Discussion

Following the detailed insights into the results of our interviews, we shall now discuss which implications may be drawn from the results for each of the three research questions we set out with. We will also propose a potential segmentation of bicycle sensor customers based on our overall impressions from the interviews, and finally outline the limitations of our study.

5.1 User reactions and expectations towards an e-bike sensor

With regard to our first research question, "What reactions and expectations do users have towards an e-bike sensor?" we found that first, the idea of an e-bike sensor was well received by the interviewees. 64% of respondents showed interest in such a sensor, either for themselves or for others, while a further 30% of interviewees were indifferent towards the sensor and only 6% of participants reacted negatively. Second, the sensor should be invisible. 61% of interviewees wanted the sensor to be hidden, 55% expressed that it should be small, and 27% thought it should be light. Third, the sensor is perceived as a source of interesting data, as mentioned by 76% of interviewees.

While the respondents' requirements towards the sensor appear straight forward, we would not have expected such a positive reaction towards the idea of an e-bike sensor, with only 6% or respondent voicing explicitly negative associations. In light of the on-going public privacy discussions, we would have projected a more critical perception of a device, which tracks location data. The high number of interviewees, who see a benefit in the access to data about their e-bike or their usage of the e-bike, similarly exceeds our expectations. The perceived value of the data apparently outweighs potential risks of data misuse.

5.2 User interest in bicycle-related data

Regarding our second research question, "What bicycle-related data are e-bike users interested in seeing?" we established that first, interviewees expressed a high interest in their own travel-related data with travel distance (66%), bike usage (45%) and speed (41%) being the most important information. Second, we found that smartphones and desktop computers were considered the most important interfaces for reviewing bike-related information. 72% of respondents indicated that they would like to review their data on a smartphone, making it the most popular device. Desktop computers (55%) were also still very relevant, while special devices on the e-bike itself (31%) appeared less important. Third, a majority of interviewees (58%) expressed an interest in comparing their own data with that of others, where others were typically considered to be comparable (65%) or known persons (35%).

The interest of interviewees in their own travel-related data did not come as a surprise to us, as this is in line with what existing consumer products are providing today. However, we would not have expected that desktop computers should turn out such a popular device for the reviewing of e-bike-related data, especially compared to the less frequently mentioned bicycle computers. Similarly, the interest of respondents in comparing and sharing their data with others was higher than we would have thought, again in view of the publicly on-going privacy discussion and also the relatively diverse group of interviewees across genders and age groups.

5.3 User evaluation of e-bike-related data sensitivity

With respect to our third research question, "How do users evaluate the sensitivity of e-bike-related information?" our findings confirm that first, location data is still considered sensitive data. 42% of respondents indicated specifically that this type of data was sensitive. Second, on the other hand a very large proportion of interviewees (39%) did not see any data sensitivity issues with data about e-bikes or e-bike usage. And third, we found a high willingness of respondents to share their data with third parties. 24% of participants indicated they would share their data unconditionally, while 30% would share with trustworthy recipients and 27% if they enjoyed a personal benefit from sharing.

The finding that location data was considered sensitive is in line with on-going public discussions, which have already revealed the sensitivity of people to share very personal data. On the other hand, it was astonishing for us to discover that an almost equally large proportion of interviewees did not consider any of the e-bike related data to be sensitive. We imagine that people might have grown used to sharing their data including locations since many smartphone applications capture this sort of information nowadays. It was further surprising to find that nearly 90% of respondents explained that they would share their data with third parties, either conditionally or unconditionally. Obviously, the value people see in leveraging their data exceeds associated risks.

5.4 Potential segmentation of bicycle sensor customers

While the analysis of chapter 4 focuses on individual aspects of e-bike sensor usage, market segmentation is about identifying customers with similar needs across individual aspects. Several rigorous techniques exist to identify market segments. Due to the exploratory nature of our work, we do not apply statistical techniques for segmentation. However, based on the results of our interviews and impressions we collected during the interview process, we would like to put forward a first suggestion as to what customer segments might be identifiable with regard to bicycle sensors. We suggest five groups into which potential bicycle sensor customers may be segmented: rational advocates, health profiteers, fitness enthusiasts, technology admirers and non-users.

Excluding the non-users, who do not perceive any value in a sensor, are not interested in seeing their own nor others' data and would not be willing to share their data, four segments of potential users remain. We propose a group of rational advocates, who are generally attracted by an e-bike sensor and considers it potentially useful. They are interested primarily in their own e-bike-related usage data, e.g. distance, speed, frequency of usage, and some of them might be interested in comparing their own data with that of others, e.g. friends or colleagues at work. They would also be willing to share their data with trustworthy recipients or if they enjoyed a personal benefit from it. Second, we see a group of health profiteers, who also perceive the sensor as a useful device and are on top of their own general usage information particularly interested in health-related data, as they might e.g. want to lose some weight. This group would not necessarily want to compare their health data with others, but might be interested in other comparisons. They might share their data especially with trustworthy recipients, such as their physicians. Third, the segment of fitness enthusiasts perceive an e-bike sensor as useful, especially to collect fitness-related data. They would like to review training statistics and their own performance progress and are eager to compare themselves to others and participate in competitions. For this purpose, they would be happy to share their own data with others. Finally, we propose that a group of technology admirers sees a value in an e-bike sensor especially for gaining access to more technical data about the e-bike. They would like to understand how individual e-bike components behave over time and under specific conditions, e.g. how the battery capacity develops over time and what impact the weather might have on the performance of the battery. This group might be interested in comparing their data and would probably share their own data with trustworthy recipients or for a personal benefit, e.g. to help an e-bike manufacturer improve the product.

We have not specifically investigated the potential size of each of these segments, but based on our impressions from the interviews, we would expect roughly 50% of users to be rational advocates, 20-30% health profiteers, 15-25% fitness enthusiasts and 5-15% technology admirers.

5.5 Limitations

There are of course limitations to our study. First of all, we interviewed the participants of an e-bike field study, who had volunteered to participate in this study and received an e-bike from us in the context of the study, which they could use free of charge. Therefore, responses might have been overly positive. On the other hand, we feel that the interviewees' interest in the usage of e-bikes must not necessarily have any influence on their assessments of an e-bike sensor. Also, the interviewees had already received confirmation of their participation in the field study so that this should not have biased their responses. The findings might additionally be influenced by the fact that all interviews were conducted in Switzerland and with employees of an insurance company. Results may therefore be over- or understated compared to what employees in other sectors or countries might say. Finally, this study is focused on users of electric bicycles. While a generalization of our insights to regular

bicycles and their users might be fruitful, it may also be restricted, e.g. because of different user group characteristics.

6 Conclusions and outlook

Currently, different alternatives of how e-bike-related data could be measured and displayed are feasible, each with its own benefits and drawbacks. Mobile sensors, which are permanently attached to the e-bike, certainly constitute an interesting alternative, as they enable the offering of services, which cannot be realized on the basis of removable sensors. The user acceptance of such devices appears promising.

Interest of users in e-bike data seems high, even across gender and age groups. Such e-bike-related information may ultimately be useful for motivating people to increase their level of physical exercise and change behaviour. In this context, it is important to understand that different types of information appeal to people. The four user segments outlined based on the results of this study, which reflect upon the varying degrees of interest users may show in general bike usage information, health, fitness and technical data, may provide a starting point for the development of services in this area.

Future research should certainly investigate specific use cases for e-bike sensors in more detail as well as explore the most effective form of analysis and display of data to support and motivate users. Provided the apparently high willingness of users to share their data, use cases including third parties should also be considered. Finally, users' willingness to pay for specific use cases and bicycle-related data is certainly a topic to be investigated further in order to evaluate the sustainability of such an approach.

7 Bibliography

[1] Bonnington, C (2013): BikeSpike Keeps Track of Your Bike When You Can't. Wired. Retrieved 13 September 2013 from http://www.wired.com/ playbook/2013/03/bikespike-gps-tracker/

[2] Bryman, A (2012): Social research methods. Oxford University Press, New York.

[3] Dill, J (2009): Bicycling for transportation and health: the role of infrastructure. Journal of Public Health Policy 30 Suppl. 1:95-110.

[4] FoxNews (2013): MIT-designed snap-in wheel turns any bicycle into a hybrid. Retrieved 9 December 2013 from http://www.foxnews.com/tech/2013/12/03/mit-designed-snap-in-wheel-turns-any-bicycle-into-hybrid/

[5] Van Hooff, N (2013): Performance assessment and feedback of fitness exercises using smartphone sensors. Master's thesis, University of Groningen. Retrieved 13 September 2013 from http://www.ai.rug.nl/~mwiering/ Thesis_nino_van_hooff.pdf

[6] Hood, J; Sall, E; Charlton, B (2011): A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California. Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research 3(1):63-75.

[7] Kawachi, Y; Tabata, Y; Kaneda S (2013): Proposal of the Driving Environment Information Sharing System using the Probe Bicycle. *Proceedings of the IEEE 2nd Global Conference on Consumer Electronics*. Tokyo, Japan.

[8] Kranz, M; Möller, A, Hammerla, N.; Diewald, S; Plötz, T; Olivier, P; Roalter, L (2013): The mobile fitness coach: Towards individualized skill assessment using personalized mobile devices. Pervasive and Mobile Computing 9(2):203-215.

[9] Krippendorff, K (2013): Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. 3rd edition. Sage, Thousand Oaks.

[10] Lehrer, C; Constantiou, I; Hess, T (2011): A cognitive process analysis of individuals‘ use of location-based services. *Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems*. Helsinki, Finland.

[11] Lindsey, G; Hankey, S; Wang, X; Gorjestani, A; Chen, J (2013): Feasibility of Using GPS to Track Bicycle Lane Positioning. Technical report CTS 13-16. Intelligent Transportation Systems Institute, Center for Transportation Studies, University of Minnesota.

[12] Mayring, P (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. 11th edition. Beltz, Weinheim.

[13] Outram, C; Ratti, C; Biderman, A (2010): The Copenhagen Wheel: An innovative electric bicycle system that harnesses the power of real-time information and crowd sourcing. *Proceedings of the International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies*. Monaco, Monaco.

[14] Robert Bosch GmbH (2013): Nyon Performance: the first all-in-one ebike computer. Retrieved 12 September 2013 from http://www.bosch-ebike.de/en/produkte_neu/nyon/nyon__portal_und_apps.php

[15] Shin, H-Y, Un, F-L, Huang, K-W (2013): A sensor-based tracking system for cyclist group. *Proceedings of the Seventh International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems*. Taichung, Taiwan.

[16] Zweirad-Industrie-Verband (2013): Informationen des ZIV zum 1. Halbjahr 2013. Press release, 27 August 2013. Retrieved 12 September 2013 from http://www.ziv-zweirad.de/pressemitteilung-der-fahrradmarkt-im-ersten-halbjahr-2013.html

Teilkonferenz: Modellierung und Management sicherer Geschäftsprozesse

Mehr als 70% aller betriebswirtschaftlichen Geschäftsprozesse in der EU werden in IT-gestützten Managementsystemen (BPM) abgebildet und umgesetzt. Dies ermöglicht zwar im Prinzip die flexible Anpassung von Prozessen an Änderungen (Alignment), was einen wesentlichen Wettbewerbsvorteil darstellt. Jedoch ist dies mit technischen und wirtschaftlichen Risiken und Gefahren verbunden, da dabei leicht gegen interne (Governance) und externe Regeln (Compliance) verstoßen werden kann. Das Fehlen von Sicherheitszertifikaten ist damit eines der größten Hemmnisse für BPM und der Automatisierung von Geschäftsprozessen, ebenso wie für den Einsatz von Dienstmodi des Cloud-Computing.

Mit sechs Fachbeiträgen bietet diese Teilkonferenz einen Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung im Bereich der Modellierung und des Managements sicherer Geschäftsprozesse. Verstanden als Forum für den Austausch von Wissenschaftler/innen und Praktiker/innen mit Interessen an einem wachsenden Gebiet im Umfeld des sicheren Geschäftsprozessmanagements, umfasst die Teilkonferenz Beiträge, die thematisch sowohl die Grundlagen in diesem Bereich, Fallstudien, Best Practices und Werkzeuge vorstellen, als auch die dabei anstehenden Herausforderungen eruieren.

Die Organisatoren der Teilkonferenz bedanken sich herzlich beim MKWI-Team für die professionelle Organisation der Tagung, ebenso wie bei dem Programmkomitee für den reibungslosen Ablauf des Begutachtungsprozesses.

Dezember 2013

Günter Müller, Torsten Eymann, Frank Böhr

(Teilkonferenzleitung)

Understanding IT risk management design in large organizations (Abstract Only)

Simon Ecker

Technische Universität München, 85748 Garching,
E-Mail: simon.ecker@tum.de

Manuel Wiesche

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (i17), 85748 Garching,
E-Mail: wiesche@in.tum.de

Michael Schermann

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (i17), 85748 Garching,
E-Mail: michael.schermann@in.tum.de

Peter Zoller

IT risk management, 82319 Starnberg,
E-Mail: zoller@t-online.de

Helmut Krcmar

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (i17), 85748 Garching,
E-Mail: krcmar@in.tum.de

Abstract

Although managing information technology (IT) is widely regarded as a critical responsibility, organizations are often challenged when designing IT risk management (IT-RM). Literature so far provides inconsistent guidance by suggesting empowering and compliance-based solutions. The purpose of this paper was to investigate how to design successful IT-RM in large organizations. In particular, we concentrated on complications in the design of IT-RM strategies for the organizational level of instantiation and the potential of combining enabling services with coercive control mechanisms. We used a qualitative research approach by conducting expert interviews in one sample organization. Our results indicate that only a combination of coercive and enabling process components and a strong intertwining of all corporate organizational layers with central risk management will sustainably support the objectives of IT-RM.

Ein Vorgehensmodell zur Durchführung einer prozessorientierten Sicherheitsanalyse

Daniela Simić-Draws

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik, 56070 Koblenz, E-Mail: dsimic@uni-koblenz.de

Research in Progress Paper

Abstract

Die Evaluierung von IT-Sicherheit geschieht in der Regel entweder sehr umfassend, indem direkt ein ganzer organisatorischer Verbund betrachtet wird oder sehr fokussiert auf ein konkretes IT-Produkt bzw. einen Teil davon. Eine IT-Sicherheitsanalyse, welche den Untersuchungsgegenstand auf einen Bereich eingrenzt, der zwischen diesen beiden extrem auseinander liegenden Welten liegt, soll in dieser Arbeit vorgeschlagen werden. Das entwickelte Vorgehensmodell fokussiert dabei den im Prozess beteiligten Anwender als neuralgischen Punkt: Es beteiligen sich viele unterschiedliche Menschen an einen Prozess, um eine (Kunden-) Anforderung zu erfüllen. Dabei ist jedoch immer die Gefahr gegeben, dass Interessenskonflikte zwischen den verschiedenen Parteien entstehen. Beispielsweise besteht ein solcher Interessenskonflikt zwischen einem Kunden, der im Rahmen eines eCommerce-Prozesses eine hochpreisige Ware erwirbt und einem Angreifer, der Schwächen im Prozess auszunutzen versucht, um unberechtigt an diese Ware zu gelangen. Angreifer können sowohl direkt im Prozess involviert sein als auch von außerhalb Schwachstellen auszunutzen versuchen. Das Vorgehensmodell ermöglicht eine entsprechende Sicherheitsanalyse, indem ein Prozess zunächst zerlegt und dessen einzelne Bestandteile – also auch die beteiligten Menschen – untersucht werden. Anschließend werden die analysierten und bewerteten Aktivitäten wieder zu einem Prozess zusammengesetzt und die einzelnen Ergebnisse der Sicherheitsanalyse in ihrem Zusammenspiel betrachtet.

1 Ausgangspunkt und Motivation

Der Begriff der IT-Sicherheit kann als eine Systemeigenschaft definiert werden, die wie folgt gekennzeichnet ist: Die als bedeutsam angesehenen Bedrohungen richten sich gegen schützenswerte Güter und müssen durch besondere Maßnahmen soweit ausgeschlossen sein, dass das verbleibende Restrisiko akzeptiert wird [9]. Während sich der Begriff der IT-Sicherheit auf die Einhaltung sicherer Zustände von IT-Systemen bezieht, wird im Rahmen der IT-Sicherheitsanalyse ein Vorgehensmodell zur Bewertung und Optimierung der Sicherheit eines IT-Systems beschrieben [22].

Abhängig davon, ob sich eine IT-Sicherheitsanalyse auf ein konkretes IT-System bzw. einen Teil davon bezieht oder zusätzlich die einsetzende Umgebung mit in die Betrachtung einbezogen werden soll, können Vorgehensmodelle mit unterschiedlichem Fokus [4, 5, 23] verwendet werden. Eine Sicherheitsanalyse kann sich dabei z. B. auf ein spezifisches IT-Produkt beziehen oder direkt eine ganze Organisation umfassen. Den etablierten Analyseverfahren fehlt jedoch die explizite Berücksichtigung weiterer Faktoren, die für eine Sicherheitsbetrachtung essentiell sind: Beispielsweise Interessenskonflikte zwischen Menschen, die im Kontext einer oder mehrerer Organisationen sowohl mit IT-Systemen als auch untereinander interagieren. Die Sicherheitsanalyse von IT-Systemen in deren Anwendungskontexten – also Geschäftsprozessen, unter Einbezug der Anwender, genutzten Ressourcen, produzierten Artefakten etc. – ist in den bestehenden Verfahren ebenfalls nicht vorgesehen. Es ist also ohne weiteres möglich, z. B. die von einem Prozess bearbeiteten Datenobjekte abzusichern. Problematisch wird es jedoch, wenn der gesamte Prozess untersucht und vor Missbrauch geschützt werden soll [7, 16]. Die genannten Lücken sollen mit Hilfe einer auf Geschäftsprozessen basierenden IT-Sicherheitsanalyse geschlossen werden, die in dem vorliegenden Paper vorgestellt und zur Diskussion gestellt werden soll.

2 Die unterschiedlichen Sichten auf die IT-Sicherheit

Die bekannten Vorgehensmodelle zur Durchführung einer IT-Sicherheitsanalyse können in drei unterschiedlichen Perspektiven unterteilt werden: Eine umfassende Untersuchung liefert die **organisatorische Sichtweise**, da sie die in der Organisation verwendeten IT-Systeme und deren Infrastruktur, die beteiligten Mitarbeiter etc. mit in die Betrachtung einbezieht. Zur Evaluierung einer organisationsbezogenen IT-Sicherheit empfiehlt sich beispielsweise das Vorgehen gemäß IT-Grundschutz (ITGS) [5]. Im direkten Gegensatz dazu steht die **produktorientierte Sichtweise.** Sie fokussiert ein konkretes IT-Produkt und ermöglicht dessen vollständige oder auch teilweise Evaluierung. Eine international anerkannte und etablierte Methode zur Bewertung von IT-Produkten ist das Vorgehen gemäß Common Criteria (CC) [4]. Zuletzt ist noch die **rechtliche Sichtweise** zu berücksichtigen: Für Unternehmen existieren eine Reihe gesetzlicher Vorschriften, die im Zusammenhang mit der IT-Sicherheit stehen und das allgemeine Risikomanagement eines Unternehmens unterstützen [23]. Eine stufenweise Ableitung dieser rechtlichen Vorschriften hin zu konkreten technischen Implementierungsvorschlägen bietet die KORA-Methode [10].

Im Gegensatz zu CC und ITGS bietet KORA ein methodisches Vorgehen. CC sowie ITGS hingegen liefern Sprachmodelle zum Ausdruck von Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen, sowie Kataloge von Grundfunktionen, aber keine Methode. Eine ganzheitliche Sicht auf die IT-Sicherheit ist aufgrund der unterschiedlichen Schwerpunkte durch das Zusammenführen von CC, ITGS und KORA möglich [19]. Dabei werden die Sprachmodelle von CC und ITGS durch das prozedurale Vorgehen der KORA-Methode angereichert und umgekehrt. Auch wenn dieses Vorgehen eine umfassendere Betrachtung von Informationssicherheit ermöglicht, existieren noch Lücken: Zum aktuellen Zeitpunkt

existiert keine standardisierte Methodik, die als Grundlage zur Entwicklung von CC-Schutzprofilen [4] dient. Beispielsweise liegen die Definition der zu schützenden Werte sowie die Abgrenzung des zu betrachtenden IT-Systems und der organisatorischen Komponenten im Ermessen des Schutzprofil-Autors. KORA und ITGS können zwar mit ihren jeweiligen Stärken in den Prozess der Schutzprofilerstellung integriert werden, es fehlt jedoch nach wie vor der Bezug zur Realität, indem ein IT-System dynamisch im konkreten Anwendungskontext und unter Berücksichtigung der Anwender bzw. deren Interessen untersucht wird. Diesem Anspruch können die zuvor dargestellten Sichtweisen aufgrund ihres Fokus nur unzureichend gerecht werden.

In Bezug auf rechtliche Probleme der Realität unterstützt die Zusammenführung nach [19] lediglich eine Teillösung seitens KORA. Daher wird durch das vorgeschlagene prozessorientierte Vorgehensmodell eine Erweiterung von [19] vorgenommen.

3 Ein Vorgehensmodell zur prozessorientierten IT-Sicherheitsanalyse

Die vorgeschlagene **prozessorientierte Sichtweise** fokussiert sich auf die Geschäftsprozesse einer oder mehrerer Organisationen und vereint somit Teilmengen der organisatorischen Sicht mit der produktorientierten Sicht. Da mit Hilfe der Geschäftsprozessmodellierung im Zusammenhang stehende Aktivitäten realitätsnah abgebildet werden, stellt die prozessorientierte Sichtweise somit die Brücke zwischen der dynamisch stattfindenden Realität und dem abstrakten IT-System dar [17]: Die Realität bestimmt den Anwendungskontext mit den beteiligten Menschen, Ressourcen, Konflikten, organisatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie Kommunikations- und Arbeitsabläufe. Das statische IT-System hingegen wird mit seinen architektonischen Komponenten wie Protokolle, Daten, Module oder Schnittstellen beschrieben. Für die systemrelevanten Komponenten stellen die Common Criteria und das Grundschutzhandbuch das entsprechende Anforderungsvokabular zur Verfügung.

Das Vorgehensmodell zielt auf eine Methode, Abläufe innerhalb von und zwischen IT-Systemen (Protokolle, Daten, Informationsflüsse) und insbesondere den beteiligten Anwendern (Kommunikation, Werteaustausch, Informationsflüsse) realitätsnah abzubilden, zu untersuchen und abzusichern. Die Abbildung der Realität sowie gegebenenfalls auftretende rückkoppelnde Effekte sind Gegenstand der Untersuchung. Anhand des Bottom-Up-Ansatzes [18] wird der Ist-Zustand eines Geschäftsprozesses erfasst und davon ausgehend die Sicherheitsanalyse vorgenommen. Die Ergebnisse der Sicherheitsanalyse führen zu der Implementierung von Maßnahmen, welche zu einem sicherheitsoptimierten Geschäftsprozess führen. Als Beispiele für potenziell zu untersuchende Prozesse können das Durchführen von Internetwahlen, Homebanking-Transaktionen oder Prozesse im Bereich des eCommerce genannt werden.

3.1 Vorstellung des Vorgehensmodells am Beispiel Wahlen

Das Vorgehensmodell (Abb. 1) beginnt zunächst mit einer Festlegung der Problemstellung (Schritt 1). Diese erfolgt informell und sollte sich auf einen konkreten Geschäftsprozess beziehen und kann z. B. für Interessenskonflikte oder einzelne Sicherheitsaspekte konkretisiert werden. Eine mögliche Problemstellung könnte lauten: „An welchen Stellen kann die Durchführung der Kommunalwahl 2014 in Koblenz[1] durch die beteiligten Personen gefährdet sein?“ Aus dieser Problemstellung können anschließend die verwendeten IT-Systeme (hier: Auszählungs-Software, USB-Sticks, Desktop-PCs,

[1] Eine umfassende Evaluierung der prozessorientierten Sicherheitsanalyse wird z .Zt. im Rahmen einer studentischen Forschungspraktikums in Partnerschaft mit der Stadt Koblenz vorgenommen.

Melderegister), die beteiligten Akteure (hier: u.a. Wähler, Wahlvorstand,…), mögliche Use-Cases (hier: Wahl vorbereiten, Stimme abgeben, Wahlergebnis ermitteln) sowie die Menge potenzieller Interessen der Beteiligten (hier: Wahldurchführung gemäß Wahlrechtsgrundsätze, Manipulation der Wahl,) abgeleitet werden. Die ermittelten Informationen werden anschließend in einem Use-Case-Diagramm (Schritt 2) zusammengefasst und strukturiert. Die Rückkopplung zu dem ersten Schritt („Problemstellung festlegen“) dient der informellen Überprüfung dessen, ob die Problemstellung vollständig und plausibel erfasst worden ist. Anschließend wird das Verhalten jedes Use-Case mittels einer textuellen Use-Case-Beschreibung detailliert. Zur Vereinheitlichung der Use-Case-Beschreibungen soll hierbei eine Schablone verwendet werden [6].

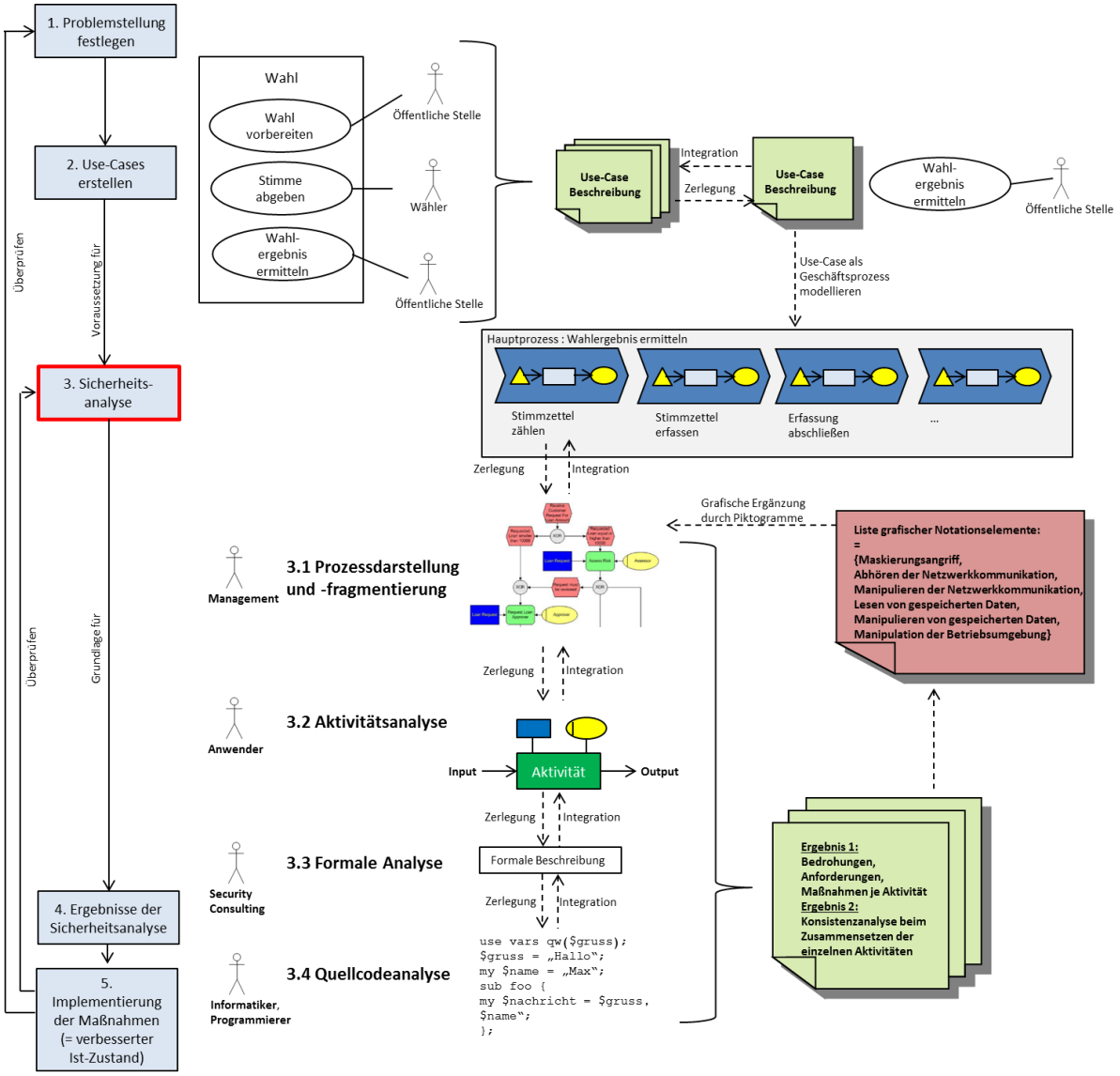


Abbildung 1: Das auf Use Cases basierende Vorgehensmodell mit Fokus auf die Sicherheitsanalyse

Der Kern des Vorgehensmodells besteht in der Durchführung der Sicherheitsanalyse auf Basis fragmentierter und wieder zusammengesetzter Geschäftsprozesse (Schritt 3). Es wird ein zu untersuchender Use-Case (hier: Wahlergebnis ermitteln) aus der Gesamtmenge der Use-Case-Beschreibungen ausgewählt. Dieser dient als Basis für den zu untersuchenden Prozess. Für ablauf- oder schrittorientierte Use-Cases eignet sich die Verwendung von UML-Aktivitätsdiagrammen [6].

Zwar können diese auch für die Modellierung einfacher Geschäftsprozesse verwendet werden, jedoch weisen sie nicht den Umfang an Darstellungsmöglichkeiten wie z. B. die EPK [10] oder BPMN [24] auf. Auf welche der beiden prozessspezifischen Notationen das zu entwickelnde Vorgehensmodell basieren wird, muss noch sorgfältig abgewogen werden. Die Wahl der Modellierungsmethode hat nach derzeitigem Ermessen jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf die nachfolgend skizzierte Prozessanalyse (Schritt 3): Der zu untersuchenden Prozess wird zerlegt und die dabei entstehenden Fragmente werden einzeln untersucht. Die Zerlegung von Prozessen ist notwendig, da deren hohes Abstraktionsniveau eine fundierte Analyse nicht ermöglicht; z.B. sind die tatsächlich implementierten Sicherheitsanforderungen dort noch nicht sichtbar. Daher wird das Prozessmodell soweit untergliedert, bis dass die einzelnen durchzuführenden Arbeitsschritte (Aktivitäten) ersichtlich werden. Da die Tiefe der Gliederung vom betrachteten Prozess selbst abhängt, ist die Bezeichnung der Prozessebenen nach [2] gegliedert: Für die oberste Ebene – d.h. der Prozess, der sich direkt aus einem Use Case ableitet – wird der Begriff „Hauptprozess“ (hier: Wahlergebnis ermitteln) verwendet. Auf der untersten Prozessebene wird der Begriff „Aktivität“ festgelegt, welcher die durchzuführende Aufgabe spezifiziert. Dazwischen können unterschiedliche viele Zwischenebenen eingeführt werden, die als „Teilprozess n.ter Ordnung“ bezeichnet sind. Eine Aktivität, die sich aus der Fragmentierung des Hauptprozesses „Wahlergebnis ermitteln“ ergibt und beispielhaft untersucht werden soll, ist die elektronische Erfassung der Stimmzettel.

Die Ebene der Prozessdarstellung und –fragmentierung (Schritt 3.1) wird verlassen, sobald alle Aktivitäten des zu untersuchenden Prozesses vorliegen. Jede einzelne Aktivität wird zunächst unter Berücksichtigung der angebundenen Prozessbausteine (z. B. Rollen, Systeme…) beschrieben (Schritt 3.2). Da auf dieser Ebene die an einer Aktivität beteiligten menschlichen Akteure ersichtlich werden, können hier deren gut- und böswilligen Interessen und die daraus resultierenden Konflikte ermittelt werden. Beispielsweise können für die Aktivität „Stimmzettel elektronisch erfassen“ zunächst der Input (Papier-Stimmzettel), Output (Wahlergebnis je Stimmbezirk, Prüfziffer der Wahl-Software), beteiligte Rollen (Wahlvorstand) und verwendete IT-Systeme (Auszählungs-Software, USB-Stick, Stand-Alone-PCs) identifiziert werden. Die Evaluierung der Auszählungs-Software kann mit Hilfe der Common Criteria geschehen und muss nicht weiter betrachtet werden. KORA kann darüber hinaus den Nachweis erbringen, dass die im Grundgesetz festgelegten Wahlrechtsgrundsätze durch adäquate Implementierung in der betrachteten Software durchgesetzt werden. Die Bedrohungsanalyse erhält einen neuen Blickwinkel, sobald die Interessen der Beteiligten (Wahlvorstand) im Zusammenhang mit dem eigentlichen Prozess betrachtet werden: Im besten Falle unterstützt der Wahlvorstand die Wahl gesetzeskonform. Im schlechten Falle hingegen besteht das Interesse des Wahlvorstands darin, mit den ihm gegebenen Möglichkeiten, die Wahl zu manipulieren. Bei der elektronischen Erfassung der Stimmen werden die Papierstimmzettel manuell in den Rechner übertragen. Würde diese Aktivität von einer Person bearbeitet werden, dann wäre eine Manipulation sehr leicht möglich. Die Integrität einer Stimme würde somit also verletzt. Der Einsatz des Mehr-Augen-Prinzips wäre an dieser Stelle eine Maßnahme, diese Gefahr zu reduzieren[2].

Die informelle Komponente dieser Analyse hat den Vorteil, dass beim Anwender ein Bewusstsein für neuralgische Punkte geschaffen werden kann, die sich direkt auf dessen Tätigkeitsbereich beziehen. Die ermittelten Bedrohungen und Sicherheitsziele können – da bei der exemplarisch betrachteten Aktivität ein IT-System beteiligt ist – zusätzlich direkt in ein Common Criteria Schutzprofil

[2] Tatsächlich sind an der elektronischen Erfassung der Stimmzettel vier Mitglieder des Wahlvorstandes je Stimmbezirk beteiligt.

übernommen werden. Damit ist auch der Ausgangspunkt für die nachfolgende Ebene der Analyse gegeben.

Die formale Analyse (Schritt 3.3) ist insbesondere für IT-Sicherheitsberater oder Zertifizierungsstellen von Interesse: Hier werden die Aktionen des IT-Systems im Rahmen der Aktivität formal beschrieben und untersucht, ob bestimmte Ereignisse das betrachtete Fragment in einen sicheren Systemzustand überführen. Die formale Betrachtung ist beispielsweise von den Common Criteria gefordert, wenn das betrachtete System mit einer hohen Vertrauenswürdigkeitsstufe evaluiert werden soll [4]. Die tiefste Ebene wird schließlich mit der Quellcodeanalyse erreicht, da hier beispielsweise die konkret implementierten Verschlüsselungsverfahren für das an einer Aktivität beteiligte IT-System ermittelt werden können. Die Betrachtung des Quellcodes ist im Rahmen der Evaluierung nach Common Criteria ebenfalls erforderlich und bezieht z. B. Software-Entwickler oder Kryptographen in die Analyse mit ein. Für die genannte Aktivität würde also in den letzten beiden Schritten die verwendete Auszählungs-Software mit Hilfe der Common Criteria evaluiert werden.

Das Ergebnis der vier Analyseschritte besteht in einer Auflistung spezifischer Bedrohungen (z. B. Manipulation von Stimmen), Anforderungen (hier: Integrität) und Sicherheitsmaßnahmen je Aktivität (hier: Mehr-Augen-Prinzip) gemäß [9]. Abschließend erfolgt die Umsetzung der abgeleiteten Maßnahmen (Schritt 5). Diese sollen den betrachteten Prozess zu einem verbesserten Ist-Zustand überführen. Damit dies geschehen kann, müssen die untersuchten Aktivitäten wieder zu dem ursprünglich betrachteten Hauptprozess zusammengesetzt werden. Da hier die Gefahr von Inkonsistenzen besteht, ist ein weiterer Analyseschritt notwendig: Die Sicherheitsanalyse einer für sich betrachteten Aktivität führt zu plausiblen Sicherheitsanforderungen, die in entsprechende Maßnahmen konkretisiert und implementiert werden können. Bei gemeinsamer Betrachtung mehrerer Aktivitäten hingegen kann unter Umständen festgestellt werden, dass sich die ermittelten Ergebnisse gegenseitig ausschließen. Das Zusammenspiel der ermittelten Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen muss daher vor der Implementierung ebenfalls untersucht werden. Abschließend kann das vollständige Prozessmodell mittels vorgegebener grafischer Notationselemente [12, 15, 20, 21] erweitert werden. Damit werden neuralgische Punkte auf einen Blick ersichtlich. Das annotierte Prozessmodell dient daher als Übersicht für das Management oder kann auch zur Sensibilisierung von Mitarbeitern verwendet werden. Da das vorgeschlagene Vorgehensmodell in der derzeitigen Skizze eine ständige Verbesserung der analysierten Prozesse anstrebt, kann es sowohl konstruktiv (= Auswahl von Maßnahmen) als auch analytisch (= Evaluierung) eingesetzt werden.

4 Verwandte Arbeiten

Eine Reihe von Arbeiten führt auf, wie semiformale Prozessmodellierungs-Notationen mittels grafischer Symbole ergänzt werden können. Diese Symbole beziehen sich z. B. auf eine Menge festgelegter Sicherheitsanforderungen [20, 21], die Klassifizierung von Gütern [15] oder das Darstellen von Compliance-Regeln [12]. Einen Ansatz, wie diese Annotationen direkt von einem angebundenen System berücksichtigt und umgesetzt werden können, zeigt [15]. Eine methodische Sicherheitsanalyse wird hierbei jedoch nicht vorgenommen. Im Gegensatz dazu stellt [8] eine Arbeit vor, welcher der Richtung entspricht, die auch das vorgestellte Vorgehensmodell einschlägt: Basierend auf Petri-Netzen sollen Workflow-Modelle hinsichtlich Interferenzen überprüft werden. Hierbei können Sicherheitsverletzungen, die durch verdeckte Kanäle entstehen, erkannt werden. Ein Referenzmodell, welches die prozessorientierte Sichtweise mit der technischen, auf Bedrohungen

fokussierten Sicht des IT-Risk-Managements zusammenführt, zeigt [17]. Einen auf UML basierenden Ansatz zur Entwicklung sicherheitskritischer Systeme zeigen [3] und [14].

5 Erwarteter Beitrag für Wissenschaft und Praxis

Das vorgeschlagene Vorgehensmodell soll auf Basis von Geschäftsprozessen die Durchführung einer IT-Sicherheitsanalyse ermöglichen. Diese dient nicht nur der Verbesserung der Prozesssicherheit [7, 16], sondern ermöglicht darüber hinaus eine Untersuchung, die auf in der Realität stattfindenden Vorgängen basiert. Damit soll eine Analyse von IT-Produkten hinsichtlich ihrer Sicherheitseigenschaften im Kontext ihrer Anwendungsumgebung – d.h. insbesondere unter Berücksichtigung der beteiligten Menschen und deren potenziell divergierender Interessen – vorgenommen werden. Die Relevanz des Vorgehensmodells für die Wissenschaft besteht vorrangig in der Schließung bestehender Lücken existierender Methoden. Die Praxisrelevanz ist ebenfalls gegeben, da das Vorgehensmodell sowohl von fachlicher als auch operativer Ebene eines Unternehmens verwendet werden kann. Somit soll der Interpretationsspielraum der Analyseergebnisse reduziert werden, was die Fehleranfälligkeit verringert. Dies wirkt sich positiv auf die Kosten und die Laufzeit von Projekten zur Durchführung einer Sicherheitsanalyse aus. Die Möglichkeit der grafischen Prozessdarstellung können Anwender hinsichtlich IT-Sicherheitsthemen sensibilisieren. Schließlich ist es möglich, das Vorgehensmodell z. B. mittels sog. Security Performance Indicators (SPI) zu erweitern. Diese würden die Kosten für Schwachstellen im Prozess ersichtlich machen und damit den Return-on-Investment von zeitgemäßen und adäquaten IT-Sicherheitsmaßnahmen verdeutlichen.

6 Literatur

Bücher

[1] Eckert, C (2009): IT-Sicherheit: Konzepte – Verfahren – Protokolle. 6. Auflage. Oldenbourg, München.

[2] Fischermanns, G (2006): Praxishandbuch Prozessmanagement. Band 9. 6. Auflage. Ibo Schriftenreihe, Gießen.

[3] Jürjens, J (2005): Secure systems development with UML. Springer, Berlin.

[4] O. V. (2012): Common Criteria for Information Technology Security Evaluation. Part 1 – 3. Version 3.1 Revision 4.

[5] O. V. (2011): IT-Grundschutz-Kataloge, 12. Ergänzungslieferung – September 2001. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn.

[6] Rupp, C; Hahn, J; Queins, S; Jeckle, M; Zengler, B (2005): UML 2 glasklar. Praxiswissen für die UML-Modellierung und –Zertifizierung. 2. Auflage. Hanser, München.

Beiträge aus Sammelwerken

[7] Accorsi, R. (2013): Sicherheit im Prozessmanagement. In: *digma 2013.2*. Schulthess juristische Medien, Zürich, S. 72 ff.

[8] Accorsi, R. (2011): Anwenden struktureller Nicht-Interferenz zur Sicherheitsanalyse von Workflow-Modellen. In: *Proceedings Informatik 2011, LNI Band P192*.

[9] Amann, E; Atzmüller, H. (1992): IT-Sicherheit, was ist das? In: *DuD 6/92*, Vieweg, S. 286-292.

[10] Hammer, V; Pordesch, U; Roßnagel, A (1992): KORA. Eine Methode zur Konkretisierung rechtlicher Anforderungen zu technischen Gestaltungsvorschlägen für Informations- und Kommunikationssysteme. In: *Infotech 1/1993*, S. 21ff.

[11] Keller, G; Nüttgens, M; Scheer, A.-W. (1992): Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)". In: Scheer, A-W (Hrsg), *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi),* Universität des Saarlandes, Heft 89.

[12] Knuplesch, D.; Reichert, M.; Ly, L.T.; Kumar, A.; Rinderle-Ma, S. (2013): Visual Modelin of Business Process Compliance Rules with the Support of Multiple Perspectives. In: Ng, W; (Hrsg), *Conceptual Modeling, LNCS Vol. 8217*, S. 106-120.

[13] Kruchten, P (1995): Architectural Blueprints – The „4+1" View Model of Software Architecture. In: *IEEE Software, 12(6),* S. 42-50.

[14] Lodderstedt, T; Basin, D; Doser, J (2002): SecureUML: A UML-Based Modeling Language for Model-Driven Security. In: *Proceedings, Springer, LNCS Vol. 2460*, S. 426-441.

[15] Monakova, G.; Brucker, A. D.; Schaad, A. (2012): Security and Safety of Assets in Business Processes. In: *Proceedings ACM SAC*, S. 1667-1673.

[16] Müller, G.; Accorsi, R. (2013): Why are Business Processes Not Secure? In: *Number Theory and Cryptography, Springer, LNCS Vol. 8260*, S. 240-245.

[17] Sackmann, S. (2008): A Reference Model for Process-oriented IT Risk management. In: Golden, W. (Hrsg.): *Proceedings ECIS08*.

[18] Schmidt, K (2009): IT-Security-Management. In: Tiemeyer, E (Hrsg), *Handbuch IT-Management. Konzepte, Methoden, Lösungen und Arbeitshilfen für die Praxis*. Hanser, München.

[19] Simić-Draws, D.; Neumann, S.; Kahlert, A.; Richter, P; Grimm, R.; Volkamer, M.; Roßnagel, A. (2013): Holistic and Law Compatible IT Security Evaluation: Integration of Common Criteria, ISO 27001/IT-Grundschutz and KORA. In: *IJISP, Vol. 7(3),* S. 16-35.

Konferenzbeiträge (ohne Verlag)

[20] Dzhendova, G; Kalmring, D (2006): Modellierung von IT-Sicherheit. Analyse und Synthese. Horster, P (Hrsg): *DACH Security*, Düsseldorf.

[21] Rodríguez, A; Fernández-Medina, E; Piattini, M (2007): A BPMN Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes. In: *IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E90-D, No. 4*.

Nicht-publizierter Beitrag

[22] Bräunlich, K.; Grimm, R.; Kasten, A.; Meletiadou, A.; Simić-Draws, D. (2013): Referenzmodell für ein Vorgehen bei der IT-Sicherheitsanalyse. (z. Zt. im Review-Prozess)

Online-Beitrag

[23] O. V. (2009): Kompass der IT-Sicherheitsstandards. Leitfaden und Nachschlagewerk. http://www.bitkom.org/files/documents/Kompass_der_IT-Sicherheitsstandards_web.pdf Abgerufen am 20.09.2013.

[24] http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.1/ -Abgerufen am 05.12.2013.

Effizienzsteigerung von Compliance-Kontrollen in semi-automatisierten Prozessen – Prototypische Realisierung am Beispiel der Benutzer-Rezertifizierung

Thomas Schäfer, Peter Fettke, Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: *[thomas.schaefer|peter.fettke|peter.loos]*@iwi.dfki.de

Abstract

Durch stetig wachsende Komplexität von Geschäftsprozessen und eine gleichzeitig drastisch gestiegene Fülle an Regularien erhöhen sich die Anforderungen an das Compliance Management. Als Ansatz zur Effizienzsteigerung wird die Verbesserung der Compliance-Kontrollen, der elementaren Prüfprozesse innerhalb des Internen Kontrollsystems, gesehen. Die Arbeit untersucht vor diesem Hintergrund semi-automatisierte Kontrollen als Typus, bei welchem besonderes Potenzial vermutet wird. Im Speziellen wird betrachtet, inwiefern BPM hier unterstützen kann. Der Typ semi-automatisierter Kontrollen wird mittels eines vereinfachten Bezugsrahmens auf Basis zentraler Wesensmerkmale von Compliance-Kontrollen im Gesamtkontext verankert. Anschließend wird die Kontrolle „Benutzer-Rezertifizierung“ als Beispiel semi-automatisierter Kontrollen anhand einer prototypischen Umsetzung im Detail betrachtet und es werden Verbesserungspotenziale aufgezeigt.

1 Einführung

Compliance Management hat als zentraler Bestandteil von GRC-Initiativen (Governance, Risk Management und Compliance) während der vergangenen Jahre in der unternehmerischen Praxis zunehmend an Bedeutung gewonnen. Eine Vielzahl von Ereignissen in der jüngeren Vergangenheit, insbesondere im Kontext der Finanzmarktkrise, haben signifikante Schwächen innerhalb der etablierten Systeme und Instrumente zur Regulierung und Überwachung von Unternehmen offenbart. Organisationen stehen der Herausforderung gegenüber, dass Compliance Management kontinuierlich an Komplexität gewinnt und damit die Aufwendungen zur Implementierung und Pflege effektiver Interner Kontrollsysteme steigen.

In aktuellen Untersuchungen [18] wurden drei wesentliche Marktveränderungen herausgestellt, die als exogene Komplexitätstreiber zentral zur vorgenannten Entwicklung beitragen. Den ersten dieser Faktoren stellt eine generell wachsende Komplexität von Unternehmensprozessen durch Phänomene wie Globalisierung und Outsourcing dar. Gleichzeitig mit der wachsenden Komplexität von Prozessen beschleunigt sich als zweiter Faktor deren Änderungsfrequenz. Von Ammon et al. [10] zufolge ist die durchschnittliche Prozessänderungsfrequenz im Finanzdienstleistungssektor von 1985 bis 2005 von 84 Monaten auf 6 Monate gesunken. Darüber hinaus spricht auch der langfristig steigende Trend von M&A-Transaktionen [2] für die These zunehmender Prozessanpassungen. Parallel zum dargestellten Anstieg der Prozesskomplexität ist als dritter Faktor eine deutliche Zunahme des Umfangs regulatorischer Bestimmungen zu verzeichnen. Auf nationaler wie auf internationaler Ebene wurden über eine Vielzahl von Wirtschaftssektoren hinweg regulatorische Vorschriften wie MaRisk, SOx, Basel II/III, MiFID I/II, HIPAA, AIFMD oder UCITS IV etabliert und der Trend setzt sich fort.

Als ein möglicher Ansatz zur Effizienzsteigerung im Compliance-Bereich wird die Optimierung der elementaren Prüfprozesse, der sogenannten Compliance-Kontrollen, gesehen. Solche Kontrollen dienen zur Zusicherung, dass gesetzliche Vorschriften sowie interne Unternehmens-Policies im Geschäftsbetrieb nachweislich belastbar eingehalten werden. Unternehmen haben üblicherweise eine Vielzahl solcher Kontrollen in verschiedensten Ausprägungen implementiert. Die vorliegende Arbeit verfolgt vor diesem Hintergrund das Ziel zu erörtern, welchen Beitrag die Wirtschaftsinformatik – insbesondere aus dem Bereich Business Process Management heraus - leisten könnte, um dem veränderten Anforderungsprofil an Compliance Management Rechnung zu tragen und eine Verbesserung der Compliance-Kontrollen zu unterstützen. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf den Typus semi-automatisierter Kontrollen gelegt und dies anhand der prototypischen Umsetzung der Kontrolle „Benutzer-Rezertifizierung“ betrachtet.

Nachdem im einführenden Kapitel 1 Motivation und der inhaltlicher Aufbau dargelegt wurden, werden in Kapitel 2 relevante theoretische Grundlagen aus den Bereichen Compliance und Business Process Management vorgestellt sowie Interne Kontrollsysteme als ein zentrales Instrument des Compliance Management eingeführt. Anschließend soll in Kapitel 3 auf verwandte Forschungsarbeiten eingegangen werden. Aufbauend auf einer Diskussion genereller Merkmale von Compliance-Kontrollen wird anhand eines vereinfachten Bezugsrahmens eine Verortung semi-automatisierter Kontrollen vorgenommen. Daran anschließend wird in Kapitel 4 die Kontrolle „Benutzer-Rezertifizierung“ als Beispiel semi-automatisierter Kontrollen entsprechend der Methode des Prototyping [14] realisiert. Anhand des Prototyps wird als weiterer Forschungsbeitrag eine Evaluation hinsichtlich der Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung von Compliance-Kontrollen solcher Art vorgenommen. Die Arbeit schließt in Kapitel 5 mit einem Fazit sowie einem Ausblick auf weitergehendes Forschungpotenzial.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Compliance Management

Compliance wird von Sadiq und Governatori [4] verstanden als die Sicherstellung, dass definierte Prozesse und deren Ausführung im Geschäftsbetrieb im Einklang mit einer Menge von vorgeschriebenen und/oder vereinbarten Regeln und Normen ablaufen. Diese Menge kann Gesetze und regulatorische Anforderungen, organisatorische Regelwerke, interne Kodizes und Richtlinien und ethische Normen für alle Arten von Organisationen umfassen. Compliance Management bezeichnet im Allgemeinen die Sicherstellung der Compliance durch geeignete Maßnahmen. Insbesondere verfolgt Compliance Management dabei das Ziel einer effektiven und effizienten Erfüllung der Gesamtheit der im Unternehmenskontext geltenden Vorgaben. In der Regel ist die Verantwortung für diese Aufgabe in Unternehmen auf Geschäftsführungsebene angesiedelt.

2.2 Business Process Management

Einem Literatur-Review von Houy et al. [11] zufolge wird ein Business Process bzw. Geschäftsprozess definiert als chronologische Abfolge von Aktivitäten mit dem Ziel, eine Geschäftsaufgabe zu erfüllen, während derer eine Leistung erbracht wird durch Transformation von Materialien oder Information. Business Process Management (BPM) beschäftigt sich als Management-Disziplin mit der Dokumentation, Gestaltung, Implementierung, Steuerung und Verbesserung von Geschäftsprozessen, sowohl auf technischer wie auch auf organisatorischer Ebene. Dabei wird in der aktuellen Forschung zumeist eine evolutionäre Sicht proklamiert, in der auch das BPM selbst innerhalb eines Lebenszyklus-Modells als ein iterierender Prozess zur stetigen Verbesserung von Geschäftsprozessen betrieben wird [5].

2.3 Business Process Compliance (BPC)

Unter Business Process Compliance versteht man die Ausführung von Geschäftsprozessen unter Einhaltung geltender Compliance Vorgaben, also im Einklang mit den für das Unternehmen relevanten Normen und Regeln [12]. BPC repräsentiert somit eine integrierte Sichtweise auf BPM und Compliance. Eine Klassifikation von Kharbili et al. [17] unterscheidet zwischen drei generellen Validierungsmechanismen für BPC. Der „Design-time“-Ansatz fokussiert die Validierung von Prozessmodellen bezüglich eines vorgegebenen Sets an Regeln während der Modellierungsphase, um auf diese Weise Compliance-Konflikte frühzeitig zu identifizieren. Dagegen werden nach dem „Run-time“-Ansatz individuelle Prozessinstanzen zur Laufzeit inspiziert und etwa mittels Prozessmonitoring potenzielle Regelverstöße aufgedeckt. Retrospektive Compliance-Prüfung als dritter Ansatz wendet ex post Methoden zur Prozessanalyse an, um Regelverletzungen festzustellen und ggf. Korrekturprozesse einzuleiten.

2.4 Internes Kontrollsystem und Compliance-Kontrollen

Beim Internen Kontrollsystem (IKS), welches auch als Riskofrüherkennungs- und Überwachungssystem bezeichnet wird, handelt es sich um einen Teil des Systems zur Überwachung und Steuerung einer Unternehmung (siehe auch [1], S. 30ff. und [3], S.14f.). Es dient unter anderem dazu, gegenüber Kapitalgebern eine größere Transparenz bezüglich der unternehmerischen Tätigkeit zu erreichen. Als solches ist es in einer Vielzahl von Gesetzen und Regularien verankert, darunter die Grundsätze ordnungsgemäßer DV-gestützter Buchführungssysteme (IV, 1995), das Kreditwesengesetz (§25a, 1998), die Solvabilitätsverordnung (§291, 2006) sowie die Mindestanforderungen an das

Risikomanagement (AT 4.3, 2009). Das Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission hat 1992 mit dem gleichnamigen COSO-Framework [9] den international verbreitetsten Standard für den Aufbau eines IKS geschaffen. In starker Anlehnung daran wurde speziell für den Bereich IT-Governance der COBIT-Standard [7] entwickelt. Der Begriff IKS kennzeichnet nach COSO einen Prozess innerhalb von Organisationen, der darauf zielt, mit hinreichender Sicherheit eine korrekte Beurteilung der Zielerreichung hinsichtlich der Effektivität und Effizienz des Geschäftsbetriebs, der Zuverlässigkeit der Finanzberichtserstattung sowie der Einhaltung geltender Gesetzte und Normen zu ermöglichen. Insbesondere letzterer Aspekt verdeutlicht die Interdependenz von Internem Kontrollsystem und Compliance Management. Der Betrieb eines IKS ist als ein iterativer, einem Lebenszyklus-Modell folgender Prozess anzusehen. Ein IKS besteht aus einem Netz elementarer Einzelkontrollen, bezogen auf die Einhaltung von Vorschriften werden diese auch Compliance-Kontrollen genannt. Sie sind nach unterschiedlichen, teils überlappenden Kontrollzielen (Control Objectives) gegliedert. Als Beispiel für ein Kontrollziel kann die Anforderung genannt werden, dass ein Mitarbeiter in einem IT-System nur auf diejenigen Daten zugreifen darf, die er für die Erfüllung seiner Aufgaben benötigt (Zugriffskontrolle). Eine elementare Kontrolle in diesem Bereich, die einen Beitrag zur Erfüllung des Kontrollziels leistet, könnte in diesem Fall das Vorhandensein einer Benutzerverwaltung im verwendeten Anwendungssystem darstellen. Man beachte im Beispiel, der Begriff „Kontrolle“ könnte leicht als „aktive Prüfung eines Sachverhalts durch einen Verantwortlichen“ missverstanden werden, er ist im Kontext IKS jedoch weiter gefasst und schließt ausdrücklich alle Mechanismen und Maßnahmen zur Einhaltung definierter Vorgaben ein.

3 Einordnung semi-automatisierter Compliance-Kontrollen

Zum Teil kann das IKS wie im vorangegangenen Kapitel angedeutet in die Architektur und Verarbeitungsprozesse betrieblicher Informationssysteme integriert werden, was zu einer deutlichen Reduktion des mit der Durchführung einer Kontrolle verbundenen Aufwands führt. So können Anwendungssysteme das Einhalten vorgeschriebener Regularien unterstützen, indem sie beispielsweise mittels einer Benutzerverwaltung verschiedene Funktionen abgrenzen, über Workflows standardisierte Bearbeitungsprozesse vorgeben, in Form von Logdaten Prozessinstanzen dokumentieren oder Plausibilitätskontrollen automatisiert durchführen [22].

Angesichts der eingangs dargestellten Situation stetig steigender gesetzlicher und regulatorischer Anforderungen für Unternehmen ist es relevant zu untersuchen, wie die zur Einhaltung der Vorgaben notwendigen Maßnahmen, die Compliance-Kontrollen, möglichst effizient, d.h. wirtschaftlich umgesetzt werden können. Allgemein kann unter Effizienz ein möglichst günstiges Verhältnis von Input zu Output verstanden werden [6][13][15]. Bei Compliance-Anforderungen ist das jeweilige Kontrollziel als gewünschter Output fest vorgegeben. Kann z.B. durch Prozessanpassungen oder Automatisierung eine gegebene Vorschrift unter Einsatz geringerer Ressourcen erfüllt werden als zuvor, so stellt dies im Sinne der vorliegenden Arbeit eine Effizienzsteigerung der Kontrollmaßnahme dar. Hierbei dürfen durchaus Initialaufwände entstehen, wenn diesen im langfristigen Geschäftsbetrieb entsprechende Einsparungen gegenüberstehen. Auch muss klar differenziert werden, dass es nicht um die Frage geht, ob etablierte Geschäftsprozesse durch zusätzliche regulatorische Anforderungen aufwändiger werden. Es geht darum, dass eine Kontrollmaßnahme, die zum status quo als notwendig erachtet wird, möglichst wirtschaftlich realisiert wird. In stark regulierten Branchen wie dem Finanzsektor oder dem Gesundheitswesen stellen durch regulatorische Anforderungen verursachte

Ausgaben einen nicht zu vernachlässigenden Kostenfaktor dar, entsprechend kann eine ressourceneffiziente Anforderungserfüllung hier durchaus einen Wettbewerbsvorteil bedeuten.

Hinsichtlich des Ziels einer Effizienzsteigerung von Compliance-Kontrollen ist es daher sinnvoll, solche Kontrollen zu identifizieren, die sich besonders zur Integration in Anwendungssysteme eignen. Um eine sinnvolle Einordnung von Kontrollen diesbezüglich zu ermöglichen, werden geeignete Klassifikationskriterien benötigt. Dazu wurde eine entsprechende Literaturrecherche durchgeführt. Über den Bereich Business Process Compliance (BPC) geben Rinderle-Ma et al. [12] einen Überblick. Ein Schwerpunkt liegt auf der formalen Modellierung von Compliance-Anforderungen und der Integration mit Geschäftsprozessen [3]. Schumm et al. [19] betrachten generalisierte, modulare Prozessfragmente, die als Schablonen der Unterstützung von Compliance-Anforderungen dienen. Kittel [21] untersucht Kontrollen im Kontext agiler Geschäftsprozesse. Stocker et al. [20] entwerfen eine Workflow-Spezifikation mit expliziter Berücksichtigung von Sicherheitsanforderungen. Arbeiten zur Unterstützung des IKS betrachten fokussiert einzelne Aspekte, etwa den Softwareengineering-Prozess [15]. Es konnten keine Forschungsarbeiten identifiziert werden, bei denen für Interne Kontrollen der Fokus auf die Eignung zur Integration in Anwendungssysteme gesetzt wurde, insbesondere mit Bezug zu semi-automatisierten Kontrollen. Daher wurde der nachfolgend erläuterte eigene Bezugsrahmen im Vorfeld der angestrebten prototypischen Analyse (siehe Kapitel 4) erarbeitet.

Einen Gesamtüberblick über die vorgenommene Strukturierung anhand der Kriterien Automatisierungsgrad, Durchführungsfrequenz sowie Kontrolltyp liefert Bild 1. Die Strukturdimensionen wurden etablierten Konzepten zu IKS [7][8] entlehnt, auf die nachfolgend eingegangen wird. Im Hinblick auf die Zielsetzung der Arbeit wurden die drei genannten Kriterien als am zweckmäßigsten angesehen, da sie eine sinnvolle Abgrenzung bei vertretbarer Komplexität erlauben. Grundsätzlich wäre eine Erweiterung des Rahmens um Kriterien wie z.B. die Funktionsweise einer Kontrolle („Verification“, „Reconciliation“, „Authorization“,…) [8] oder die Kontrollen-ausführende Instanz/Organisationseinheit möglich.

Das COSO-Framework unterscheidet grundsätzlich zwischen „manuellen Kontrollen“ (A1), bei welchen die Kontrolle durch verantwortliche Personen manuell ausgeführt wird, und „automatisierten Kontrollen“ (A3), die direkt in den verarbeitenden Systemen ohne menschliches Zutun ablaufen. Als Beispiel für eine automatisierte Kontrolle könnte man die Authentifizierung eines Mitarbeiters am Buchhaltungssystem nennen, hier entscheidet das System aufgrund hinterlegter Regeln selbständig, ob der Anfragende Zugang erhält oder nicht. Eine manuelle Kontrolle könnte die Überprüfung einer im Buchhaltungssystem erfassten Lieferantenrechnung durch eine zweite Person im Vier-Augen-Prinzip sein. Als Zwischenstufe existieren semi-automatisierte Kontrollen, bei denen Teilschritte DV-technisch implementiert sind und Teile manuell durchgeführt werden. Als Beispiel kann die technische Aufbereitung von Logdaten, z.B. durch Vorfilterung und Gruppierung anhand definierter Regeln mit anschließender manueller Bearbeitung der resultierenden Ereignisse dienen.

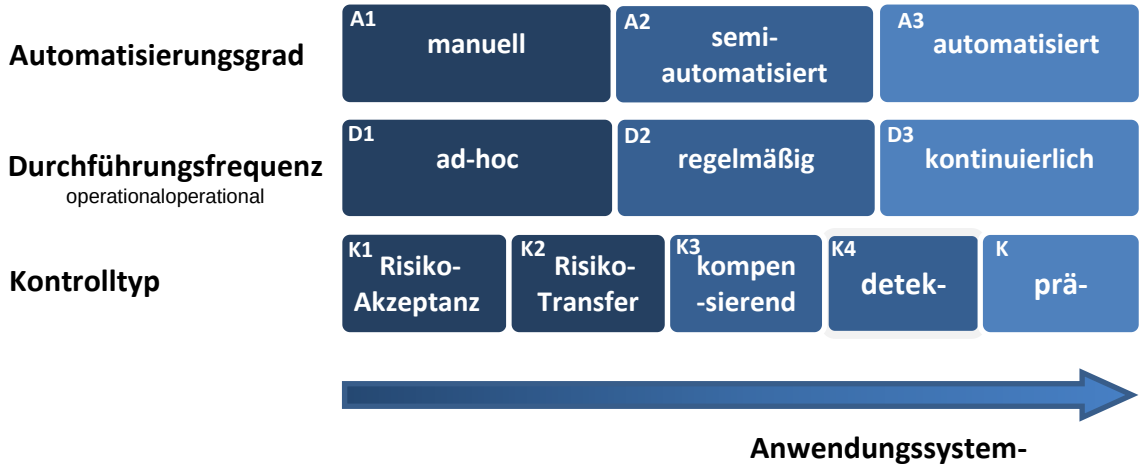


Bild 1: Bezugsrahmen – Anwendungssystem-Integration von Kontrollen (eigene Erstellung)

Hinsichtlich des Kriteriums der Durchführungsfrequenz eröffnet sich ein Spektrum von ad-hoc-Kontrollen bis zu permanent aktiven Kontrollen. Ad-hoc-Kontrollen (D1) werden im Bedarfsfall manuell angestoßen (z.B. Sperrung von Anwendungszugriffen von Mitarbeitern bei Unternehmensaustritt). Die nächste Stufe bilden regelmäßige Kontrollen (D2), welche in definierten Zeitabständen – z.B. täglich, wöchentlich, monatlich – ausgeübt werden. Dabei können solche Kontrollen sowohl manuell durchgeführt werden als auch automatisiert etwa per Scheduling in IT-Systemen implementiert sein. Als dritte Ausprägung der Durchführungsfrequenz existieren kontinuierliche Kontrollen (D3), die Geschäftsprozesse permanent überwachen. Hierzu gehören etwa ein Virenscanner oder eine Echtzeit-Datensicherung. Generell umfasst dies auch alle kontinuierlichen Monitoringprozesse, welche auf Ereignisse reagieren, zum Beispiel indem Alarme bei Erreichen von Grenzwerten ausgelöst werden und (ggf. auch manuelle) Folgeprozesse angestoßen werden. Kontrollen dieser Art sind meist technisch implementiert, da eine fortwährende manuelle Überwachung mit hohem Aufwand verbunden ist.

Die dritte dargestellte Strukturdimension, der Kontrolltyp, beschreibt als Kriterium die Art und Weise, wie mit einem identifizierten Risiko umgegangen wird. Risiko-Akzeptanz (K1) bezeichnet dabei die Möglichkeit, auf Seite der Verantwortlichen nach der Identifikation und Bewertung eines individuellen Geschäftsrisikos bewusst die Entscheidung zu treffen, dass für das betreffende Risiko keine Gegenmaßnahmen in Form von Kontrollen implementiert werden. Für Risiken mit einer sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeit, aber im Eintrittsfall dennoch unternehmenskritischer Schadenshöhe wird als Strategie oftmals der Risiko-Transfer (K2) gewählt. Hierbei wird das Risiko ganz oder zum Teil an eine dritte Partei übertragen, etwa durch Abschluss von Versicherungen. Für die vorgenannten Ausprägungen K1 und K2 wird unternehmensintern keine Kontrolle im eigentlichen Sinne implementiert, daher stellt sich hier die Frage bezüglich einer Anwendungssystem-Integration nicht. Es handelt sich allerdings um zwei wesentliche Optionen, die bei der Wahl des Umgangs mit einem individuellen Risiko potenziell als Alternative in Frage kommen, deshalb sind sie an dieser Stelle in die Diskussion einzubeziehen.

Kompensierende Kontrollen (K3) greifen dann, wenn andere vorgelagerte Kontrollprozesse versagen und minimieren den Schaden. Als Beispiel dienen kann die Auslagerung von kritischen Datensicherungsbändern, die zusätzlich mit einer Verschlüsselung versehen werden zum Schutz gegen unbefugten Zugriff im Verlustfall. Während statische Kontrollen wie eine Verschlüsselung gut in

Anwendungssystemen umgesetzt werden können, handelt es sich bei einem großen Teil der kompensierenden Kontrollen in der Praxis um Verfahren zur Behandlung von Prozessausnahmen („Exception Handling“). Diese sind durch eine große Diversifikation und eine Vielzahl von fallweise zu treffenden Entscheidungen geprägt, eine strukturierte technische Implementierung wird dadurch erschwert. Eine weitere sehr häufig anzutreffende Art sind die als detektivisch (K4) bezeichneten Kontrollen. Bezogen auf die in Kapitel 2.3 dargelegten Validierungsmechanismen für Business Process Compliance handelt es sich hierbei um Kontrollen, die entweder während des Ablaufs einer Prozessinstanz oder ex post durchgeführt werden. Entscheidendes Charakteristikum dieser Kontrollen ist dabei, dass Compliance-Verstöße bzw. Prozessunregelmäßigkeiten zwar nicht verhindert, aber dennoch aufgedeckt werden und so eine weiterführende Behandlung wie die Einleitung von Korrekturprozessen ermöglicht wird. Die letzte in Bild 1 dargestellte Ausprägung des Kontrolltyps K5 umfasst die sogenannten präventiven Kontrollen. Solche Kontrollen folgen dem Ansatz der Compliance-by-Design (vgl. Kap. 2.3). Es handelt sich um in Prozessen, insbesondere auch in Anwendungssystemen fest verankerte (aber durchaus konfigurierbare) Mechanismen, welche die Einhaltung bestimmter Regeln erzwingen und dadurch Compliance-Verstöße vermeiden. Kontrollen dieser Art sind in aktuellen Anwendungssystemen regelmäßig vorzufinden, etwa in Form obligatorischer Authentifizierungsvorgänge beim Zugriff auf Funktionen und Daten.

Betrachtet man nun das im zuvor erarbeiteten Bezugsrahmen (siehe Bild 1) aufgespannte Spektrum von Kontrollen, können im Hinblick auf das Ziel einer weiteren Effizienzsteigerung der eingesetzten Compliance-Kontrollen mehrere Dinge festgestellt werden: Auf der einen Seite des Spektrums finden sich derzeit in der Praxis manuell ausgeführte Kontrollen. Hier könnten Möglichkeiten einer DV-Umsetzung geprüft werden, allerdings steht dem in vielen Fällen eine geringe Ausführungsfrequenz der Kontrolle gegenüber, so dass der Gesamtnutzen insbesondere vor dem Hintergrund des zu erwartenden Implementierungsaufwands fraglich wäre. Auf der anderen Seite des Spektrums finden sich Kontrollen mit hoher bzw. kontinuierlicher Ausführungsfrequenz. Hier wurden in der Vergangenheit bereits Lösungen entwickelt, da solche Kontrollen in vielen Fällen nicht manuell handhabbar sind und daher heute schon in der Praxis automatisiert in DV-Systemen vorgefunden werden. Sie bieten sich daher ebenfalls nicht als primäres Ziel für weitere Effizienzsteigerungen an. Dies lenkt das Augenmerk auf den mittleren Bereich des Bezugsrahmens, welcher die Gruppe teilautomatisierter Kontrollen beinhaltet. Wie zu Anfang des Kapitels dargestellt sind diese Kontrollen bisher in der Forschung unterrepräsentiert, daher besteht hier möglicherweise Potenzial für die angestrebten Verbesserungen. Dies soll in Kapitel 4 anhand eines konkreten Beispiels auf Basis eines Prototyps näher erörtert werden.

4 Prototypische Realisierung der Benutzer-Rezertifizierung

4.1 Auswahl der Kontrolle

Aufbauend auf den vorangegangenen Ausführungen soll in diesem Kapitel das Potenzial für Effizienzsteigerungen bei semi-automatisierten Kontroll-Prozessen durch Einsatz von BPM-Methoden näher beleuchtet werden. Bisher wurde in Bezug auf die Eignung zur Anwendungssystemintegration meist ein Fokus auf „voll-automatisierte“ Kontrollen (vgl. Bezugsrahmen A3) gelegt, die nach Implementierung ohne menschliche Interaktion wirksam sind. Für die vorliegende Arbeit soll wie zuvor erläutert der Fokus bewusst auf die in der Praxis zunehmend relevante, aber bisher für eine Anwendungsintegration nicht primär betrachtete Gruppe von semi-automatisierten Compliance-Kontrollen gelegt werden. Entsprechend wird der Fokus auf den mittleren Bereich des Bezugsrahmens

gelegt und mit der nachfolgend im Detail betrachteten Benutzer-Rezertifizierung eine Kontrolle mit den Eigenschaften semi-automatisiert (A2), regelmäßig (D2) und detektivisch (K4) ausgewählt. Für Kontrollen dieser Art gibt es ebenfalls kommerzielle Lösungsansätze, diese sind jedoch spezifisch auf ein Anwendungsgebiet ausgerichtet (z.B. Issue-Tracking-Systeme) und es wurde soweit bekannt nicht der Versuch einer Generalisierung ihrer Eigenschaften unternommen.

4.2 Prozess und Anforderungsanalyse

Im konkreten Fall wurde eine prototypische Implementierung der in vielen Unternehmen zur Erfüllung regulatorischer Anforderungen (vgl. Bundesdatenschutzgesetz, Anlage zu §9, Satz 1) geforderten Benutzer-Rezertifizierung vorgenommen. Benutzer-Rezertifizierung bezeichnet einen regelmäßigen Vorgang, bei dem die fachlichen Verantwortungsträger einer Organisation, in der Regel Abteilungs- bzw. Bereichsleiter, die vergebenen Zugriffsberechtigungen innerhalb relevanter betrieblicher Anwendungssysteme für die ihnen zugeordneten Personen (Mitarbeiter, Externe usw.) überprüfen und validieren sowie im Bedarfsfall Korrekturen in die Wege leiten. In der Praxis wird dieser Prozess immer wichtiger, da die Korrektheit der vergebenen logischen Zugriffsberechtigungen eine zentrale Säule moderner Compliance-Architekturen in Unternehmen darstellt. Kritische Unternehmensprozesse hängen nicht nur aufgrund regulatorischer Anforderungen, sondern auch zur Qualitätssicherung der eigenen Prozesse wesentlich von Konzepten wie der Funktionstrennung („Segregation of Duties“) ab. Diese wiederum werden in weiten Teilen über Zugriffssteuerung in Anwendungssystemen realisiert. Je nach Prozessimplementierung lassen sich die Fehlerquellen reduzieren, die ordnungsgemäße Vergabe von Zugriffsberechtigungen innerhalb komplexer Anwendungssysteme stellt jedoch in der Praxis kein triviales Unterfangen dar. Als vereinfachtes Beispiel mag an dieser Stelle der interne Wechsel eines Mitarbeiters von Abteilung A zu Abteilung B dienen. Während der zukünftig verantwortliche Abteilungsleiter B für seinen neuen Mitarbeiter sicherlich einen Antrag zur Einrichtung aller zusätzlich notwendigen Berechtigungen für das Tagesgeschäft in Abteilung B stellen wird ist fraglich, wie mit den bestehenden Alt-Berechtigungen des Mitarbeiters aus seiner Tätigkeit in Abteilung A verfahren wird. Im Zeitverlauf entstehen durch solche Fälle Inkonsistenzen innerhalb von Zugriffsberechtigungssystemen, welche mitunter zu schwerwiegenden Compliance-Verstößen führen können. Ein prominentes Beispiel war im Jahr 2008 die mit einem Verlust von ca. fünf Milliarden Euro verbundene Affäre der Société Générale um den Händler J. Kerviel, dessen Vorgehen unter anderem durch mangelnde Funktionstrennung verursacht durch das im Beispiel genannte Schema ermöglicht wurde.

In diesem Problemfeld setzt die Benutzer-Rezertifizierung an. Es handelt sich somit dem Kontrollcharakter nach um eine detektivische Kontrolle (K4, vgl. Kap. 3), welche Fehler und Inkonsistenzen bei der Berechtigungsvergabe aufdecken soll. Während Benutzer-Rezertifizierungen in der Vergangenheit anlassbezogen (vgl. Kap. 3, Bezugsrahmen „ad-hoc“/D1) etwa im Kontext von Revisionsprüfungen durchgeführt wurden, etablieren Unternehmen diese Kontrolle nun zunehmend als regelmäßigen Vorgang (D2). Noch ist der Prozessablauf in der Praxis häufig manuell dominiert mit geringer Systemunterstützung. Der Sicherheitsverantwortliche initiiert den Prozess, zuständige IT-Administratoren extrahieren Benutzerberechtigungen pro Organisationseinheit und stellen sie den Fachverantwortlichen zur Verfügung. Wenige Anwendungssysteme liefern von Haus aus umfassende Werkzeuge zur Auswertung von Berechtigungen, oft müssen z. B. direkte Extrakte aus Datenbanktabellen vorgenommen werden. Hemmnisse stellen hierbei die tendenziell technische Kodierung der Berechtigungswerte kombiniert mit aus Anwendersicht wenig zweckdienlicher Darstellung und ungeeignetem Detailgrad dar. Manuelle Datenaufbereitung birgt wiederum entsprechende Fehlerrisiken hinsichtlich der (versehentlichen) Veränderung von Daten.

Für das Beispiel der Berechtigungskontrolle in Windows-Netzwerken ist aus mehreren Praxisfällen ein Prozessablauf bekannt, bei dem den verantwortlichen Abteilungsleitern turnusmäßig die gesamten Gruppenzugehörigkeiten und Verzeichnisberechtigungen ihrer Mitarbeiter als direkter Papierausdruck der Ausgabe eines Windows-Systembefehls zur Kontrolle vorgelegt werden und diese per Unterschrift bestätigt werden müssen. Grundsätzlich wird damit der bestehenden regulatorischen Anforderung einer regelmäßigen Berechtigungskontrolle durch die Fachverantwortlichen zwar genüge getan, bei einem Umfang der Ausdrucke von teilweise 300 Seiten DIN A4 für einen Abteilungsleiter kann aber die Effektivität der Kontrolle und insbesondere deren Effizienz in Frage gestellt werden.

Auf dieser Grundlage wurden Überlegungen betrieben, wie eine Benutzer-Rezertifizierung effizienter gestaltet werden kann. In einem ersten Schritt wurden drei fachliche Experten nach relevanten Faktoren in diesem Kontext befragt. Die Ergebnisse wurden in einem weiteren Schritt diskutiert und zusammengefasst. Schließlich wurden für eine prototypische Umsetzung insbesondere die nachfolgenden Zielsetzungen identifiziert:

Prozessunterstützung/Workflow – Die Rezertifizierung erlaubt keine vollständige Automatisierung, da es sich um eine Kontrolle mit teils notwendigen manuellen Prozessschritten handelt. Jedoch sollte die Prozessablaufsteuerung partiell automatisiert werden und eine einheitliche Plattform zur Minimierung von Medien- und Prozessbrüchen genutzt werden.

Wartbarkeit – Mit den Fachverantwortlichen müssen eine größere Zahl von Nutzern dezentral auf das System zugreifen. Die Nutzung erfolgt entsprechend der Kontrollfrequenz regelmäßig, aber selten (z. B. jährlich). Entsprechend sollten die Nutzer immer auf einen aktuellen Datenbestand sowie Funktionsumfang zugreifen können, der Pflegeaufwand hierfür sollte aber möglichst gering sein.

Leistung - Da weder sehr große Datenbestände verarbeitet werden noch Transaktionen in Echtzeit verarbeitet werden müssen spielt Performance eine nachrangige Rolle, so lange die Nutzbarkeit nicht durch unbefriedigende Antwortzeiten beeinträchtigt wird.

Modularität/Erweiterbarkeit – Da sich die Anwendungslandschaft in Unternehmen verändert, sollte das System konzeptionell eine generische Sicht auf Zugriffsberechtigungen unterstützen und nicht proprietär auf eine Anwendung ausgelegt sein. Auch hinsichtlich Datenimport, Auswertungsfunktionalitäten, Workflow-Unterstützung und Präsentation sollte eine Erweiterbarkeit von Beginn an berücksichtigt werden.

Revisionssicherheit – Um die Nachvollziehbarkeit innerhalb des Prozesses zu gewährleisten, gleichzeitig aber den Aufwand für den Benutzer niedrig zu halten sollte eine automatische Prozessdokumentation unterstützt werden.

Verständlichkeit – Die zu validierenden Berechtigungs-Reports müssen basierend auf der Gesamtmenge der technischen Rohdaten bedarfsgerecht aufbereitet sein und aussagekräftige, für Fachverantwortliche sinnvoll zur Entscheidung heranziehbare Informationen enthalten. Im konkreten Fall sollen nicht hunderte Seiten Papierauswertungen eins zu eins auf den Bildschirm übertragen werden, sondern mittels Datenanalyse und Methoden zur Ähnlichkeitsberechnung die Quelldaten so vorverarbeitet werden, dass Unstimmigkeiten schneller identifiziert werden können und im Sinne eines Assistenzsystems ein echter Mehrwert für den Prüfenden erbracht wird.

4.3 Technische Implementierung

Als Basis-Architektur wurde für die Implementierung *Java Enterprise Edition* (Java EE) aufbauend auf dem frei verfügbaren Applikationsserver *JBoss* (http://www.jboss.org) gewählt. Die zentrale

Plattform für die Benutzer-Rezertifizierung wurde in Form einer Browser-basierten Webanwendung mittels Servlets implementiert. Für die zentrale Datenhaltung wurden sowohl eine datei- als auch eine datenbankgestützte Lösung evaluiert. Da der Prototyp im ersten Schritt die Berechtigungsprüfung in Windows-Netzwerken abdecken sollte und hier die Quelldaten in Dateiform vorliegen, fiel die Entscheidung zugunsten einer dateibasierten Lösung aus. Zum einen werden die Soll-Berechtigungen für einzelne Organisationseinheiten in einer Datei mit Rollen bzw. Referenzbenutzern gepflegt. Zum anderen werden mittels Windows-Systemkommandos die Ist-Berechtigungen, insbesondere die Active Directory-Gruppenzugehörigkeiten aller Benutzer aus dem zu prüfenden Windows-Netzwerk extrahiert und in Dateiform abgespeichert. Die Durchführung einzelner Prozessschritte wird in Logdateien dokumentiert. Sind alle Quelldaten vorhanden, kann über die Browser-basierte Benutzerschnittstelle die Auswertung angestoßen werden. Hierbei werden Vektorraum-basiert Ähnlichkeitsanalysen zwischen den Ist-Berechtigungen individueller Nutzer und ihren Soll-Berechtigungen laut Rolle/Referenzuser durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Browser nach Organisationseinheiten gegliedert (siehe Bild 2) und ein Indikator für die Ähnlichkeit zwischen Benutzern und Referenzbenutzern ausgewiesen. Differenzen werden separat aufgelistet und über Verknüpfungen können Details abgefragt werden. Der für die Überprüfung zuständige Fachverantwortliche kann in einer Formular-Ansicht direkt notwendige Berechtigungsänderungen kenntlich machen und das Ergebnis an die Systemadministratoren zur Umsetzung zurückübermitteln.

Bild 2: Prototyp Benutzer-Rezertifizierung

4.4 Evaluation des Prototyps

Im Anschluss an die Darstellung der Implementierung soll der Prototyp nun zuerst bezüglich der in Kapitel 4.2 identifizierten Anforderungen evaluiert werden und dies im Kontext der angestrebten Effizienzsteigerungen für Compliance-Kontrollen bewertet werden. Auch wenn dies im gegebenen Rahmen nicht vollumfänglich erörtert werden kann, soll zusätzlich betrachtet werden, inwieweit die jeweilige Anforderung und der im Prototyp gewählte Lösungsweg in generalisierter Form auch für weitere semi-automatisierbare Kontrollen (nachfolgend SAK) von Bedeutung sein kann.

Hinsichtlich der Prozessunterstützung wird deutlich, dass die gewählte Realisierung im Vergleich zu papier-basierten Rezertifizierungsprozessen deutliche Vorteile bringt. Dies geschieht etwa dadurch, dass eine zentrale Plattform genutzt wird, die Verteilung der zu prüfenden Daten stark erleichtert wird und der gesamte Prozessablauf beschleunigt wird. Dieses grundsätzliche Prinzip der

Prozessunterstützung lässt sich unstrittig auf eine Vielzahl anderer SAK mit vergleichbarem Prozesscharakter übertragen.

Der Anforderung in Bezug auf Wartbarkeit trägt der Prototyp durch die gewählte Client/Server-Architektur Rechnung. Während alle Programme und Daten zentral auf dem Server gepflegt werden können, benötigten die Endbenutzer zur Nutzung der Anwendung lediglich einen Internetbrowser, was heute einen Standard für Arbeitsplätze darstellt. Auch ein Zugriff über Mobilgeräte ist möglich. Durch die Konzeption als Browser-basierte Webanwendung wird insbesondere eine zentrale Programmpflege sowie Datenhaltung bei gleichzeitig dezentralem Zugriff durch eine Vielzahl von Endbenutzern ermöglicht. Während das Kriterium der Wartbarkeit generell berücksichtigt werden sollte, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die gewählte Client/Server-Architektur grundsätzlich zu empfehlen oder gar erforderlich ist. Der benötigte dezentrale Zugriff durch viele Benutzer gab hier den Ausschlag, diese Notwendigkeit besteht ggf. bei anderen SAK nicht.

Die Verarbeitung findet zentral auf dem Server statt, es werden mit Java EE etablierte Standards genutzt, daher kann von einer genügenden Skalierbarkeit des Lösungsansatzes ausgegangen und das Leistungskriterium als erfüllt angesehen werden. Im aktuellen Fall waren die Leistungsanforderungen bedingt durch die Struktur der Kontrollmaßnahme unkritisch, Datenabgleiche konnten vorab berechnet werden und eine befriedigende Antwortzeit der Benutzerschnittstelle kann mit vielen Standard-Technologien erreicht werden. Auf generalisierter Ebene kann abgeleitet werden, dass abhängig von Komplexität des Datenbestands und der notwendigen Verarbeitung die Leistung der technischen Systeme ausreichen muss, um die gesamte Kontrollmaßnahme so zeitnah auszuführen, dass das Kontrollziel erreicht werden kann.

Modularität stellt eines der Kernkonzepte der gewählten Programmiersprache Java dar, die Klassenstruktur des Prototyps wurde im Hinblick auf Erweiterbarkeit konzeptioniert. Durch die Trennung von Funktionalität (Java) und Design (HTML/CSS) sind Anpassungen der Darstellung nach Bedarf leicht möglich. Aufgrund der Dynamik von Geschäftsprozessen und zugehöriger Compliance-Anforderungen werden entsprechend anpassungsfähige Lösungsansätze für die Kontrollen-Implementierung generell zunehmend wichtiger.

Hinsichtlich des Aspekts der Revisionssicherheit unterstützen nicht nur Logdaten über durchgeführte Prozessschritte die Nachvollziehbarkeit, im Fall eines Audits erleichtert im Vergleich zu papierbasierten Lösungen auch die zentrale, elektronische Datenhaltung effiziente Revisionsprüfungen. Auch die integrierte Generierung von Änderungsaufträgen im Fall von identifizierten Berechtigungsfehlern unterstützt die Nachvollziehbarkeit. Der Prototyp hat offenbart, dass auch für die Rezertifizierungs-Plattform ein zuverlässiger Authentifizierungs-Mechanismus notwendig ist, um Prozessschritte im System individuellen Akteuren verlässlich zuordnen zu können. Dieser Aspekt lässt sich angesichts der generellen Anforderung der Nachvollziehbarkeit auch auf andere SAK übertragen. Durch Anbindung an eine zentrale Authentifizierungslösung könnte dies z.B. auch für eine größere Anzahl von SAK mit beherrschbarem Pflegeaufwand realisiert werden.

Eine einzige Plattform als zentrale Anlaufstelle für den Rezertifizierungsprozess, einheitliche Gestaltung der Benutzerschnittstelle und hinsichtlich Terminologie, Struktur und Inhalt anwenderorientierte Auswertungen erhöhen die Transparenz. Den deutlichsten Nutzengewinn für die Kontrolle insgesamt bringt die Vorverarbeitung der Berechtigungsrohdaten, die bei der Realisierung schwerpunktmäßig betrachtet wurde. Durch eine automatisierte Berechtigungsanalyse werden Inkonsistenzen herausgestellt, der Prüfende kann sich auf diese konzentrieren und muss nicht mehr den Gesamtbestand an Einzelberechtigungen kontrollieren. Die Tätigkeit der Prüfung bleibt zwar

letztlich eine manuelle Kontrolle, durch vorgelagerte automatisierte Schritte kann der manuelle Aufwand jedoch auf einen Bruchteil reduziert werden. Dies entspricht im Kern der Intention semi-automatisierter Kontrollen und kann dementsprechend generalisiert werden. Gleichzeitig wird der Prüfende vor einer Informationsüberfrachtung bewahrt und kann sich auf relevante Datensätze konzentrieren, wodurch sich nicht nur die Bearbeitungszeit, sondern auch die Ergebnisqualität verbessert. Durch Verweise auf relevante Hintergrundinformationen wie Organisationshandbücher oder Konzeptdokumente zur Berechtigungsvergabe könnte der Anwender zusätzlich unterstützt werden. Die Ergänzung einer integrierten Funktion für Rückfragen an Systemadministratoren bei Unklarheiten verspricht weiteres Potenzial und wird derzeit geprüft. Diese Ansätze können je auch Anforderung auch bei entsprechend strukturierten anderen SAK unterstützend eingesetzt werden.

5 Fazit und Ausblick

Die stetig wachsenden regulatorischen Anforderungen erhöhen den Druck auf Unternehmen, Compliance-Kontrollen zur Einhaltung solcher Vorgaben ressourcensparend umzusetzen. In der Vergangenheit wurde ein starker Fokus auf die technische Implementierung voll-automatisierter Kontrollen gelegt, hier sind daher nur beschränkt weitere Steigerungen realisierbar. Auf Basis des in Kapitel 3 vorgestellten Bezugsrahmens konnte argumentiert werden, dass sich auch semi-automatisierte Kontrollen für Verbesserungen anbieten. Anhand der prototypischen Umsetzung einer teil-automatisierten Benutzer-Rezertifizierung in Kapitel 4 konnte gezeigt werden, dass sogar insbesondere bei semi-automatisierten Kontrollen zukünftig noch Effizienzsteigerungen hinsichtlich der Implementierung im Vergleich zu aktuell in der Praxis gängigen Verfahren erwartet werden können. Im Bewusstsein dessen, dass bestimmte Anteile solcher Kontrollen manuell ausgeführt werden müssen, können doch durch Verbesserungen bei geeigneten Teilschritten - beispielsweise wie gezeigt durch Datenaufbereitung, Workflowunterstützung oder automatisierte Dokumentation - signifikante Effizienzsteigerungen bezogen auf die Kontroll-Durchführung als Ganzes erzielt werden.

Weiterer Forschungsbedarf wird spezifisch für den Prototyp dahingehend gesehen, inwiefern dieser auf die Prüfung mehrerer Systeme ausgeweitet werden kann. Weiterhin sind Möglichkeiten der Loslösung von vordefinierten Referenzusern zu prüfen. Es könnten mit Methoden wie Data Mining, Clustering und Ähnlichkeitsanalysen Gruppen auf Basis der Berechtigungsdaten identifiziert werden. Auf einer übergeordneten Ebene sollte näher untersucht werden, auf welche Weise die aus der Benutzer-Rezertifizierung gewonnenen Erkenntnisse, insbesondere die Ansätze zur Effizienzsteigerung, wie in Kapitel 4.4 angedeutet weiter generalisiert werden können und wie entsprechende Lösungsstrategien systematisch auf ähnlich strukturierte semi-automatisierte Kontrollprozesse transferiert werden können. In diesem Kontext könnte der erarbeitete vereinfachte Bezugsrahmen als Ansatz für eine Orientierungshilfe zur Auswahl von Kontrollen mit Verbesserungspotenzial weiter ausdifferenziert werden.

Angesichts stetig wachsender regulatorischer Anforderungen, aber auch als Instrument zur Qualitätssicherung der Geschäftsprozesse, ist Compliance Management heute für Unternehmen von zentraler Bedeutung. Vor dem Hintergrund der bestehenden Herausforderungen wird die effiziente Ausgestaltung des Internen Kontrollsystems zu einem wichtigen Faktor für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit. Die Wirtschaftsinformatik bietet eine Vielzahl von Ansätzen zur Verbesserung der Kontrollprozesse und der sie umschließenden Workflows, so dass aktuell mit hohem Aufwand ausgeführte Kontrolltätigkeiten zukünftig wirtschaftlicher umgesetzt werden könnten. Dieses Potenzial gilt es durch gemeinsame Anstrengung von Wissenschaft und Praxis zu erschließen.

6 Literatur

Bücher

[1] Diederichs, M. (2013). Risikomanagement und Risikocontrolling. Vahlen, München.

[2] Gaughan, P.A. (2010): Mergers, acquisitions, and corporate restructurings. Wiley, Hoboken.

[3] Paschke, K. (2012). Internes Kontrollsystem (IKS): In 12 Schritten zu wirksamen Kontrollen im mittelständischen Unternehmen. BoD-Books on Demand.

[4] Sadiq, S.; Governatori, G. (2009): A Methodical Framework for Aligning Business Processes and Regulatory Compliance. In: vom Brocke, J., Rosemann, M. (Hrsg.), Handbook on Business Process Management. Springer, Heidelberg.

[5] Scheer, A.-W.; Bräbänder, E. (2010): The Process of Business Process Management. In: vom Brocke, J.; Rosemann, M. (Hrsg), Handbook on Business Process Management 2. Springer.

[6] Wöhe, G.; Döring, U. (2010): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Vahlen.

Online-Beiträge

[7] COBIT 5 - Control Objectives for Information and Related Technology (2012) - http://www.isaca.org/COBIT/Pages/default.aspx. Abgerufen am 12.12.2013.

[8] COSO Internal Control – Integrated Framework (2011) - http://www.coso.org/documents/coso_framework_body_v6.pdf. Abgerufen am 12.12.2013.

[9] COSO Framework - Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (1992) - http://www.coso.org. Abgerufen am 12.12.2013.

Zeitschriftenbeiträge

[10] Ammon, R. von; Gebauer, B.; Jobst, D. (2005): Business Rule Engines innerhalb von Enterprise Plattformen. In: BIT - Banking and Information Technology 6(2): 9-15.

[11] Houy, C.; Fettke, P.; Loos, P. (2010): Empirical research in business process management – analysis of an emerging field of research. Business Process Management Journal 16: 619-661.

[12] Rinderle-Ma, S.; Ly, L. T.; Dadam, P. (2008): Business Process Compliance (Aktuelles Schlagwort). EMISA Forum 28(2): 24-29.

[13] Schwager, E.; Kermer, M.; Röttger, S.; Stauß, U. (2005). Effiziente Prüfungsdurchführung– Praxisorientierte Anforderungen an ein Auditmanagement-System. Zeitschrift Interne Revision (1), 8-19.

[14] Wilde, T.; Hess, T. (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung. Wirtschaftsinformatik 49(4): 280–287.

Sammelbände

[15] Falk, M. (2012). Anforderungen an ein Control-Framework für IT-Compliance. In IT-Compliance in der Corporate Governance (pp. 47-114). Gabler Verlag.

[16] Höhn, S.; Jürjens, J. (2008): Rubacon: automated support for model-based compliance engineering. In: Schäfer, W.; Dwyer, M. (Hrsg), 30th ICSE. ACM, Leipzig.

[17] Kharbili, M.; Medeiros, A.K.A.d.; Stein, S.; van der Aalst, W.M.P. (2008): Business Process Compliance Checking: Current State and Future Challenges. In: Loos, P., Nüttgens, M., Turowski, K., Werth, D. (Hrsg), MobIS 141. GI, Saarbrücken.

[18] Schäfer, T.; Fettke, P.; Loos, P. (2011): Towards an Integration of GRC and BPM – Requirements Changes for Compliance Management Caused by Externally Induced Complexity Drivers. BPM 2011: 2nd International Workshop TC4SP. Clermont-Ferrand.

[19] Schumm, D.; Leymann, F.; Zhilei, M.; Scheibler, T.; Strauch, S. (2010): Integrating Compliance into Business Processes: Process Fragments as Reusable Compliance Controls. In: Schumann, M.; Kolbe, L.; Breitner, M.; Frerichs, A. (Hrsg), Konferenzband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2010. Universitätsverlag Göttingen.

[20] Stocker, T., Böhr, F. (2013). IF-Net: A Meta-Model for Security-Oriented Process Specification. In Security and Trust Management (pp. 191-206). Springer Berlin Heidelberg.

Konferenzbeiträge (ohne Verlag)

[21] Kittel, K (2013): Agilität von Geschäftsprozessen trotz Compliance. 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Leipzig, Germany.

Nicht-publizierter Beitrag

[22] Kehlenbeck, M. (2010): Beiträge zu Business Intelligence und IT-Compliance. Dissertation, Leibniz Universität Hannover, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät.

IT and Data Governance: Towards an Integrated Approach

Sang-Kyu Thomas Choi

Philipps-Universität Marburg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 35037 Marburg,
E-Mail: thomas.choi@wiwi.uni-marburg.de

Ivonne Kröschel

Philipps-Universität Marburg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 35037 Marburg,
E-Mail: kroeschel@wiwi.uni-marburg.de

Abstract

Whereas IT Governance has continuously been a major topic on top of management agendas for years, the issue of Data Governance (DG) has only been marginally investigated in scientific research so far. Existing research on DG also often takes a rather one-sided perspective by focusing on data quality management issues only or neglecting business practice needs. However, we argue that DG as a highly relevant issue for both research and practice has to be integrated into a broader context of governance functions within the organization. We propose a consolidated role-model linking IT and Data Governance roles and tasks which is meant to be a first step towards the extension of Corporate and IT Governance functions by an additional data-centric perspective and thus explicitly accounting for the role of data in generating business value. The model is derived from scientific and practical literature sources as well as from case studies to integrate both scientific and practical insights on DG.

1 Introduction

Already more than ten years ago, the Data Warehousing Institute (TDWI)[1] estimated the costs resulting from poor data quality in US companies to be more than 600 billion dollars a year [22]. The reasons for bad data can be manifold: While some of them can be drawn back to human fault or technical issues in the design of application systems, the majority results from a lack of company-wide data management rules and guidelines ensuring that data is provided and used in a well-organized and qualified manner [6].

As the importance of corporate data has increasingly been growing during the last decade and the amount of corporate data to be processed is ever more increasing [17], this issue has been aggravated dramatically as highlighted both in research and practice [1, 3]. Since a lack of data quality and guidelines for its usage typically involve inaccurate information and a negative impact on business processes and their compliance with functional requirements [11], it can be assumed that corporate success highly depends on high quality data enforced by standards, regulations, and guidelines for the use of data throughout the entire company. As a result, a company-wide data strategy and standards defining the objectives, terms of use, and characteristics for maximizing the value of data assets in the company, among others, becomes a crucial requirement for economic success and sustainable competitive advantage [18].

The concept of Data Governance (DG) that arose in the early years of the 21st century is viewed to be a promising approach by both researchers and practitioners alike to introduce working processes, mechanisms, and organizational responsiveness to handle the above mentioned deficits. However, research on DG is still in its infancy, lacking a sophisticated approach that

- is fundamentally based on existing knowledge in related fields, such as IT Governance (ITG), data quality management, or master data management,
- is well-founded in terms of methods used, and – at the same time –
- also incorporates business practice needs and insights.

In the literature, often a unidirectional perspective is taken, only considering, e.g., data quality issues [e.g., 14], lacking a methodological foundation [e.g., 23], or neglecting business practice [e.g., 10] Particularly the focus on data quality management has to be criticized since often other important facets of DG as a more holistic approach are completely neglected. Moreover, it appears to be necessary to account for possibly existing governance structures and processes also providing means for the acceptance and the successful implementation of DG rules and guidelines within the organization through deeply rooting DG activities within these governance functions.

The paper introduces a role-based approach for realizing a data-enhanced ITG-oriented perspective. This approach is to be seen as an initial step towards linking ITG and DG structures and mechanisms. Based on existing literature in the fields of DG and ITG as well as a meta analysis of case studies that accounts for a rather practical perspective, we develop a generic role and tasks model augmenting previous insights in both fields. Hence, the overall aim of the paper is to

- provide an integrated view of DG derived from findings from both research and practice taking a ITG-oriented perspective and to

[1] http://tdwi.org

- provide means for the practical implementation of DG mechanisms based on well-founded theoretical work enhanced by insights from case studies.

In terms of the paper's methodical approach, we follow the design-science research (DSR) paradigm [7, 16]. As indicated above, the issue of DG is highly relevant both from a scientific and a practice-oriented perspective. Especially the lack of scientific research about this practical matter demands a thorough investigation and appropriate research methods based on prior findings in the field of information systems research. By deriving a more holistic definition of the concept of DG based previous research, we first set the stage for providing an integrated understanding of governance functions within the organization (analysis). On the one hand, this accounts for the scientific basis of the paper deriving an appropriate definition from previous insights. On the other hand, we also extend the definition of DG leading to a broader understanding not only focusing on e.g. data quality management. Second, we conduct a case study analysis to derive insights from business practice on DG and its implementation. Both steps serve as a basis for developing the role model as the paper's artifact (design). In Sect. 4 we also consider aspects of the evaluation of the presented artifact.

The paper is structured as follows: After the introduction in Sect. 1, Sect. 2 will rather shortly discuss the concepts of ITG and DG. Based on an investigation of the numerous definitions of and approaches to DG we delineate our conceptual basis and formulate an understanding based on prior research and concepts. Using these theoretical insights as well as implications derived from a meta case study analysis, we develop an approach to unify ITG and DG by means of role-based models based towards a holistic and integrated point of view in Sect. 3. Sect. 4 provides a conclusion, limitations of the presented artifacts as well as an outlook on future research directions.

2 IT and Data Governance: Common Ground or Separate Fields?

The following subsections provide a conceptual overview on existing research by comparing and delineating the concepts of IT Governance (ITG) and Data Governance (DG) as presented in the relevant literature in order to systematically anchor the concept of DG into well-founded fields of research (Sect. 2.1). In Sect. 2.2, we additionally discuss shortcomings of previous DG approaches to derive a consolidated view on DG that is broader in terms of scope and required focus than in previous DG research.

2.1 Conceptual Overview

Since the mid-1990s, the term Governance has intensively been discussed within the economic and information systems literature. Corporate Governance (CG) refers to a responsible and long-term value-driven organization of business [12]. It provides the "procedures and processes according to which an organisation is directed and controlled [...], specifies the distribution of rights and responsibilities among the different participants in the organisation [...] and lays down the rules and procedures for decision-making" [13].

Depending on national law, legal and business regulations have made it more or less mandatory for companies to implement a CG function within their organizations in order to ensure a transparent, risk-aware, and controlled management of value-adding processes and activities. For this purpose, on the one hand CG comprises a behavioral aspect, addressing the relationships and behavioral patterns between members and stakeholders of an organization. On the other hand, it also includes a normative aspect considering structures and rules for specifying responsibilities and rights among the members of the organization [28].

In terms of ITG, the control requirements of the broader CG concept can be transferred to the use of information systems (IS), which leads to the need for a more specific IT-Governance as an integral part of the overall CG approach. [28], for example, define ITG as "specifying the decision rights and accountability framework to encourage desirable behavior in the use of IT". According to the authors, the main focus is to be seen on the establishment of decision rights, accountabilities, and responsibilities for dealing with IT. For implementing ITG, hence there are two main components which have to be considered. The first one is about mechanisms and processes which make sure that IT systems are compliant with legal obligations, internal rules, and policies. The second important part of ITG is about organizational structures, responsibilities, and rules.

Following the IT Governance Institute (ITGI), ITG is an integral part of the broader concept of CG and aims at ensuring the sustainability of the organization's IT and the valuable use of IT to extend and support the organization's strategies and objectives [9]. Here, ITG is seen as a responsibility of the board of directors and executive management covering five major areas which are driven by stakeholder needs [9]. Figure 1 shows and describes aspects of these main fields of action of ITG according to ITGI, of which value delivery and risk management are outcomes of ITG whereas strategic alignment, resource management and performance management are seen as drivers of ITG.

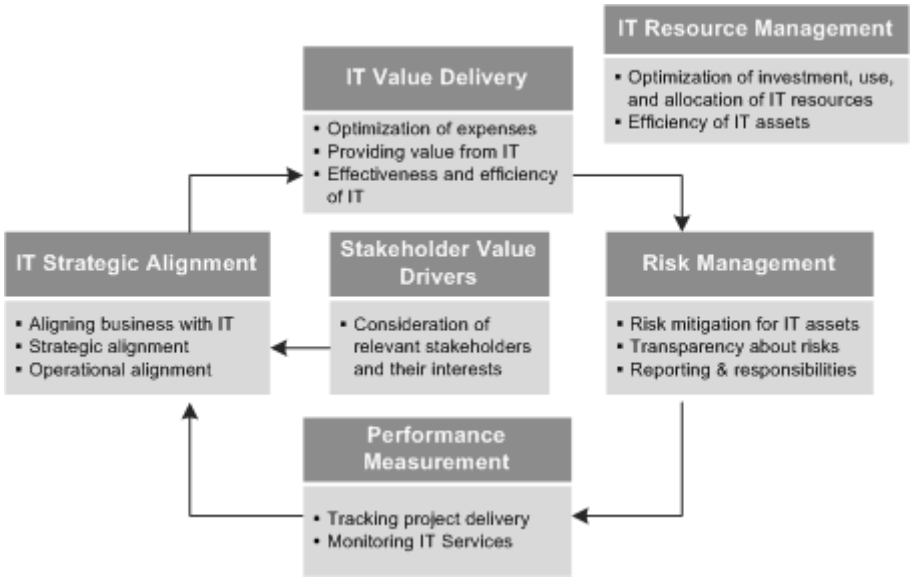


Figure 1: Focus areas of IT Governance according to ITGI (adapted from [9]).

Hence, ITG extends CG by IT-specific aspects and ensures the controlled and valuable use of IT in line with the organization's objectives. In terms of DG, a more data- or information-centric position is taken focusing on the quality, provision, and management of a company's data assets. This is particularly needed as both practitioners and researchers alike argue that ITG as a more "technology-centered" governance does not sufficiently support the arising needs to fulfill requirements in regulatory or business matters as regards data [10, 23]. Theories on ITG often lack an operational perspective and are mainly pointing out for strategic aspects. However, data and data production are of highly operational nature.

These insights fostered concepts on governing data related processes and thus DG. Although DG is still lacking a common definition, due to its relatively low level of academic maturity [14], an analysis of relevant and recent literature suggests a notion that is fairly close to the one of ITG. For instance, [10] define DG as the reference "to who holds the decision rights and is held accountable for an

organization's decision-making about its data assets". Considering the existing literature in the field it becomes obvious that DG is a converging field, embodying aspects taken from fields such as data quality management [29] or information security and privacy [1].

To deploy a common ground of these rather heterogeneous fields, we analyzed and deconstructed several definitions from works on DG and reassembled them to meet the requirements that appear relevant to DG from all perspectives. These have largely been used independently by several authors and are considered here to form the fundamental building blocks of a comprehensive understanding of DG. These aspects are (1) data as an asset, (2) accountability concerns, and (3) organizational structures, which are briefly discussed in the following.

First, the term data asset implies a shift in the perception of the nature of information. Starting in the 1990s, data was no longer considered to be a by-product of operational activities but rather an asset that has to be managed in terms of quality just like a tangible output [25]. Outcomes of this paradigmatic shift were frameworks such as Total Data Quality Management (TDQM) [25] or Total Quality Data Management (TQDM) [5]. In this view, DG takes another shift and leverages information from being a product to data as an asset [18].

Accountability, in turn, addresses the question about who is empowered to make the decisions related to the data asset, which is the locus of decision making [10] and thus a more governance-oriented perspective is taken. [27] for instance, proposed the use of a RACI chart for this purpose identifying the appropriate deployment of roles and functions. In that way, companies can define roles and tasks to match their particular needs [29] and thus explicitly formulate decision rights for managing the aforementioned data assets in view of achieving business value.

Whereas accountability defines the person in charge of an activity, it is also important where the decision power is located (organizational design). Contemporary research suggests that there is no "one size fits all" approach when it comes to the allocation of decision power [27]. Similar to concepts concerning ITG, the organizational design is a contingency that influences "the distribution of accountabilities" [27]. Referring to the ITG model by [28], [27] and [19], for instance, suggest three typical configurations for DG organizations. Whereas in centralized structures all DG decision rights and budgets are allocated to the IT department, decentralized forms suggest decision-making power to be distributed amongst several units or lines of business. Within a federated approach, in turn, a central IT department is arranged that provides most infrastructures and standard applications where each business unit retains control over applications for their business unit.

In the next section, the main views on DG in the literature and the corresponding elements are considered and consolidated to an integrated definition.

2.2 Shortcomings in DG Research: Towards an Integrated Definition

As described above, the field of DG is still "in its infancy" [29] and therefore needs a thorough discussion and conception. Analyzing contemporary literature on DG reveals a disagreement among authors about what fields of action DG covers. [14], for instance, reckons DG as an organizational framework for Data Quality Management, whereas others, in turn, take a shift and argue that DG in addition covers the domains privacy and security as well as total business alignment [23, 10].

While there is an obvious paradigmatic difference between the relevant works in terms of the perspective taken and items focused, we rather consider all mentioned fields of action to be relevant and – at the same time – to be even closely interrelated as illustrated by Figure 2.

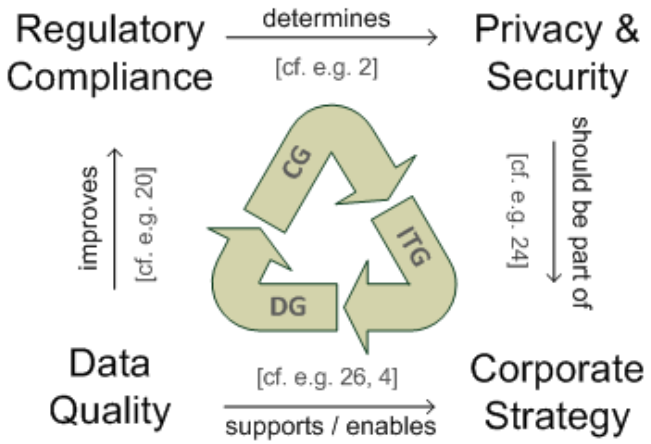


Figure 2: Fields of action and impact grid for DG

As it is shown, data quality has a strong relation both to regulatory compliance and corporate strategy aspects since it significantly improves or supports both aspects. In turn, compliance issues are also a determining factor for privacy and security which, in turn, should be part of corporate strategy. Particularly the aspect of security and privacy is predominantly dismissed by works on DG. Hence, these approaches usually do not incorporate related roles and functions into their concepts [e.g., 27] which appears to be highly relevant when taking a governance-based view.

Furthermore, there are several gaps in theoretical concepts, also taking into account business practice needs. [19] denounce that a decentralized or federated design does not support a company-wide governance structure for its optimization is reached on a business-unit level due to missing coordination through a central governance body. Addressing these issues, the approach by [27] therefore considers a so-called Data Governance Council which ensures total coordination and alignment. This central committee is postulated by many authors. Recent case studies among several enterprises that implemented DG structures showed, however, that the majority of companies neglected the central committee in practice [15, 8]. These findings raise the question how companies should align "local" business needs with the company's overall goals and interests.

Summarizing the different streams of research and practice, DG can be defined as follows in our view: Data Governance is the total of data related processes and decisions that encourage desirable behavior for an organization in the use and production of data by defining and deploying enterprise-wide policies, guidelines, and standards [cf. 10, 29, 15, 27]. This definition can be considered as an approach from the IT-Governance perspective which is to be separated from approaches that follow research on DG from a Data Quality Management view [27].

In the following section, we extend this view by a practical perspective through the analysis of case studies from the field of DG taking an ITG-oriented approach. This forms the basis for the subsequently outlined roles and tasks model which is converging the aforementioned aspects.

3 Merging IT and Data Governance Through a Role-Based Approach

Based on the previous outline on ITG and DG, the following section introduces a role-based approach to enhance ITG with a data perspective and integrate both towards a holistic and consolidated view. For this purpose, the next section first deals with the requirements of ITG taking DG issues into account. By conducting a case study analysis focusing on DG demands we also consider business

practice needs (Sect. 3.1). Sect. 3.2 then deals with the practical implementation of the previously derived insights and requirements using a generic role model approach.

3.1 Example Cases: Insights from Data Governance Practice

As the gaps and deficits of previous approaches show, there is a particular need for considering data-related aspects in ITG models and methods more deeply. In order to elicit the requirements building the basis for the subsequently presented role model also taking a practice-oriented view, we use selected examples from an analysis of case studies to illustrate the variety of impacts influencing a DG initiative. The selected case studies are part of an in-depth literature review in order to investigate DG not only from a scientific but also from a practical perspective. The selected single case studies have been collected and compared on a meta level considering the identified aspects of DG as shown in Figure 2. For each case study, we summarized the case, identified its items of focus, and checked the sources in terms of considered DG activities (data as an asset). Moreover, we also took the level of execution into account to derive insights on organizational structures and accountability concerns.

Table 1 shows the sample of example cases which is meant to provide an exemplary overview of the practical relevance of the above mentioned aspects taking a more holistic DG approach.

Case	Summary	Items of focus	DG activities	Level of execution	Source
#1	Telxon, client to PwC, had to restate its financial statements for the fiscal years 1996-1998. PwC got accused that it consciously disregarded generally accepted accounting principles. Communication files and documents that should serve as proof were not produced or even destroyed.	Regulatory compliance	Enforce guidelines and policies for storage of communication and documentation.	Individual level: employees have to stick to guidelines and evaluate meaningfulness of documents.	[24]
#2	Indian beneficiaries sued the US government to have fraudulently ignored its fiduciary duties on handling trust accounts by not securing the data from unauthorized access from the internet.	Privacy and security / Regulatory compliance	Audit of stored information, storage architecture and assessment of appropriate handling. Develop guidelines for storage and handling.	Company level: validation of information asset and its proper handling according to regulatory requirements.	[24]
#3	The FTC accused Petco violating its own privacy declaration on its web shop and thereby violating FTC Section 5. Despite the statement, that all personal and critical information are stored encrypted, data about credit card number, expiration date, name, address, and further personal information were stored unencrypted and breachable by unauthorized access.	Privacy and security	Audit of privacy statements and comparison to regulatory enactments.	Line of business, company level: evaluate policies and commitments, assessment and alignment of privacy declarations and procedures/ architectures.	[24]
#4	British Telecom initiated data quality efforts to improve and speed up service delivery as a reaction to telecommunications market deregulation and rising competition. Data were bad and Information Policy was hardly adopted by line managers due to perceived high efforts.	Data quality	Asses, improve, and measure data quality, deploy proper policies for the usage and creation of data and convincing managers by monetary benefits to align data with strategic efforts.	Line of business, company level: enforce adoption of data quality tools and policies to align data assets for its usability and alignment with corporate strategy.	[15]
#5	A telecommunications company erased fax numbers from their customer databases as a reaction to complaints. Customer service used fax to confirm trouble tickets and thus was unable to operate.	Corporate strategy	Respond to customer needs and corporate wide distribution as well as alignment of policies.	Line of business, company level: asses validity of data and communication policies and align with business processes.	[4]

Table 1: Sample of cases linked to DG

These cases demonstrate exemplarily the diverse tasks and activities that researchers and business practice link to DG. Review on the articles helps to deduct and underpin requirements for a DG organization and serve as a basis for the development of the presented artifact from a practical perspective, augmenting the theoretical foundations.

The cases show, that all considered aspects of a holistic DG approach also play a role in practical examples. Moreover, it appears to be beneficial to take an approach that is aligned with corporate strategy and is embedded within activities on company level taking a centralized approach.

Concluding from both, scientific research on DG and business practice insights, we derive several requirements for DG that can mainly be attributed to the five focus areas of ITG as mentioned above, also considering each of the four aspects derived from DG literature. These requirements can be summarized as follows[2]:

- *Alignment*: Fostering the alignment of business, IT, and data strategy; also including operational level to data related decisions and processes;
- *Value Delivery*: Ensuring high quality data and its appropriate provision;
- *Risk Management*: Improving and strengthening data compliance (privacy, regulatory, and legal compliance);
- *Resource Management*: Assignment of responsibility and accountability for efficient use and provision of data assets;
- *Performance Management*: Providing control mechanisms for data and information.

In order to meet these requirements, structures, processes and appropriate mechanisms have to be implemented in order to embed data-specific aspects into the organization's governance function.

Scientific DG concepts so far cover most parts relevant to the issue of data quality. These frameworks and approaches are rich in suggestions on how to ensure high quality data throughout an entire organization by allocating decision right, accountabilities, roles, and responsibilities [cf. 29]. As derived from the meta analysis of example cases, both business practice and several scholars claim for a more holistic approach to DG that incorporates and executes functions and requirements for the security and privacy of data assets.

3.2 Roles and Tasks for Implementing ITG and DG

Subsequent to our above findings as well as an analysis of role descriptions from existing DG designs, we formulate an approach that may be used as an initial setup for integrating IT and Data Governance aspects into an organization. Despite specific factors that have to be considered in deriving appropriate DG structures for a specific organization, the identified roles and functions are seen to be of particular importance in order to on the one hand embed DG into possibly existing ITG structures and functions and, on the other hand, to implement a centralized and holistic DG approach considering the above mentioned aspects. At the same time we would like to stimulate scholars and practitioners to grasp upon our design to foster discussion and development on DG.

The role model is meant to be a first approach towards integrating both ITG and DG by focusing on the appropriate organizational structures that have to be implemented. This is done by considering

- existing conceptions of roles and functions from DG literature and business practice covering the above mentioned aspects and allowing for a more holistic and ITG integrated approach (particularly cf. [29, 27, 3]).
- existing conceptions of roles and functions from ITG literature that are seen to be required for the implementation of ITG enhanced by DG related tasks (particularly cf. [21, 09]).

[2] These requirements are not intended to be exhaustive but provide fundamental demands for DG in our view.

In terms of our conceptual base, we argue that focusing on data quality aspects solely does not sufficiently meet the requirements and needs that are postulated by business practice and regulatory bodies in terms of the organization's capability to handle data in an appropriate manner. We suggested a definition on DG (Sect. 2.2.) that reflects a holistic approach to DG that covers the entirety and general aspects in the handling of data. This formulation enables a wide-open rectification for further research and refinement.

The derived generic model of DG and ITG roles and functions hence incorporates both ITG and DG aspects by particularly considering operational use of data and the management and control of data assets through the appropriate bodies. Based upon derived requirements from the case study analysis it is necessary to incorporate further facets of data handling into the DG organization. Again, ensuring data quality is one out of various bricks to meet regulatory requirements and customer satisfaction. Correct handling in terms of privacy and security is an additional challenge. At the same time, these items have to be aligned with ITG since there are plenty of overlaps within the tasks to meet. Central coordination of DG efforts and the alignment with ITG or any other corporate allegation is delegated to the "Data Governance Council" in predominant approaches [29, 27, 13, 10].

Since most companies do not account for a central DG body when implementing a respective initiative [15], we suggest merging the function of the ITG board to supervise the DG efforts at the same time to account for a centralized approach. First of all, this approach does evade doubling in central governance bodies and thereby does not charge acting subjects in an organization with additional duties. Second, we account for a more operational perspective defining the user role as a major function within data processing activities and the locus of data production in decision-making [23]. Moreover, the security and privacy aspect is implemented through the role of a security steward.

Figure 3 shows our approach to an integrated IT and Data governance role model that factors in postulated requirements from our meta case study and insights from [15] at the same time while matching the holistic definition for DG that we formulated in Sect. 2.2.

The lower part describes the ITG organization, particularly referring to [21] who analyzed literature on ITG and derived tasks and roles for implementing ITG as a management function. Here, ITG rules and standards form the basis for the organizational implementation of ITG which is enhanced by data-specific aspects in our model. On the top half of Figure 3 we incorporated widely adopted role descriptions for the chief data steward, business data steward as well as the technical data steward [cf. 29, 27] and added the security steward that is ultimatively responsible (in terms of execution of supervisory) that users are informed about security and privacy guidelines and policies in charge and to report new requirements and items to be secured to the chief data steward. This layout allows adoption to any shape of organizational structure whether it is centralized, decentralized, or even federated.

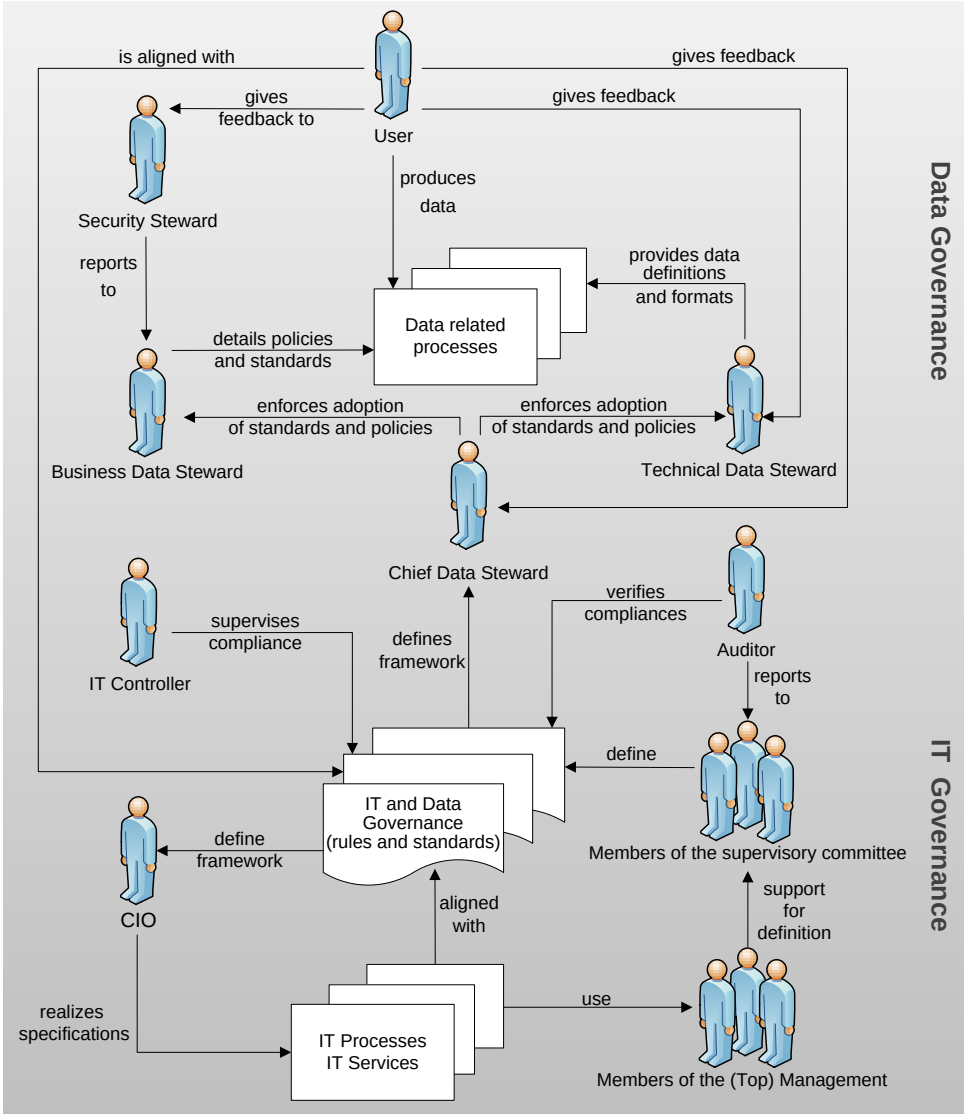


Figure 3: Integrated ITG and DG tasks and role model

4 Conclusion and Outlook

Analyzing DG literature reveals strong correlations to ITG research. A conjunction of the disciplines is underpinned by findings from several case studies which show that business widely neglects the installation of a central governance body [15], leading to the assumption of requiring mechanisms and appropriate institutions on all levels. The reasons might be various, but it can be assumed that the affinity of drivers and outcomes for both disciplines is one of them.

In accordance to our findings, we developed a roles and tasks model incorporating both scientific and practical insights and also taking a holistic approach to integrating ITG and DG structures and processes. The proposed roles and functions are to be seen as an initial outline on necessary tasks and bodies in order to define and substantiate the implementation of DG.

The presented approach is to be seen as an initial outline of how a holistic governance approach may be realized in a first step. However, the approach suffers from a number of limitations. First, strategic alignment may only be one starting point as a main focus area of ITG. Other approaches to ITG that take a more general view, especially frameworks such as ITIL or COBIT, may be enhanced by data

related perspectives. Second, the role model is too generic in order to be implemented directly. Future work has to be done in order to account for industry, company size, data amount, or other relevant specifics. In particular for defining roles and functions in general also country specifics as regards organizational structures (esp. U.S. and non-U.S. companies, branch, size, etc.) have to be considered in a more distinguished way [21]. Third, considering DSR principles it is necessary to evaluate the presented artifacts and demonstrate their use for problem solution. Future research should focus on conducting case studies, particularly validating the use of the presented role model and investigating possible adaptations concerning company or industry specifics.

As the paper has shown, ITG and DG are fields of research that are closely intertwined. Since ITG is a topic of high relevance that has been subject to research for several years now, it appears fruitful to base future work in the field of DG on prior research in that field enhanced by insights taken from related fields such as data quality management . The proposed artifact is intended to serve as a starting point to merge research streams, also accounting for business practice needs.

5 References

[1] Ardagna, C; de Capitani di Vimercati, S; Paraboschi, S; Pedrini, E; Samarati, P (2009): An XACML-based privacy-centered access control. Proceedings of the first ACM workshop on Information security governance, pp. 49-58.

[2] Casassa Mont, M; Sirovich, F; Sapino, M (2005): A system to handle privacy obligations in enterprises. HP Laboratories Report, http://www.hpl.hp.com/techreports/2005/HPL-2005-180.pdf. Accessed 2013-05-03.

[3] Cheong, L; Chang, V (2007): The need for Data Governance: A case study. ACIS 2007 Proceedings, Paper 100. http://aisel.aisnet.org/acis2007/100. Accessed 2013-05-03.

[4] Dyché, J (2007): A data governance manifesto: designing and deploying sustainable data governance. White Paper, Baseline Consulting. http://www.siperian.com/documents/WP_Jill Dyche_DataGovernance_June07.pdf. Accessed 2013-03-15.

[5] English, LP (1999): Improving data warehouse and business information quality. Wiley, New York.

[6] Helfert, M (2002): Proaktives Datenqualitätsmanagement in Data-Warehouse-Systemen. Soros Verlag, Berlin.

[7] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram S (2004): Design science in information systems research. MIS Quarterly 28:75-105.

[8] Initiate Systems (2010): Initiate Data Governance Survey Report. http://masteringdatamanagement.com/wp-content/uploads/2010/12/Initiate-Data-Governance-Survey-Report.pdf. Accessed 2012-08-07.

[9] ITGI (2003): Board Briefing on IT Governance. 2nd edn. http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/ResearchDeliverables/Pages/Board-Briefing-on-IT-Governance-2nd-Edition.aspx. Accessed 2013-06-05.

[10] Kathri, V; Brown, CV (2010). Designing Data Governance. Communications of the ACM 53(1): 148-152.

[11] Lucas, A (2010): Corporate Data Quality Management. From Theory to Practice, http://repository.utl.pt/ bitstream/10400.5/2089/1/CDQM_v21.pdf. Accessed 2013-06-09.

[12] Meyer, M; Zarnekow, R; Kolbe, LM (2003): IT-Governance. Begriff, Status quo und Bedeutung. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 45(4):445-448.

[13] OECD (2005): Gloassary of statistical terms. Corporate Governance. http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6778. Accessed 2013-02-13.

[14] Otto, B (2011): Data Governance. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 53(4):235-238.

[15] Otto, B (2011b): A Morphology of the Organisation of Data Governance. ECIS 2011 Proceedings, Paper 272.

[16] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems, 24(3):45-77.

[17] Pierce, E; Wendell, S; Yonke, C (2008): The State of Information and Data Governance. http://iaidq.org/members/doc/pierce-2008-04-data_governance_report.pdf. Accessed 2013-02-15.

[18] Redman, TC (1998): Improve Data Quality for Competitive Advantage. Communications of the ACM 41(2):79-82.

[19] Riffaie, M, Alhajj, R; Ridley, M (2009): Data Governance Strategy: A Key Issue in Building Enterprise Data Warehouse. Proceedings of the 11th International Conference on Information Integration and Web-based Application & Services – iiWAS'09, pp. 578-591.

[20] Russom, P (2006): Taking Data Quality to the Enterprise through Data Governance, TDWI Report Series, The Data Warehouse Institute, Chatsworth.

[21] Strecker, S (2009): Ein Kommentar zur Diskussion um Begriff und Verständnis der IT-Governance – Anregungen zu einer kritischen Reflexion. ICB Research Report.

[22] The Data Warehousing Institute (2002): Data Quality and the Bottom Line: Achieving Business Success through a Commitment to High Quality Data, TDWI, Seattle.

[23] Thomas, G (2006): Alpha Males and Data Disasters: The Case for Data Governance. Brass Canon Press, Orlando

[24] Trope, E; Power, E (2005): Lessons in Data Governance: A Survey of Legal Developments in Data Management, Privacy and Security. Business Law 61(1):471-516.

[25] Wang, RY (1998): A Product Perspective on Total Data Quality Management. Communications of the ACM 41(2):58-65.

[26] Watson, H.J., Fuller, C. and Ariyachandra, T. (2004). Data warehouse governance: best practices at Blue Cross and Blue Shield of North Carolina. Decision Support Systems 38 (3), 435-450.

[27] Weber, K; Otto, B; Oesterle, H (2009): One Size Does Not Fit All – A Contingency Approach to Data Governance. Journal of Data and Information Quality 1(1):Article 4.

[28] Weill, P; Ross, JW (2004): IT governance: How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results. Harvard Business School Press, Watertown.

[29] Wende, K (2007): A Model for Data Governance – Organising Accountabilities for Data Quality Management. ACIS 2007 Proceedings, paper 80.

Modeling and Analyzing Information Security in Secure Logistics Business Processes

Michael Middelhoff

Westfälische Wilhelms-University Münster, Department of Information Systems, Chair for Information Systems and Supply Chain Management, 48149 Münster, Germany, E-Mail: michael.middelhoff@wi.uni-muenster.de

Carsten Böhle

Westfälische Wilhelms-University Münster, Department of Information Systems, Chair for Information Systems and Supply Chain Management, 48149 Münster, Germany, E-Mail: carsten.boehle@wi.uni-muenster.de

Bernd Hellingrath

Westfälische Wilhelms-University Münster, Department of Information Systems, Chair for Information Systems and Supply Chain Management, 48149 Münster, Germany, E-Mail: bernd.hellingrath@wi.uni-muenster.de

Abstract

Security aspects in business models are an emerging research area, producing different approaches to cover the various forms of vulnerabilities in today's processes. The last decade has shown an increasing importance of security as an issue in supply chains as well. We therefore developed a comprehensive, standards-oriented methodology for security modeling and analysis in logistics processes, the Secure Logistics Processes (SLP) Methodology. In this paper we advance the SLP to include information security for secure information infrastructures. The concept of confidentiality, integrity and availability, also referred to as CIA Triad, is used to develop security policies for the information exchange in logistics processes to avoid information theft, manipulation and disruption.

1 Introduction

The research in modeling security aspects in business processes is aided by the advances in information security as information flows have an important role in business processes. As logistics and supply chain management are predominantly process-driven, we identified a gap in the consideration of security aspects in process models handling physical goods. "A [business] process is a discrete, holistic, temporal and logical sequence of those activities that are necessary to manipulate an economically relevant object" [4]. Hence interference will ultimately cause a variation in the outcome or the resource occupation in order to compensate influences. To consider physical security in logistics processes, we developed the Secure Logistics Processes (SLP) Methodology. The SLP is an integrated method for modeling and analyzing security concerns in logistics processes and its goal is to support the design and analysis of security-enhanced business processes based on individual security requirements. With the SLP processes can be designed or reengineered according to strategic security objectives, which are translated into specific security requirements and integrated into processes on operational level. The explicit formal notation for security concerns in logistics enables process and security managers to communicate and thereby enables a "security-by-design" approach. A supply chain is defined by Christopher as a "network of organizations that are involved, through upstream and downstream linkages, in the different processes and activities that produce value in the form of products and services in the hands of the ultimate customer." [5] These linkages are physical in terms of transports of goods and as well informational in the information flow directed up- and downstream the supply chain. Supply chains are physically and informational prone to unintentional and intentional disruptions. Whereby, security exclusively relates to unintentional events, e.g. criminal activities [1]. Accordingly, Closs and McGarrell define supply chain security management as "the application of policies, procedures, and technology to protect supply chain assets (product, facilities, equipment, information, and personnel) from theft, damage, or terrorism, and to prevent the introduction of unauthorized contraband, people, or weapons of mass destruction into the supply chain." [7] Information security is an important component, which has to be incorporated in the design and analysis of secure logistics processes. Therefore, in this paper the SLP is enhanced with the concept of confidentiality, integrity and availability, in order to extend the security-by-design approach to the information exchange in supply chains. This enables a structured development of information security measures within physical processes. With the strategic security objectives translated into specific security requirements, both physical and informational, security measures are designed in combination and are aligned to each other. Besides the secure process notation, it will also create transparency and awareness for information theft, manipulation and disruption.

This paper is structured as follows. First section 2 provides background on the modeling and analysis of security in business processes and summarizes the results of a literature research. Section 3 then introduces the overall approach of the SLP and present the extension to information security. Afterwards section 4 gives a short application example, which shows the exemplary use of the modeling technique. Section 5 concludes this paper and gives an outlook on further developments.

2 Business Process Security Modeling and Analysis

The development of the SLP is based on a comprehensive literature research, which is summarized in its main findings below. Modeling and analysis techniques have been identified by searching for general approaches related to business process security. Appropriate findings have been categorized in security modeling and security analysis and a backward search has been applied to the relevant

publications. Finally the categories have been analyzed in-depth to identify the motivation, techniques and goals of the approaches. The identification of relevant techniques has disclosed that the scientific state-of-the-art in the modeling and analysis of secure business processes is characterized by a number of fragmented approaches, which is also shown by Jakoubi et al.[11].

In general, three segments of security modeling approaches have been identified, which are applied to different modeling languages: syntactic extensions, semantic extensions, and annotations. The first group of syntactic extensions creates additional security model elements for existing modeling languages, which express the security aspects in the model. With different languages also the purpose of the extension varies. Lopez et al. based their approach on UML to create use cases for threat models and to define security requirements [13]. Rodríguez et al. utilized UML 2.0 activity diagrams [14] and in another method BPMN [15] for modeling security extensions. Semantic extensions in turn make use of existing elements and reinterpret their information to explain security aspects. Information security aspects have been discussed by Altuhhova et al., who used BPMN to express secure assets, risks and risk treatment [1]. In their approach they develop security requirements by modeling abuse cases. Wierda demonstrates how the ArchiMate 2.0 Motivation Extension can be interpreted for modeling security aspects [21]. As annotations can be used in many modeling languages to express additional information, some approaches attach formal or natural language information on security to the model elements. Two BPMN annotation techniques are presented by Ciuciu et al. [6], using a common, agreed upon semantic knowledge structure, and Paja et al. [19], analyzing objectives and interaction of participants to engineer security requirements.

With the different approaches in modeling business process security, there exists further a variation in analysis methods and tools. Herrmann and Herrmann present with MoSSBP a framework containing graphical concepts to specify security requirements, enforcement mechanisms and a collection of reference models and case studies [8]. Srivatanakul et al. transfer the formerly safety oriented method HAZOP to security, to provide a systematic analysis of potential security issues using UML use cases [16]. The ROPE (Risk-Oriented Process Evaluation) methodology has been presented by Jakoubi et al., which has as goal a risk-aware business process management and optimization. ROPE combines capabilities of business process management, risk management and business continuity management to model threats, preventive and reactive counter measures as well as recovery measures [12]. Further analysis techniques have been identified in the literature, but none were suitable for a process-oriented analysis of security aspects in logistics processes.

Out of the presented approaches the syntactic extensions is seen as the most suitable technique for the SLP. Semantic extensions are less suitable to depict the implemented security measures in physical processes, as those cannot clearly differentiate from other physical non-security activities. Annotations in turn are not integrated into the sequence flow of a process and often focus an automated analysis using a defined syntax. This does not allow to model security measures as activities within the process. For the process-driven logistics and supply chain management it is reasonable to extend the available modeling languages to consider security aspects within the process models. This allows adapting as well known process analysis methods to the security elements and thereby enables the use of established techniques.

3 The SLP Approach

The development of the SLP was based on the finding from the literature research that there is no comprehensive method for a process-based security management in logistics at design time available.

There do exist modelling approaches for information security, which use syntactic extensions as proposed in this paper (c.f. Rodríguez et al. [15]). A gap in the state of the art has been identified in the lack of integration in physical process security and an aligned derivation from common security goals with physical and informational security requirements implemented into process models. The SLP approach targets a conceptual and structured methodology to derive these requirements jointly from common strategic security goals. With the need of a process-oriented security modeling language for logistics processes, the SLP has been designed to fill this research gap. It presents a set of methods for modeling and analyzing security requirements and their implementation in logistics processes. To extend the scope of the SLP we seek to include IT-systems and information security into the set of security process elements to provide modeling and analysis of security in information exchange. The ultimate goal of the SLP remains to conceptually design secure processes adhering to the principle of "security-by-design". The SLP is based in a procedure model described below, comprising six phases covering the definition of strategic security objects to identify security requirements and their implementation on operational process level. One of the central components is the development of a security-enhanced business process modeling language. According to the literature research, we first focused the physical security of logistics processes, which is extended to information security in this paper. The security modeling is the central input for the security analysis and for the detection of vulnerabilities and inconsistencies with regulations, which ultimately supports the design of secure-by-design processes. SLP is built on existing concepts from the literature to provide a solid foundation and to reduce obstructions for process and security experts. SLP adheres to established standards in conceptual modeling as a prerequisite for the common acceptance of such an approach.

3.1 Development Phases

The SLP concepts are embedded into an overall procedure model, i.e. a complete reengineering approach for conceptually designing and implementing secure processes. This section describes the six phases of the SLP methodology, which have been mentioned above. The figure below presents an overview of the phases and the possible transitions between them.

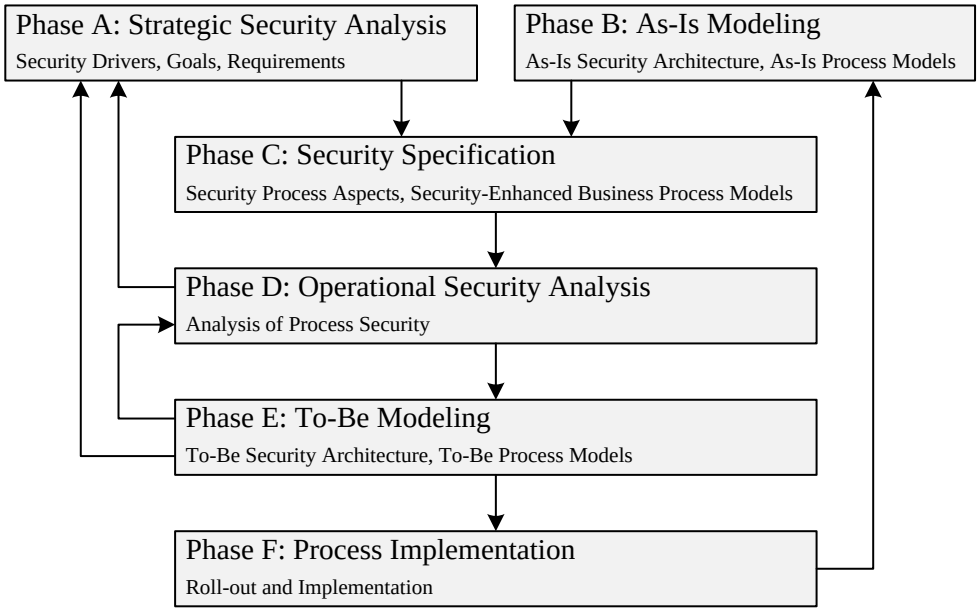


Figure 1: Overview of SLP Development Phases

Phase A (Strategic Security Analysis) is targeted at identifying general Security Drivers, defining Security Goals and deriving Organizational Security Requirements. This information forms the basis for all subsequent security investigations. The objective of phase B (As-Is Modeling) is to obtain a coherent and comprehensive understanding for the existing situation by developing a high-level process overview along with the underlying IT infrastructure (As-Is Security Architecture). Furthermore, detailed As-Is Process Models are created. Phase C (Security Specification) aims at defining a clear scope for the current security investigations by setting concrete Project Security Goals, deriving security requirements for the operational processes (Security Process Aspects) and extending the existing process models with relevant security concepts (Security-Enhanced Business Process Models). Phase D (Operational Security Analysis) is concerned with assessing the fitness of the As-Is processes in the given security context and detecting any kind of critical or unwanted behavior. For this purpose, the processes are evaluated for their protection against threats and existing vulnerabilities. Moreover, the match between stated security requirements or regulations and the implemented measures is checked and respective inconsistencies are detected. Security Analysis Rules support this assessment. The objective of phase E (To-Be Modeling) is to conceptually design an optimized secure architecture (To-Be Security Architecture) as well as secure business processes (To-Be Process Models). Phase F (Process Implementation) finally deals with the roll-out and implementation of the conceptually designed secure business processes as the final step of a process reengineering project.

3.2 Security Artifacts

The SLP methodology builds on and utilizes a set of Security Artifacts. Table 1 summarizes these artifacts along with the respective representation methods used. They are ordered in correspondence to the phases of the procedure model (cf. 3.1) in which they are developed. The security documents are generic documentations, which are required for a structured definition of drivers, goals and requirements. ArchiMate is an established modeling notation for enterprise architecture and is therefore helpful in modeling the As-Is and To-Be Architecture for a high-level overview [17].

Security Artifact (Developm. Phase)	Description	Representation Method
Security Drivers (A)	Security-related incidents and circumstances (internal or external) that drive the organizational change towards increased security awareness and implementation	Security Drivers Document
Strategic Security Goals (A)	Long-term, high-level security objectives of an organization	Security Goals Document
Organizational Security Requirements (A)	Organizational parameters and framework conditions required for successful security management	ArchiMate 2.0 Motivation Extension
As-Is Security Architecture (B)	High-level overview of the existing processes and their interdependencies as well as the underlying IT infrastructure	ArchiMate (incl. Motivation Extension)
As-Is Process Models (B)	Detailed representations of the existing processes under investigation	BPMN
Project Security Goals (C)	Detailed formulation of the concrete scope and objectives of the current security investigations	Project Goals Document
Security Process Aspects (C)	Security requirements and concepts on the operational process level	BPMN Security Extension
Security-Enhanced Business Process Models (C)	Extension of the As-Is process models with modeling concepts for security process aspects	BPMN (incl. Security Extension)
Security Analysis Methods (D)	Analysis and description of vulnerabilities, inconsistencies and unwanted behavior along with the corresponding consequences	e.g. Predicate Logic, Patterns, Views, Abuse case
To-Be Security Architecture (E)	High-level overview of the aspired processes and their interdependencies as well as the underlying IT infrastructure	ArchiMate (incl. Motivation Extension)
To-Be Process Models (E)	Detailed representations of the aspired processes along with security-relevant concepts	BPMN (including Security Extension)

Table 1: The SLP Security Artifacts

3.3 Security Modeling

To support a comprehensive identification of security requirements and interdependencies within the application context, security modeling is structured in two levels. On the first level SLP provides an overview of security requirements and related processes. The context is depicted similar to an Enterprise Architecture, which is commonly used to model strategically relevant aspects and interconnections of an organization. It thereby provides the necessary means to consider security goals and requirements in the security modeling. The second level aims at the realization of security requirements on operational level. The security-enhanced business process modeling is used to specify the implementation of the high level security requirements.

3.3.1 Security Architecture

The SLP requires the definition of a security architecture. This architecture is a high level overview of requirements, existing business processes with their interdependencies as well as software applications and the underlying IT infrastructure. For this, SLP makes use of the enterprise architecture modeling language ArchiMate and in particular the ArchiMate 2.0 Motivation Extension, which has been suggested by Wierda [21]. The architecture modeling provides the required transparency and

awareness for security and process experts. Eight modeling elements are introduced by the ArchiMate 2.0 Motivation Extension, which are shown in Figure 2. A Stakeholder represents a role which has security concerns. The need for security analysis and redesign stems from Drivers. An Assessment represents the outcome of the analysis of a driver. Based on these, Goals are formulated which describe what a stakeholder wants to achieve. It has now to be specified how this has to be done. For that purpose, Principles describe normative laws that any implementation has to adhere to. Requirements define what a system or process must realize whereas Constraints restrict the design freedom. Influence Relationships provide information on how these elements positively or negatively influence each other [21].

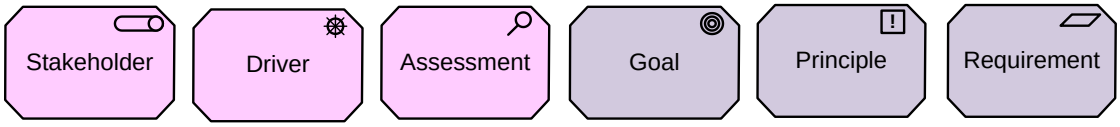


Figure 2: ArchiMate 2.0 Motivation Extension Elements [18]

3.3.2 Security-Enhanced Business Process Models

According to the findings from the literature research, the SLP development initially focused on security-oriented modeling extensions for physical process aspects. For the security process aspects, which are required in phase C, further information security components have to be introduced to the modeling language on the operational level. Whereby the physical aspects investigate security measures and states of the process, the information aspects define requirements for information exchanges, which are potentially subject to a security breach and therefore have to fulfill the requirements of confidentiality, integrity or availability. These aspects can also be derived from initiatives or independently from project goals or security audits. One example is the ISO/IEC 27001, defining an information security management system (ISMS) standard, to which companies can get certified [9]. Additionally the ISO/IEC 27002 provides best practices and controls according to the requirements of ISO/IEC 27001 [10]. By applying the concepts of confidentiality, integrity and availability (CIA) to the modeling of information objects in BPMN, security requirements can be formally introduced into the model. They describe the prevention of their direct complements disclosure, alternation and denial. The utilization of BPMN as modeling language to be extended is reasonable, as it is a dominant business process modeling standard, which is widely used in practice and has a clearly defined meta-model. The implementation of CIA can either be detection or prevention oriented in an appropriate level depending on the application context. To apply the SLP to the logistics processes in general, the presented security extensions only state requirements for CIA and do not define the operational implementation itself. This is motivated by the aim of a generalizable security modelling approach for logistics processes. Confidentiality refers to the protection of data from unauthorized access and is an important building block of data privacy. It can be implemented through a variety of techniques on different operation layers, i.e. data encryption. Integrity is the ability to detect unauthorized or undesired changes in data objects and to reverse these changes. An example for an authorized but undesired alternation in the focus of intentional attacks is sabotage within the company. Lastly, availability is the requirement to guarantee the access to data if needed, which can be compromised by so called denial of service (DoS) attacks, which cause an information flow to disrupt [2]. The following list of modeling elements are exemplary extensions to the BPMN toolset and do not claim to be exhaustive. The three CIA requirements can be used in combination with existing BMPN elements to state their requirements on them. The set of security elements is thereby extendable beyond the elements shown here. Additionally in the context of logistic

material flow processes, special information security events are used to enable a modelling of information breach processes.

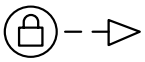
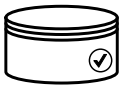
Name	Description	Symbol	Exemplary Attributes
Symbols for CIA Requirements			
Confidentiality	Marks object which has to fulfill confidentiality		**Object dependent**
Integrity	Marks object which has to fulfill integrity		
Availability	Marks object which has to fulfill availability		
Derived from Swim Lanes/Pool			
Secure Message Flow	Marks an information exchange which requires confidentiality on all data objects passing the flow.		**Encryption:** RSA, AES … **Authorization:** Key owner
Derived from Artifacts/Data Object			
Integrity Information	Marks a data object which enables a detection of unauthorized or undesired changes.		**Check:** checksum, backup …
Secure Message	Marks a message which requires that its content is secured against authorized access		**Encryption:** RSA, AES … **Sender:** message sender **Receiver:** message receiver
Failsafe Data Store	Marks a data store which is to be available on all required times		**Technology:** Mirroring …
Derived from Events/Intermediate Event			
Information Compromise	Marks the interruptive transition to a state where information security has been violated		**n/a**

Table 2: The SLP Information Security Business Process Artifacts

3.3.3 Extending CIA to the Parkerian Hexad

Parker described some limitations of the CIA Triad in his book "Fighting Computer Crime" [20]. The main argument is that it is too restrictive in describing security issues. For example, if private information is only stored on one flash drive and gets lost, the CIA Triad would state that confidentiality and availability are compromised, because the data can be read by someone else and it is not available to one self. Further, if it is returned to the owner, he is not able to proof that the data is unchanged. If the data would have been encrypted, confidentiality would be guaranteed as long as the encryption holds, but integrity and availability are still withdrawn. Parker suggested an extension of the model to confidentiality, possession, integrity, authenticity, availability and utility, which became known as the "Parkerian Hexad". He took the CIA components, but interpreted integrity as correctness or completeness of data, instead of the detection of unauthorized or undesired changes [2]. Possession refers to the physical disposition of in information object. In the example, this is the flash drive containing the data. Authenticity is the proper attribution of information to identify the owner or creator. It is also known as nonrepudiation, meaning that is shall not be possible to create data under

other identities. Utility is the only non-binary value, which describes the usefulness of information. An encrypted data object has low utility, as long as the key is unknown. With this model the description of information leakages can be explained more precisely. The Parkerian Hexad can also be integrated into the SLP if more detailed specification of the information security requirements becomes necessary. It is compatible with the CIA Triad, which allows introducing further elements for the concepts of possession, authenticity and utility.

3.4 Security Analysis

With the security tailored model elements introduced by the SLP, it is possible to perform specific security analyses on the process models. This allows improving the security techniques implemented in the processes. As of the process-oriented security elements in the SLP so far, also the information-oriented elements can be analyzed by nearly the same qualitative and quantitative techniques. Qualitative analysis can provide a thorough understanding of the subject matter and its context. Examples are views, which is a concept from the Enterprise Architecture Management. Views are partial models tailored for the needs of specific stakeholders. For example, for auditing purposes it will be interesting to highlight the requirements posed by a standard and the processes in the company realizing these, i.e. how compliance is being achieved. Another example is abuse cases, which describe an abstract transaction within the system or with the environment. They are commonly used to create interaction models describing an unwanted behavior and to compare those to the implemented security measures. Formal computational techniques can be applied in quantitative analysis methods, using mathematical data. Rules based on predicate logic can take attributes of processes and elements to express specific system configurations. It is then possible to immediately detect undesired configurations or to determine interdependencies within the system. Second, pattern analysis is a process-oriented method, which searches for recurring or matching process structures. Attackers with insider information might use the influence of the information flow on the sequence of the process and influence thereby the execution. Abuse-patterns can be used to search for a specific process structure, which is vulnerable to a known weakness. If a weakness is known, all current and future processes can automatically be searched for such patterns.

4 Application Example

The following example describes the situation of a logistics service provider (LSP). This LSP only operates in Europe and works together with other LSPs worldwide in order to offer global shipments to customers. In return, the LSP takes over parcels from cooperating LSPs outside Europe and delivers them to their destinations. Information exchange has an important role in this scenario, because on the one hand information is required for the fluent operation of processes and on the other hand parcel information contains sensitive private data. Figure 3 illustrates the identification of requirements using the ArchiMate 2.0 Motivation Extension as described before. The LSP and the government, respectively the society, have an interest in protecting sensible information. The architecture is not complete in this case, because there is no connection to realization on the operational level for this example. A protection of valuable information and the prevention of cyber-crime are the key aspects, which branch into information privacy and economic espionage. As shown, drivers can be valid for multiple stakeholders and so forth. These are then connected to assessments of the identified risks. Resulting goals are in the end realized by principles and requirements for the operational level. The example further concentrates on the information security aspects and neglects physical security requirements. Those would be contained similarly in the requirements model.

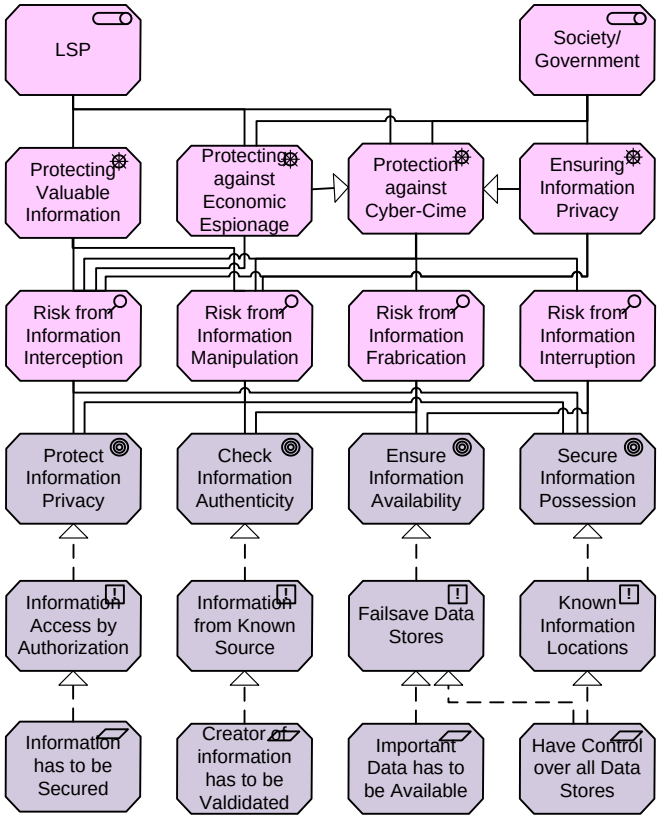


Figure 3: Example of Information Security Requirements using ArchiMate 2.0 Motivation Extension

Figure 4 illustrates a fictive example process of a parcel send from on LSP to another. The example does not claim to adhere to data privacy regulations, since this is not required for demonstration purpose. Prior to the sending of the parcel to the domestic LSP, advance information is requested, which is used to assess the risk of each individual parcel. Since the parcel information might contain sensible private data, the information exchange between the LSPs have to fulfill the confidentiality requirement to prevent unauthorized access. The data object containing the information is not allowed to be altered to manipulate the later risk assessment. Attackers might send harmful parcels and at the same time, attack the information system and change the information to obfuscate the malicious shipment. The information validation accesses a data store, which contains information on valid package data used in the validation. The data store has therefore to be available for all validation attempts, requiring the fulfillment of availability. In case an integrity violation is detected in the advance data, a denial message, containing information on the integrity violation, is returned to the sending LSP, who can then react and analyze the information breach. This message has again to fulfill confidentiality and further integrity to assure, that the information on the information breach is transferred correctly. An exemplary vulnerability is a man-in-the-middle attack, in which attackers secretly listen to the communication and might also change messages. Only if the advance information passed the validation to proof integrity, the parcel can be approved for shipment. In this case, the domestic LSP sends an approval message on the secured information exchange, so attackers are not aware, which parcels will be shipped. Analysis results are also stored for statistical purpose in a data store, which has to provide confidentiality, because of the sensible nature. Since this data store is not required for further operation, it has not to guarantee availability at all times.

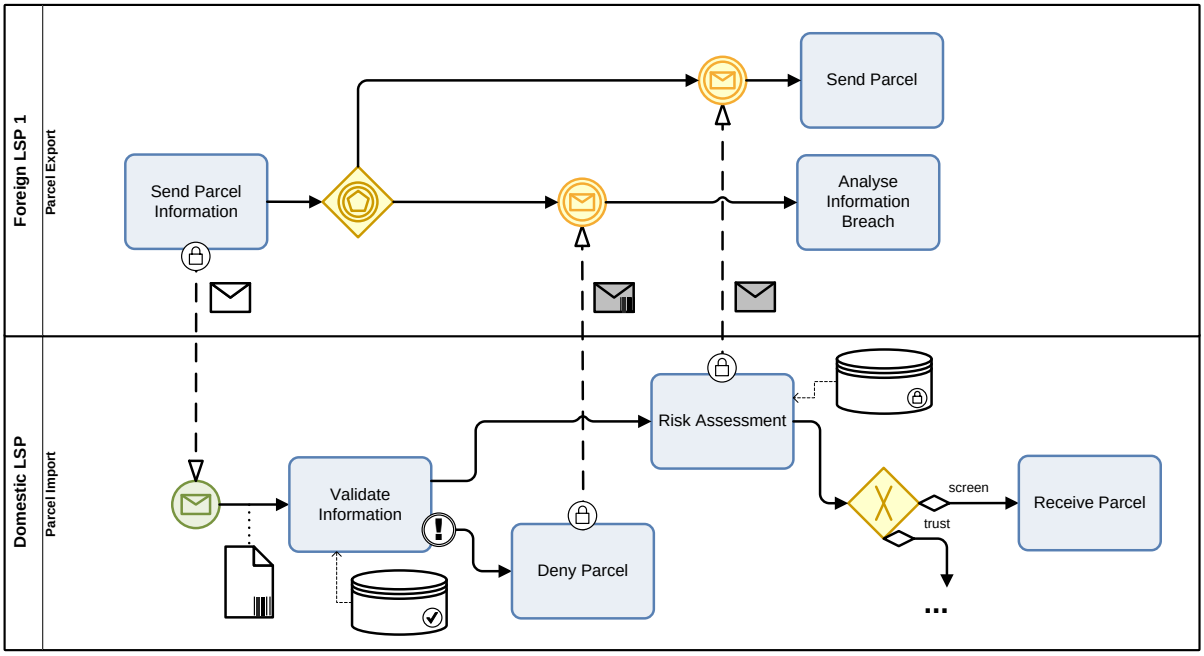


Figure 4: Security-enhanced Business Process Model

The example illustrates how information security requirements can be integrated into the process model based on the existing BPMN elements. Introducing a specialized sequence flow in the process, which denotes a violation of security requirements enables a consistent modelling of countermeasures, which are clearly distinguished from the secure process flow. The requirements from above can be mapped against the process to perform a compliance check and to identify further improvement potentials for the security. Having security measures and requirements documented within the process also creates transparency and supports the communication between process and security experts. In case new security risks are identified, those can be integrated into the requirements model. They might be covered by existing requirements or might introduce new ones, which then have to be mapped against the process to proof their compliance or to identify security vulnerabilities.

5 Conclusion and Outlook

In this paper we extended the idea of the SLP to information security, introducing further methods and concepts to support the design of secure logistics processes. The CIA Triad is another established standard, which has been introduced to the SLP for a solid foundation and comprehensive toolset. The aim is to define a reengineering approach, which brings together process designer and security experts. Examples for analysis techniques have been given, which can also be used and extended for the consideration of information security. Additionally an application example presented the identification of information security requirements and a potential consideration on process level. Although software and IT systems are acknowledged by the SLP, they are not discussed in details in this paper. With the available information security aspects, information exchange can now be designed in line with the secure business processes, which support a consideration of software and IT systems under security requirements. The literature review has first revealed the lack of publications on secure processes in logistics and supply chain management. Second, most of the found approaches originated in computer science, which mainly neglected physical security. The former only physical process driven SLP

created a gap to the computer science approaches, which is now closed using CIA. There remains great potential for further improvements in the extension of security modeling and the analysis, using the security-enhanced modeling language. The limitation of the CIA Triad has been discussed in the comparison to the extended Parkerian Hexad. In further developments, the information security can also include this advanced model.

The modelling approach has been implemented in a prototype application, which supports the security enhanced process modelling and the requirements modelling using ArchiMate 2.0 Motivation Extensions for informational and physical security measures. A repository enables references across different process models between single elements. Security requirements can be mapped to process models or single elements, which implement the security measures. A compliance check across all requirements creates a report on whether requirements are fulfilled, and in case how, or if they are yet unfulfilled.

Acknowledgments. The research leading to these results has received funding from the German Federal Ministry of Education and Research in the context of the project “InPoSec.”

6 Literature

[1] Altuhhova, O, Matulevičius, R; Ahmed, N (2012): Towards Definition of Secure Business Processes. Lecture Notes in Business Information Research: CAiSE 2012 International Workshops, Workshop on Information Systems Security Engineering, Bajec, M., Eder, J. (Eds.), Heidelberg: Springer, pp. 1- 15.

[2] Anderson, J (2011): The Basics of Information Security: Understanding the Fundamentals of InfoSec in Theory and Practice. Syngress.

[3] Autry, C; Sanders, N (2009): Supply Chain Security: A Dynamic Capabilities Approach. Supply Chain Risk - A Handbook of Assessment, Management, and Performance, Zsidisin, G. A; Ritchie, B (Eds.), Springer US, pp. 307-329.

[4] Becker, J; Schütte, R (2004): Handelsinformationssysteme. Mi Wirtschaftsbuch.

[5] Christopher, M (2005): Logistics and Supply Chain Management. Prentice Hall.

[6] Ciuciu, I: Zhao, G; Mülle, J; von Stackelberg, S; Vasquez, C; Haberecht, T; Meersman, R; Böhm, K (2011): Semantic Support for Security-Annotated Business Process Models. Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling, Lecture Notes in Business Information Processing Vol. 81, Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 284-298.

[7] Closs, D. J; McGarrell, E. F (2004): Enhancing Security Throughout the Supply Chain. Special Report Series, IBM Center for the Business of Government.

[8] Hermann, P; Hermann, G (2006): Security Requirement Analysis of Business Processes. Electronic Commerce Research 6(3-4), pp. 305-335.

[9] ISO/IEC 27001:2005 (2008): Information technology -- Security techniques -- Information security management systems -- Requirements.

[10] ISO/IEC 27002:2005 (2008): Information technology -- Security techniques -- Code of practice for information security management.

[11] Jakoubi, S; Tjoa, S; Goluch, G; Quirchmayr, G (2009): A Survey of Scientific Approaches Considering the Integration of Security and Risk Aspects into Business Process Management. Proceedings of the 20th International Workshop on Database and Expert Systems Application, pp. 127-132.

[12] Jakoubi, S; Tjoa, S; Quirchmayr, G (2007): ROPE: A Methodology for Enabling the Risk-Aware Modelling and Simulation of Business Processes. ECIS 2007 Proceedings, Paper 47.

[13] Lopez, J; Montenegro, J. A; Vivas, J. L; Okamoto, E; Dawson, E (2005): Specification and Design of Advanced Authentication and Authorization Services. Computer Standards & Interfaces 27(5), pp. 467–478.

[14] Rodríguez, A; Fernández-Medina, E; Piattini, M (2007): M-BPSec : A Method for Security Requirement Elicitation from a UML 2.0 Business Process Specification. Advances in Conceptual Modeling - Foundations and Applications, Lecture Notes in Computer Science Vol. 4802, pp. 106-115.

[15] Rodríguez, A; Fernández-Medina, E; Piattini, M (2007): A BPMN Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes. IEICE Transactions on Information and Systems 90-D(4), pp. 745-752.

[16] Srivatanakul, T; Clark, J. A; Polack, F (2004): Effective Security Requirements Analysis: HAZOP and Use Cases. Information Security: 7th International Conference, Lecture Notes in Computer Science Vol. 3225. Palo Alto, CA: Springer, pp. 416-427.

[17] The Open Group (2009): ArchiMate http://www.opengroup.org/subjectareas/enterprise/archimate. Access date: 22.09.2013

[18] The Open Group (2009): ArchiMate 2.0 Specification http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate2-doc/chap10.html. Access date: 22.09.2013

[19] Paja, E; Giorgini, P; Paul, S; Meland, P. H (2012): Security Requirements Engineering Support for Security-Annotated Business Processes. Workshops on Business Informatics Research, Lecture Notes in Business Information Processing Vol. 106, pp. 77-89.

[20] Parker, D (1998): Fighting Computer Crime. Wiley.

[21] Wierda, G (2013): Mastering ArchiMate - Edition I.

cLog: Complex Event Log Synthesis Tool

Julius Holderer

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Abt. Telematik, 79098 Freiburg,
E-Mail: holderer@iig.uni-freiburg.de

Abstract

Geschäftsprozessmanagement (GPM) im Großen weckt hinsichtlich der Geschäftsprozesssicherheit einen Bedarf an Sicherheitsmechanismen, wie Monitore und Audits, die in Zukunft nicht einen oder isolierte Prozesse analysieren - wie es derzeit der Fall ist -, sondern mit vielen vernetzten Prozessen umgehen können müssen. GPM im Großen zeichnet sich dahingehend zum einen durch flexible Prozessstrukturen aus. Zum anderen entstehen mit den großen Mengen an Prozessen bei GPM im Großen auch große Mengen an Event-Daten, sogenannte „Big Data“. Zur Evaluation dieser Mechanismen werden Log-Files benötigt, in welchen die Charakteristika des GPM im Großen kodiert sind. Dieser Beitrag stellt zunächst einen Ansatz zur Synthetisierung solcher Log-Daten vor, der die Möglichkeit bietet, auf Basis von Prozessarchitekturen Variationen von Logs zu erzeugen, die ggf. Sicherheitseigenschaften verletzen. Zum anderen wird die Implementierung des entwickelten Ansatzes, das Tool *cLog*, gezeigt. Es verwendet spezifische Funktionen von jBPM, einem Java-basierten Open Source Workflow-Management-System, und kann Logs in gängigen XML-basierten Miningformaten (XES, MXML) erzeugen.

1 Einleitung

„GPM im Großen“ dient als Sammelbegriff für die Beschreibung von Ansätzen für das Management komplexer, realer Unternehmensprozesse [17]. Während sich konventionelle GPM-Forschung vor allem auf einzelne Prozesse oder Szenerien mit wenigen isolierten Prozessen konzentriert, liegt die bevorstehende Herausforderung für GPM darin, große Mengen an ineinandergreifenden, zwischenbetrieblichen Prozessen zu bewältigen. Dies gilt auch für Sicherheitsmechanismen, wie Monitore und Audits. GPM im Großen weist unter anderem folgende Eigenschaften auf [17]: zwischenbetriebliche Ökosysteme und Business Networks; flexible Prozessstrukturen; zunehmende Zahl eng miteinander verbundener, voneinander abhängiger Prozesse; konfigurierbare Prozessmodelle, große Prozessportfolien.

Existierende GPM-Methoden und -analysewerkzeuge sind jedoch für GPM im Kleinen konzipiert, d.h. für die Analyse einzelner bzw. kleiner Mengen von Prozessmodellen. Deshalb besteht in der Tat ein Bedarf an Mechanismen, die für die Herausforderungen von GPM im Großen bereit sind (vgl. [17]). Wo groß angelegte Prozesse in (ggf. cloud-basierten) service-orientierten Umgebungen oder gar im globalen Netz ausgeführt werden, können elementare Aktivitäten fein- oder grobkörnigen Protokollereignissen zugewiesen werden. Hierdurch weisen Prozessprotokolle zunehmend alle typischen Eigenschaften von „Big Data“ auf, wie große physische Verbreitung, Formatvielfalt, nicht-standardisierte Datenmodelle oder heterogene Semantik.

Um die Funktionsweise von Sicherheitsmechanismen, wie Audits [3, 4] oder Monitore [2], testen zu können, werden Ereignisprotokolle (engl. Event-Logs) benötigt, die Prozessausführungen enthalten, welche zum einen Prozessflexibilität, zum anderen Prozessverletzungen (Non-Compliance) einschließen und dabei strukturelle Schwachstellen, Prozessdynamik, beabsichtigte Attacken und Benutzerfehler nachahmen [23, 24]. Derartige Ereignisprotokolle können als Eingabe für Monitoring-, Auditing- und Mining-Werkzeuge dienen und ermöglichen dabei Entwicklern deren Kill-Rate, also die Präzision, mit welcher die Verletzung von festgelegten Sicherheits- oder Compliance-Eigenschaften oder Abweichungen vom Prozessmodel identifiziert wird, zu bewerten. Geschäftsprozess-simulationstechniken können diese Durchläufe generieren. Jedoch gibt es aktuell kein Verfahren (z.B. [37, 9, 35]) oder Tool (z.B. [39, 41, 7, 8], vgl. [18] für eine Übersicht) welches die kontrollierte Generierung von Ereignisprotokollen berücksichtigt und dabei Flexibilität und Sicherheits-verletzungen eines spezifischen Prozesses beachtet [1, 34].

Der hier vorgestellte Beitrag versucht das Verhalten des BPM im Großen hinsichtlich der dabei entstehenden großen Log-Daten zu emulieren. Er lässt sich in einen konzeptionellen Teil und einen praktischen Teil mit anschließender Evaluation der wesentlichen Aspekte gliedern. Im konzeptionellen Teil wird eine Vorgehensweise vorgestellt, mithilfe der die Erzeugung von „Big Log Data“ ermöglicht werden soll. Dies umfasst die Konfiguration von Simulationsläufen, welche GPM Charakteristika, wie bspw. Prozessvariabilität, kodiert, und die symbolische Ausführung von Geschäftsprozess-architekturen. Im praktischen Teil wird das Stand-Alone-Tool *cLog* vorgestellt, welches den entwickelten Ansatz implementiert und große Logs generieren kann. Bei der Implementierung wurden spezifische Funktionen von jBPM, einem Java-basierten Open Source Workflow-Management-System (WFMS) verwendet.

Aufbau: Abschnitt 2 erläutert die für diesen Beitrag als relevant angenommenen Charakteristika von GPM im Großen. Abschnitt 3 stellt den allgemeinen Ansatz vor, dessen wesentliche Bausteine detaillierter in Abschnitt 4 erläutert werden. Das Tool *cLog* wird in Abschnitt 5 beschrieben und hinsichtlich der wesentlichen Aspekte evaluiert.

2 Charakteristika des GPM im Großen

Ziel des Ansatzes ist es, Logs zu generieren, welche einer GPM im Großen Szenerie entstammen könnten. Deshalb werden nur Charakteristika des GPM im Großen (Abbildung 1) in Betracht gezogen, die direkte Auswirkungen auf Logs haben. Dies sind in erster Linie Charakteristika hinsichtlich der Prozessstruktur.

Charakteristik 1, 3, 4, 5, 10 (im Sinne von „lose gekoppelten“ Prozessen) charakterisieren die Prozesskonstellationen, welche bei GPM im Großen auftreten können (von „lose gekoppelt“ bis hin zu großen miteinander verbundenen, voneinander abhängigen Prozessen). Diese Charakteristika spiegeln sich in Geschäftsprozessarchitekturen wider. Eine Geschäftsprozessarchitektur ist eine Sammlung von Geschäftsprozessen und ihren Wechselwirkungen miteinander [11]. Der Fokus liegt also nicht, wie bei Choreographien von Prozessen, auf der Interaktion selbst, oder wie bei Orchestrierungen, auf der zentralen Steuerung eines Prozesses, sondern auf allen Prozessen und den Wechselwirkungen der Prozesse miteinander. [11] beschreibt unterschiedliche Arten von Relationen die zwischen einzelnen Prozessen in einer Prozessarchitektur vorkommen: Komposition (repräsentiert einen Geschäftsprozess

Charakteristika	GPM im Kleinen	GPM im Großen
1. Zeitlicher und räumlicher Fokus der Prozessdefinition	Fokussiert eine oder wenige kooperierende Organisationen	Fokussiert umfassende Geschäftsnetzwerke und Ökosysteme, an denen viele Organisationen teilhaben
2. Strukturierung der Prozesse	Oft a priori festgelegte Prozessstrukturen	Flexible Prozessstrukturen, die an sich ändernde Situationen anzupassen sind
3. Anzahl verschiedener Prozesstypen	Oft a priori festgelegte Anzahl definierter Kern- und Supportprozesse	Wachsende Anzahl von Prozessen durch konfigurierbare Prozessmodelle und große Prozessportfolios
4. Abhängigkeit zwischen Prozessen	Oft wenige Abhängigkeiten	Viele Abhängigkeiten
5. Anzahl der Anspruchsberechtigten	Geringe Anzahl von Anspruchsberechtigten in einzelnen Prozessen	Hohe Anzahl von Anspruchsberechtigten in unternehmensübergreifenden Prozessen
6. Dynamik der Prozessveränderung	Oft stabile und selten angepasste Prozessstrukturen	Oft angepasste und flexibel konfigurierte Prozessstrukturen
7. Heterogenität verwendeter Modellnotationen	Geringe Heterogenität	Ausgeprägte Heterogenität
8. Anzahl unterschiedlicher Institutionen, die kooperative Prozesse koordinieren	Gering	Hoch
9. Vorherrschende Planungsrichtung	Top-down, oft zentrale Organisation	Bottom-up, dezentrale Organisation
10. Architektur von GPM-Systemen	Oft monolithisch	Lose gekoppelte GPM-Services

Abbildung 1: Charakteristika des GPM im Kleinen und GPM im Großen [17]

als Komposition vieler Subprozesse); Spezialisierung (ein Prozess spezialisiert einen anderen Prozess); Trigger (ein Prozess initialisiert einen anderen Prozess und startet abhängige Prozesse); Informationsfluss (Information oder andere Objekte fließen von einen Prozess zum anderen). Eine Architektur kann entsprechend der Kompositionsrelation nach [25] als Prozessmodell mit Subprozessen betrachtet werden. Ein Prozessmodell mit Subprozessen kann „geglättet“ werden; dies bedeutet, dass alle Unterprozesse in der Ebene des Hauptprozesses aufgelöst werden. Eine Prozessarchitektur ist somit mithilfe eines Prozesses ohne Subprozesse beschreibbar. Umgekehrt kann demnach ein Prozess auch als Prozessarchitektur verstanden werden. Ausgehend von diesem Verständnis wird nachfolgend der Begriff „Prozess“, respektive „Prozessarchitektur“, verwendet.

Aufgrund der Relevanz von Geschäftsprozessarchitekturen bei GPM im Großen sind diese in dem entwickelten Ansatz berücksichtigt. Um den Charakteristika 1, 3, 4, 5 und 10 gerecht zu werden, muss es darüber hinaus möglich sein, mehrere Prozesse bzw. Prozessarchitekturen einer möglichen GPM im Großen Szenerie in einer Log-Datei zu repräsentieren.

Charakteristik 2, 3 und 6 von GPM im Großen betonen die Flexibilität von Prozessen. Flexibilität von Geschäftsprozessen wird nach [20] als die Fähigkeit von Geschäftsprozessen definiert, sowohl mit vorhergesehenen als auch unvorhergesehenen Änderungen des Umfelds, in welchem sie agieren, umgehen zu können. Diese aus den Änderungen resultierenden Variationen spiegeln sich letztlich in den Ereignisprotokollen wider. Aus Sicht der Ereignisprotokolle ist es jedoch nicht relevant, auf welche Art und Weise oder zu welchem Zeitpunkt während der Prozessausführung diese Variationen eingeleitet werden, sondern lediglich, dass Sie im Log repräsentiert sind.

3 Überblick des Ansatzes

Abbildung 2 zeigt einen Überblick des Ansatzes. Das Verfahren nimmt zunächst eine Reihe von Prozessmodellen, welche *Prozessarchitekturen* repräsentieren, und generiert schließlich ein Ereignisprotokoll (*Log)*, welches *Traces* der ausgeführten Prozesse enthält.

Zu Beginn werden die *Simulationsläufe konfiguriert*. Die Konfiguration eines Simulationslaufs enthält eine *Prozessarchitektur*, welche durch ein Prozessmodell definiert wird, Modifikationseinstellungen und die *Anzahl an Traces*, die der Simulationslauf erstellen soll. *Traces* dokumentieren die ausgeführten Aktivitäten eines Prozessmodells als Reihenfolge von Ereignissen.

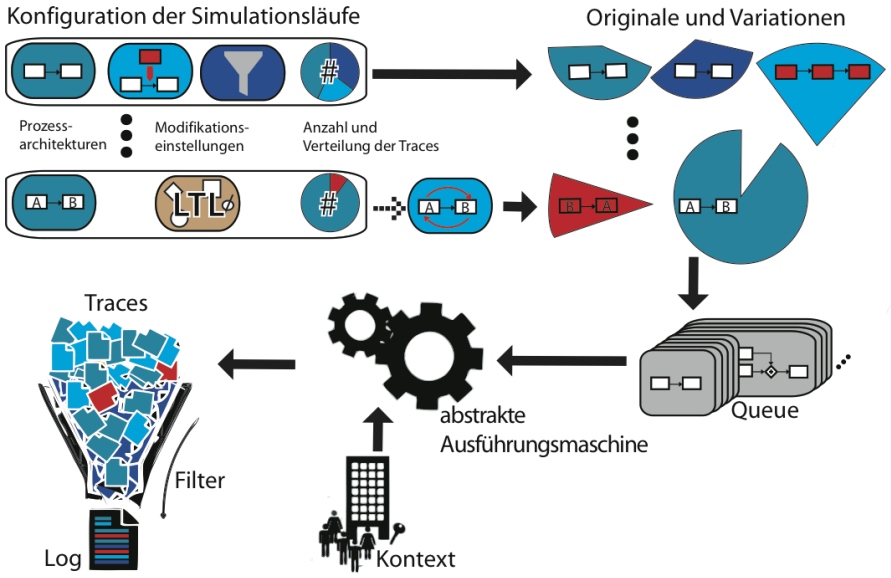


Abbildung 2: Überblick des Ansatzes

Die Modifikationseinstellungen bestimmen den Einsatz von *Transformationsoperatoren* und *Filter*. *Transformationsoperationen* erzeugen Variationen des Prozessmodells vor dessen symbolischer Ausführung. Sie ersetzen bestimmte Kontrollfluss-Muster eines Prozesses nach Weber et al. [30]. *Filter* modifizieren die *Traces* nach der Ausführung. Sie können Prozessaktivitäten hinzufügen oder entfernen und damit übersprungene Aktivitäten oder lückenhaftes Protokollieren nachahmen, sowie die Informationen innerhalb von Traces ändern, sodass geschäftsbedingte Eigenschaften, wie Aufgabentrennung oder Aufgabenbindung (separation- / binding of duties) oder Autorisierungseinschränkungen, durchgesetzt oder verletzt werden. Die Menge an modifizierten Traces wird als Anteil der gesamten *Anzahl der Traces* (siehe Tortendiagramme) konfiguriert.

Die Modifikationseinstellung kann in zweierlei Modi geschehen: Die direkte Konfiguration der Transformationsoperatoren und Filter ohne Kenntnis von Sicherheitsanforderungen an die gegebene Prozessarchitektur (Policy-Unaware Modus), oder die Konfiguration gegebene Sicherheitsanforderungen weiter zu erfüllen oder zu verletzen (Policy-Aware Modus). Um Sicherheitsanforderungen spezifizieren zu können, werden *Compliance-Regeln* verwendet. Zur Durchsetzung einer Verletzung einer Compliance-Regel werden die dazu notwendigen Transformationsoperatoren oder Filter definiert.

Auf Basis der *Konfiguration der Simulationsläufe* werden Variationen der Prozesse generiert. Die *Queue* steuert die Reihenfolge in welcher die *Originale und Variationen* ausgeführt werden. Bei simulierten Prozessen wird angenommen, dass diese in einem Kontext ausgeführt werden. Der Kontext gibt Subjekte an, die autorisiert sind Prozessaktivitäten auszuführen und Objekte, welche von Aktivitäten verwendet werden. Zur Ausführung der Prozesse und der generierten Variationen wird eine *abstrakte Ausführungsmaschine* angenommen, die als Eingabe einen Prozess mit dessen Kontext nimmt und als Ausgabe eine Zeichenkette liefert, welche die Ausführungs-Traces enthält. Schließlich werden alle Traces in einer Log-Datei gespeichert. Die erzeugten Logs werden in unterschiedlichen Formaten ausgegeben, wie Extended Event Stream (XES) oder MXML (traditionelles Format für Prozessmining), sowie Comma Separated Values (CSV).

4 Bausteine

In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Bausteine aus Abbildung 2 definiert, die benötigt werden, um die gewünschten Konfigurationsmöglichkeiten zu ermöglichen. Hierzu wird in Abschnitt 4.1 erläutert wie ein Prozess und dessen Ausführungskontext definiert ist. Abschnitt 4.2 präsentiert Operatoren zur Modeltransformation oder Modifikation von Logs. In Abschnitt 4.3 werden die Compliance Regeln erläutert.

4.1 Prozessspezifikationen und Ausführungskontext

Die Hauptbestandteile eines Ereignisprotokolls resultieren zum einen aus der Spezifikation von Prozessen, welche Aktivitäten und deren mögliche Ausführungsreihenfolge definiert, und zum anderen aus dem Ausführungskontext, welcher das organisatorische Umfeld zur Prozessausführung im Sinne von Subjekten definiert, die autorisiert sind Prozessaktivitäten auszuführen und Objekte, welche von Aktivitäten genutzt werden. Für Simulationszwecke wird eine Prozessspezifikation mit ihrem Kontext zu einem Simulationssystem verbunden. Die Spezifikationen basieren dabei auf [34] (enthält formelle Beschreibung).

Die Spezifikation der Prozesse definiert Prozessaktivitäten und die Reihenfolge, in welcher diese ausgeführt werden. Um den Fokus auf die Simulationsprozedur zu legen wird an dieser Stelle von konkreten Spezifikationsmetamodellen abstrahiert. Die einzige Voraussetzung ist, dass die Prozesse wohlstrukturiert sind [30]: Ein wohlstrukturiertes Prozessmodell ist ein Model, das aus Blöcken besteht, die verschachtelt sein können, aber nicht überlappen dürfen. Ein Block kann dabei eine einzelne Aktivität, eine Sequenz, eine parallele oder bedingte Verzweigung oder ein Schleifen-Block sein. Es wird angenommen, dass der Kontrollfluss eines Prozesses mithilfe von OR-, XOR- oder AND-Gatter (implizit oder explizit) definiert wird. Die Gatter definieren die Anzahl der verbundenen ausgehenden Knoten, welche auf herkömmliche Art ausgeführt werden können.

Ein Trace wird als Ausführungssequenz einer Instanz der Prozessspezifikation betrachtet, die eine Menge zeitlich geordneter Ereignisse enthält, von denen jedes von der Ausführung einer

Prozessaktivität berichtet. Aktivitäten werden von Subjekten zu einem bestimmten Zeitpunkt ausgeführt und beinhalten verschiedene Objekte. Freigaben beschreiben Rechte von Subjekten, Aktivitäten auszuführen. Als Limitation des Beitrages ist zu erwähnen, dass dies nur eine Klasse von Sicherheitsanforderungen darstellt (siehe Fazit). Andere Konzepte wie Obligationen oder die Verbindung von Objekten mit Aktivitäten selbst, z.B. dass eine bestimmte Ressource nicht zur Ausführung einer Aktivität genutzt werden darf, sind momentan nicht abbildbar. Traces eines Prozesses bezeichnen die Menge aller Ereignisse, die sich auf die Ausführung einer Prozessinstanz beziehen.

4.2 Transformation von Prozessen und Filter

Transformationen betrachten nur den Kontrollfluss, also die Struktur, eines Prozesses und ändern die Reihenfolge, in der Aktivitäten ausgeführt werden können. Prozesstransformationen sind mithilfe von Transformationsfunktionen definiert. Hierbei werden folgende Operatoren auf Gatter-Ebene betrachtet:

- And2Xor: Diese Transformation liefert eine Variation des Eingangsprozesses bei welcher ein bestimmtes AND-Gatter in ein XOR-Gatter umgeschrieben wird. Dies bedeutet: Während der Original-Prozess verlangt, dass beide Teile des AND-Gatters durchlaufen werden, geht die Variante davon aus, dass nur ein (zufällig ausgewählter) Pfad durchquert wird.
- Xor2And: Das Gegenteil von And2Xor bedeutet, dass ein bestimmtes XOR-Gatter in ein AND-Gatter umgeschrieben wird.
- Swap: Diese Transformation liefert eine Variante, bei der die Reihenfolge zweier Aktivitäten vertauscht wird.
- Insert: Eine Aktivität wird hinzugefügt.

Im Gegensatz zur persistenten Änderung des Verhaltens eines Prozesses durch strukturelle Veränderung, können alternativ Filter benutzt werden, um Eigenschaften durchzusetzen oder zu verletzen. Dabei operieren Filter auf gültigen Traces, welche während des Simulationsprozesses generiert wurden. Dies geschieht in nachverarbeitender Art und Weise, bevor sie der Ausgabeprotokolldatei hinzugefügt werden. Ein Filter nimmt einen gültigen Prozess-Trace als Eingabe und generiert eine modifizierte Version dieses Traces entsprechend der angegebenen Parameter, die nicht notwendigerweise gültig ist. Es sollte beachtet werden, dass in Situationen, in denen mehr als ein Filter auf einen Trace angewandt werden, die vom Filter modifizierten Felder „gesperrt“ sein müssen. Dies soll verhindern, dass weitere Filter die durch vorangegangene Anwendungen von Filtern schon durchgesetzten Eigenschaften korrumpieren.

Momentan enthält der Ansatz folgende 6 Filter: **delay** (fügt der Prozessausführung eine Verzögerung hinzu); **skip** (erzeugt Prozessausführungen in welchen manche Aktivitäten übersprungen werden); **silent** (bildet die Situation ab, wenn eine bestimmte Aktivität nicht protokolliert wurde); **authentication** (ahmt eine Zugriffsrecht-Policy und deren Verletzung nach); **binding of duty** (BOD) (imitiert die Einhaltung oder Verletzung einer Binding of Duty Anforderung); und **separation of duties** (kann als Gegenteil zu BOD gesehen werden: Sie besagt dass eine bestimmte Aktivität von einem unterschiedlichen Subjekten ausgeführt werden muss). Aufgrund der Platzbeschränkung wird auf die Definition der Filter in [34] verwiesen. Dabei ist zu erwähnen, dass die Liste der Transformationsoperatoren und Filter erweitert oder hinsichtlich anderer Anwendungsbereiche neu definiert und schließlich *cLog* hinzugefügt werden kann.

4.3 Spezifikation von Sicherheitsanforderungen

Um Sicherheitsanforderungen für eine gegebene Prozessarchitektur spezifizieren zu können, können Compliance-Regeln definiert werden [30, S. 298]. Eine Compliance Regel beschreibt, wie ein interner oder zwischenbetrieblicher Geschäftsprozess entworfen oder ausgeführt werden muss. Hinsichtlich des Kontrollflusses schränken sie die Reihenfolge ein, in welcher Prozessaktivitäten ausgeführt werden können. Eine Compliance Regel kann als Funktion definiert werden, die widerspiegelt ob eine Prozessinstanz - repräsentiert durch deren Ausführungs-Trace - die Regel einhält oder nicht.

Als Voraussetzung zur Überprüfung der Geschäftsprozesscompliance von vorgegebenen Geschäftsprozessen, Prozessinstanzen oder Prozessausführungsprotokollen, müssen die zugehörigen Compliance Regeln in einer maschinenlesbaren Form vorhanden sein. In der Literatur existieren dafür verschiedene Ansätze [5, 6, 10, 22]. Eine beliebte Methode zur Definition und Darstellung von Compliance Regeln ist die Verwendung von linearer temporaler Logik (LTL)[16]. Ramezani et al. [28] hat hinsichtlich des Kontrollflusses aus aktueller Literatur [6, 10, 15, 33] 50 Compliance Regeln zusammengetragen und diese in 15 Kategorien klassifiziert. Diese Kategorien gründen im Wesentlichen auf Dwyers Liste von Patterns, also Mustern, für die Beschreibung von Eigenschaften zur Verifikation endlicher Automaten [10]. Nach Dwyer enthält jede spezifizierte Eigenschaft unter anderem die konkrete Anforderung, das Muster, den Geltungsbereich und ein Mapping. Letzteres stellt eine Abbildung der Eigenschaft auf eine formale Beschreibungssprache dar, wie bspw. LTL.

Auf dieser Grundlage werden in [12, 13] Compliance Patterns und das zugehörige LTL-Mapping definiert [12, Tabelle 2]. Compliance Patterns sind Abstraktionen von häufig benutzten Compliance Einschränkungen (Regeln) und bilden einen Zwischenschritt zur formalen Compliancespezifikation [12]. Diese Patterns bilden die Grundlage für die gewählten Compliance Regeln. Aus Platzgründen werden die gewählten 19 LTL-Formeln an dieser Stelle nicht angeführt. In Abschnitt 6 wird hierzu beispielhaft die Compliance Regel *IFTHENBEFORE(A, B)* erläutert. Als Limitation wird angenommen, dass die durch eine Compliance Regel angegebene Sicherheitsanforderung an einen gegebenen Prozess in selbigem initial erfüllt ist.

5 cLog: Prototypische Implementierung und erste Evaluation

Der Ansatz zur Synthetisierung großer Ereignisprotokolle auf Basis einer flexibel konfigurierbaren Szenerie des GPM im Großen wurde als eigenständige und erweiterbare Java-Anwendung implementiert und basiert auf dem Rahmenwerk, welches in den Abschnitten 3 und 4 geschaffen wurde. Die Anwendung heißt *cLog* („Complex Event Log Synthesis Tool“) und steht unter http://bit.ly/cLogTool zum Download bereit. *cLog* verwendet spezifische Funktionen von jBPM, ein Java-basiertes Workflow-Management-System. jBPM unterstützt eine Untermenge der BPMN2 Spezifikation, was gleichzeitig die Wahl der Modellierungsnotation der Prozesse in *cLog* ist und aufgrund ihrer weiten Verbreitung von Vorteil ist. Abbildung 3 zeigt, wie die jBPM Komponenten in *cLog* integriert und erweitert wurden.

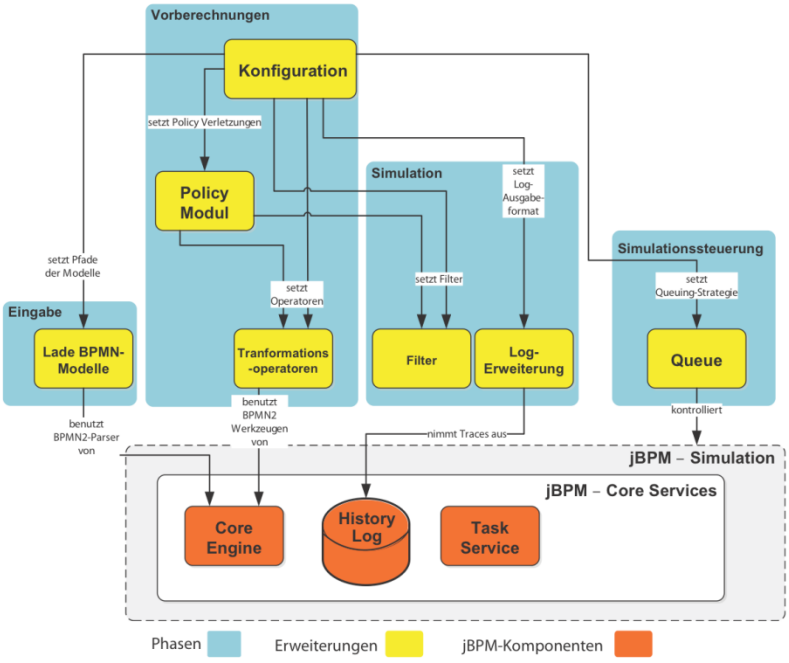


Abbildung 3:jBPM Komponenten und Erweiterung

jBPM bietet mit der Version 5.4 die Möglichkeit zur Simulation. Die jBPM-Simulation bildet eine Erweiterung der jBPM Core-Engine. Bevor die Simulation ausgeführt wird, werden die Aktivitäten in einem Prozess mit „simulierten“ Aktivitäten ersetzt, welche auf Simulationseigenschaften basieren, die im Prozessmodell definiert wurden.

Abbildung 4 zeigt die Konfigurationsansicht (*Configuration*) von *cLog* und die Einstellungsansicht (*Settings*) in welcher die Prozessmodifikationen eingestellt werden. Neben diesen Ansichten gibt es zwei weitere Ansichten. Die *Queuing*-Ansicht ermöglicht dem Benutzer unterschiedliche Strategien auszuwählen, wie die gegebenen Prozessarchitekturen abgearbeitet werden sollen (FIFO, LIFO, Random). In der *Logging*-Ansicht können Speicherort und Format der Log-Datei angegeben werden.

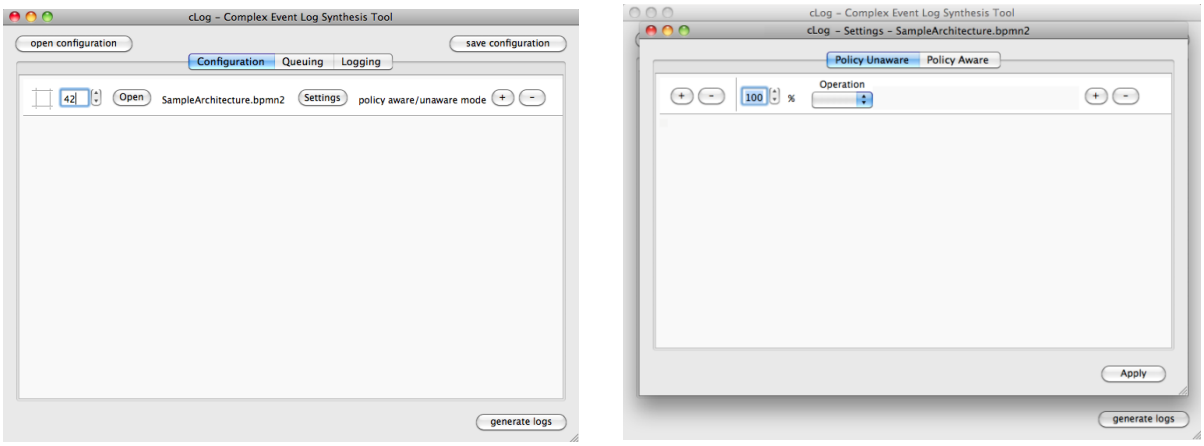


Abbildung 4:Bildschirmfoto der Configuration- und Settings-Ansicht.

Die Hauptansicht des Tools bildet die *Configuration*-Ansicht. Es kann eine Reihe von BPMN-Prozessmodellen geladen und Prozessdurchläufe konfiguriert werden, wodurch eine Simulation der Ausführung von unterschiedlichen Prozessmodellen und unterschiedlichen

Konfigurationseinstellungen (*Settings*) ermöglicht wird. Der Benutzer kann in der *Settings-Ansicht* jeder Prozesskonfiguration zwischen einem Policy-Aware oder einem Policy-Unaware Modus wählen (vgl. Abschnitt 3). Im *Policy-Aware* Modus legt der Benutzer fest, welche der vorhandenen Compliance-Regeln verletzt werden sollen. Die Verletzung wird während der Ausführung durch „fest-verdrahteten" Einsatz der definierten Filter und Transformationsoperatoren erzeugt. Im *Policy-Unaware* Modus können direkt die Filter und Transformationsoperatoren eingesetzt werden, wobei je nach gegebenem Prozessmodell deren Einsatz nicht erkennbar ist. Hat der Benutzer schließlich die gewünschte Anzahl an Simulationsläufen für jeden Prozess eingestellt, kann die Synthetisierung beginnen. Alle Konfigurationseinstellungen können in einer XML Datei gespeichert und in *cLog* (bspw. zur Wiederherstellung einer Konfiguration) geladen werden.

5.1 Evaluation

Mit *cLog* wurde eine qualitative und quantitative Evaluation durchgeführt, welche auf die wesentlichen Aspekte fokussiert.

Zur qualitativen Analyse wurden Stichproben verwendet, mit der Annahme, dass die Prozessmodelle die festgelegten strukturellen Einschränkungen einhalten. Die qualitative Evaluation soll zeigen, dass die erzeugten Log-Dateien tatsächlich den Konfigurationen entsprechen, welche vom Nutzer zuvor getätigt wurden. Es wird also überprüft ob die möglichen Verletzungen von Sicherheitseigenschaften, Filter und Transformationsoperatoren effektiv sind. Hierfür wurde ein BPMN-Modell verwendet und die zu testenden Verletzungen der Sicherheitseigenschaften, Filter und Transformationsoperatoren bei der Log Erzeugung angewandt. Zur Überprüfung, ob die Konfigurationsanforderungen erfüllt wurden oder nicht, wurde das Prozessmining-Tool PROM eingesetzt.

In einem Bestellprozess muss zum Beispiel die Aktivität „bestätige Bestellung" *vor* der Aktivität „Bestellabwicklung" ausgeführt worden sein. Diese Sicherheitseigenschaft kann mit der Compliance Regel *IFTHENBEFORE(A, B)* formuliert werden, da diese besagt, dass bei Auftreten der Aktivität A („Bestellabwicklung") Aktivität B („bestätige Bestellung") vorangegangen sein muss. In der Konfiguration von *cLog* wird diese Eigenschaft für angenommen 10 Prozent der synthetisierten Prozessdurchläufe verletzt, es kommt also zu 10 Prozent zu einer Bestellabwicklung ohne Bestätigung. Nach Erzeugung der Log-Daten konnten anschließend mittels LTL-Checker Plug-In in PROM alle Fälle isoliert werden, welche die Compliance Regel verletzten.

Die quantitative Evaluation betrachtet die Erstellung der Datenmengen und Performanz von *cLog*. Dabei geht es unter anderem darum, tatsächlich große Log-Dateien zu synthetisieren. Zu Beginn der Evaluation mittels *cLog* wurden Log-Daten von 10 GB erzeugt. Durch kombinieren dieser Log-Daten konnten Log-Dateien von 200GB erstellt werden. Bei der Generierung derartig großer Log-Dateien ist außerdem von Bedeutung, wie sich die gewählten unterschiedlichen Formate auf die Performanz auswirken. Messungen der Schreibgeschwindigkeit mit großen Log-Dateien gaben Hinweise darauf, dass die unterschiedliche Schreibperformanz der einzelnen Datei-Formate in etwa den Dateigrößenverhältnissen der unterschiedlichen Mining-Formate entsprechen (MXML hat ca. die doppelte Dateigröße einer XES-Datei (mit gleichen Traces), XES hat die ca. vierfache Größe einer reinen Textdatei).

Darüber hinaus stellt sich hinsichtlich des vorgestellten Ansatzes die Frage, inwiefern dieser tatsächlich GPM im Großen adressiert, da der Ansatz bisher nur auf einzelne Aktivitäten und Freigaben fokussiert und somit sich nicht wesentlich von GPM im Kleinen unterscheidet. Dies liegt in erster Linie an der gewählten Sicht auf Prozessarchitekturen, welche nur im Sinne Ihrer

Kompositionsrelation (Prozesse und Unterprozesse) betrachtet werden. Hierdurch wird die Anwendung der in Abschnitt 4 vorgestellten Operatoren ermöglicht, da in diesem Verständnis Prozessarchitekturen auch als Prozesse gesehen werden können. Die Anforderung an den Ansatz war es, Logs zu generieren, die einem GPM im Großen Szenario entstammen könnten. Sicherlich muss dies nicht zwingend der Fall sein. Festzuhalten ist jedoch, dass dieser Beitrag einen ersten Schritt in die Richtung der Berücksichtigung der Charakteristika des GPM im Großen bei der Synthetisierung von Log-Daten darstellt und ein Rahmenwerk schafft, dass hinsichtlich der Repräsentation von GPM im Großen Charakteristika weiter verfeinert werden kann.

6 Verwandte Arbeiten

Geschäftsprozesssimulation ist ein wichtiges GPM-Tool, um die Laufzeit eines Geschäftsprozesses zu prüfen. Simulation kann auch als Mittel genutzt werden Traces zu synthetisieren, um Analysetechniken und -tools zu testen. In beiden Fällen ist es wichtig, Abweichungen von dem vorgeschriebenen Verhalten einfügen zu können um Variabilität zu erreichen (vgl. [36, 38], [21, Kap. 7.4]). Wie in Abschnitt 4 erwähnt, basieren die Konzepte von Transformationsoperatoren und Filter auf [29]. [29] stellt das Tool *SecSy* vor, welches diese Konzepte ebenfalls implementiert. Die wesentlichen Unterschiede dieses Ansatzes und der daraus abgeleiteten Implementierung im Vergleich zu [29] liegen in dem hier gesetzten Fokus auf die Charakteristika des GPM im Großen. SecSy ermöglicht beispielweise sehr feingranulare Simulationseinstellungen in den Prozessen. cLog berücksichtigt hingegen die Ausführungsreihenfolge (Queuing) zwischen den Prozessen. Die Implementierung unterscheidet sich auch darin, dass *SecSy* auf Petri Netzen arbeitet, während cLog BPMN-Modelle verwendet und dazu jBPM integriert. Im Folgenden werden weitere existierende Simulationsansätze und Tools genannt und Unterschiede oder Gemeinsamkeiten mit dem Verfahren dieses Beitrags erläutert.

6.1 Ansätze

Der aktuelle „State of the Art“ berücksichtigt entweder Variationen der Ausführungszeit und des Workflows des Prozesses oder Kontrollflussabweichungen, die Prozessflexibilität und Dynamik nachahmen. [19] stellt einen Simulationsansatz vor, der Dienststörungen simuliert und ihre monetären Auswirkungen auf Geschäftskunden untersucht. Ellouz et al. [14] präsentiert einen Ansatz, der zur Modellierung von Flexibilität eine Versionierung von Prozessmodellen verwendet und damit Simulationsmodelle erstellt. Nakatumba et al. [27] präsentieren einen Ansatz zur Generierung von Ereignisprotokollen mit auslastungsabhängigen Geschwindigkeiten von Simulationsmodellen. Mans et al. [26] verwenden die Simulation, um die Auswirkungen eines zeitplanorientierten Workflow-Management-Systems zu analysieren. Schonenberg et al. [33] entwickeln einen Simulationsansatz für die Analyse von Geschäftsentwicklungen. Rozinat et al. [31] schlagen einen Ansatz für das Entdecken von Simulationsmodellen vor. Diese Arbeiten berücksichtigen Verzögerungen und Auslastungsänderungen, jedoch keine Sicherheit oder Compliance-Regeln.

6.2 Tools

Es gibt einige Tools zur Simulation von Geschäftsprozessen ([18] enthält eine Übersicht von 2006). Das „Alaska Simulator Toolset“ unterstützt unterschiedliche Ansätze um Prozessflexibilität zu berechnen und systematisch zu vergleichen [40]. Bahrami [7] präsentiert ein bei IBM entwickeltes Spezial-Tool, dessen Fokus auf der Unternehmensarchitektur und nicht auf Prozessen liegt. Burattin und Sperduti [8] stellen ein Rahmenwerk für die Generierung von Geschäftsprozessmodellen und ihre

Ausführungsprotokolle vor. Jedoch bietet das Tool keine Kontrolle über die generierten Modelle und Ereignisprotokolle. Die AristaFlow BPM Suite unterstützt Simulation. In [20] werden Compliance Erweiterungen von AristaFlow diskutiert und vorgenommen. Die Erweiterungen verfolgen die Idee, durch Einfügen von Kontrollaktivitäten während der Ausführungszeit Compliance zu gewährleisten. Die Verletzung der Compliance wird dabei nicht beleuchtet. Das „CPNTools Toolset“ bietet eine hochgradig konfigurierbare Simulationsumgebung. Jedoch ist das Toolset nicht nur für diesen Zweck entwickelt worden und verlangt für speziellere Anwendungsfälle zunächst weiterer Programmierung.

Im Großen und Ganzen wurde die Generierung von „defekten“ Daten allgemein zur Software-Prozessverbesserung angewandt [29], jedoch nicht im GPM-Bereich. Der Grad der Kontrollierbarkeit ist bei keinem der aufgeführten Tools so, dass man Logs generieren kann, welche einem GPM im Großen Szenario entstammen könnten. Es existiert demnach kein Verfahren oder Tool, das erlaubt die geforderte Flexibilität und das Vorhandensein mehrerer Prozesse, die miteinander interagieren oder unabhängig voneinander sind, zu simulieren und dabei Sicherheitseigenschaften in Betracht zu ziehen, die bei der Simulation verletzt werden können. Diese Arbeit entwickelt ein Verfahren und ein Tool nach diesen Anforderungen und bildet dabei einen Schritt Richtung Erzeugung „defekter“ Daten im GPM-Bereich.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Dieses Papier stellt einen Ansatz hinsichtlich der konfigurierbaren, geschäftsprozessbezogenen Synthetisierung großer Log-Daten unter Berücksichtigung des GPM im Großen vor. Der Fokus lag dabei auf der Entwicklung eines Tools, welches diese Synthetisierung ermöglicht.

In Zukunft könnte der Ansatz und schließlich das Tool dahingehend erweitert werden, dass neue Transformationsmöglichkeiten hinzu kommen, die weitere Eigenschaften von GPM in Großen abbilden. In [11] werden Prozessarchitekturen hinsichtlich Ihrer Ereignisse untersucht und ein Ansatz vorgestellt, der zeigt, wie die unterschiedlichen Ereignis-Relationen kategorisiert und verändert werden können. Somit könnten nicht nur einzelne Aktivitäten und Freigaben, sondern auch Ereignisse zwischen den Instanzen berücksichtigt werden. Darüber hinaus wäre eine Erweiterung der Compliance-Regeln denkbar. Hinsichtlich der Performance bei der Synthetisierung großer Log-Dateien würde sich anbieten ein Parallelisierungsansatz zu entwickeln, der die Berechnungen der Traces verteilt.

8 Literatur

[1] Accorsi, R (2013): A security-aware simulation method for generating business process event logs. In: Accorsi, R; Ceravolo, P; Cudré-Mauroux, P (Hrsg), Proceedings of the 3rd International Symposium on Data-driven Process Discovery and Analysis, Riva del Garda.

[2] Accorsi, R; Sato, Y; Kai, S (2008): Compliance-Monitor zur Frühwarnung vor Risiken. Wirtschaftsinformatik 50(5):375–382.

[3] Accorsi, R; Stocker, T (2012): On the exploitation of process mining for security audits: the conformance checking case. In: Ossowski, S; Lecca; P (Hrsg), Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing. Riva del Garda.

[4] Accorsi, R; Stocker, T; Müller, G (2013): On the exploitation of process mining for security audits: the process discovery case. In: Shin, SY; Maldonado, JC (Hrsg), Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing. Coimbra.

[5] Alberti, M; Chesani, F; Gavanelli, M; Lamma, E; Mello, P; Montali, M; Torroni, P (2008): Expressing and verifying business contracts with abductive logic programming. International Journal of Electronic Commerce 12(4):9–38.

[6] Awad, A., Decker, G., & Weske, M. (2008): Efficient compliance checking using bpmn-q and temporal logic. In: Dumas, M; Reichert, M; Shan, MC (Hrsg), Business Process Management. Springer, Berlin Heidelberg.

[7] Bahrami, A; Sadowski, D; Bahrami, S (1998): Enterprise architecture for business process simulation. In: Medeiros, DJ; Watson, EF; Carson, JS; Manivannan, MS (Hrsg), Proceedings of the 30th conference on Winter simulation. Los Alamitos.

[8] Burattin, A; Sperduti, A (2011): Plg: a framework for the generation of business process models and their execution logs. In: Daniel, F; Barkaoui, K; Dustdar, S (Hrsg), Business Process Management Workshops: BPM 2011 Internationale Workshops. Springer, Berlin Heidelberg.

[9] Cho, YH; Kim, JK; Soung Hie, K (1998): Role-based approach to business process simulation modeling and analysis. Computers & industrial engineering 35(1):343–346.

[10] Dwyer, MB; Avrunin, GS; Corbett, JC (1998): Property specification patterns for finite-state verification. In: Ardis, MA; Atlee, JM (Hrsg), Proceedings of the second workshop on Formal methods in software practice. New York.

[11] Eid-Sabbagh, RH; Dijkman, RM; Weske, M (2012): Business process architecture: Use and correctness. In: Barros, AP; Gal, ABA; Kindler, E (Hrsg), Business Process Management. Springer, Berlin Heidelberg.

[12] Elgammal, A; Türetken, O; van den Heuvel, WJ. Using patterns for the analysis and resolution of compliance violations. International Journal of Cooperative Information Systems 21(1): 31–54.

[13] Elgammal, A; Türetken, O; van den Heuvel, WJ; Papazoglou MP (2010): Root-cause analysis of design-time compliance violations on the basis of property patterns. In: Maglio, PP; Weske, M; Yang, J; Fantinato, M (Hrsg), Proceedings of the 8th International Conference on Service-oriented Computing. San Francisco.

[14] Ellouze, F; Chaâbane, MA; Bouaziz, R; Andonoff, E (2013): Modeling and simulation versions of business process using petri nets. In: Laux, F (Hrsg), The Fifth International Conference on Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications. Sevilla.

[15] Fahland, D; De Leoni, M; Van Dongen, BF; Van Der Aalst, WM (2011): Conformance checking of interacting processes with overlapping instances. In: Rinderle-Ma, S; Toumani, F; Wolf, K (Hrsg), Business Process Management. Springer, Berlin Heidelberg.

[16] Gabbay, D; Pnueli, A; Shelah, S; Stavi, J (1980): On the temporal analysis of fairness. In: Abrahams, PW; Lipton, RJ; Bourne SR (Hrsg): Proceedings of the 7th ACM SIGPLAN-SIGACT symposium on Principles of programming languages. New York.

[17] Houy, C; Fettke, P; Loos, P; Van Der Aalst, WMP; Krogstie J (2011): Geschäftsprozessmanagement im Großen. Wirtschaftsinformatik 53(6):377–381.

[18] Jansen-Vullers, M; Netjes, M (2006): Business process simulation – a tool survey. In: Workshop and Tutorial on Practical Use of Coloured Petri Nets and the CPN. Aarhus.

[19] Kieninger, A; Berghoff, F; Fromm, H; Satzger, G (2013): Simulation-Based Quantification of Business Impacts Caused by Service Incidents. In: e Cunha, JF; Snene, M; Nóvoa, H (Hrsg), Exploring Services Science. Springer, Berlin Heidelberg.

[20] Kittel, K; Sackmann, S; Göser, K (2013): Flexibility and Compliance in Workflow-Systems - The KitCom Prototype. In: Deneckère, R; Proper, HA (Hrsg), Proceedings of the 25th International Conference on Advanced Information Systems Engineering. Valencia.

[21] La Rosa, M; Mendling, J; Reijers, HA (2013): Fundamentals of Business Process Management. Springer, Berlin Heidelberg.

[22] Liu, Y; Muller, S; Xu, K (2007): A static compliance-checking framework for business process models. IBM Systems Journal 46(2):335–361.

[23] Lowis L; Accorsi, R (2009): On a classification approach for soa vulnerabilities. In: Ahamed, SI; Bertino, E; Chang, CK; Getov, V; Liu, L; Ming, H; Subramanyan, R (Hrsg), Proceedings of the 33rd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference. Seattle.

[24] Lowis, L; Accorsi, R (2011). Vulnerability analysis in soa-based business processes. IEEE Transactions on Services Computing 4(3):230–242.

[25] Malinova, M; Leopold, H; Mendling, J (2013): An Empirical Investigation on the Design of Process Architectures. In: Alt, R; Franczyk, B (Hrsg), Tagungsband der 11. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik. Leipzig.

[26] Mans, RS; Russell, NC; Van Der Aalst, W; Bakker, PJ; Moleman, AJ (2010): Simulation to Analyze the Impact of a Schedule-aware Workflow Management System. Simulation 86(8-9):519-541.

[27] Nakatumba, J; Westergaard, M; Van Der Aalst, WMP (2012): Generating Event Logs with Workload-Dependent Speeds from Simulation Models. In: Bajec, M; Eder, J (Hrsg), Advanced Information Systems Engineering Workshops. Springer, Berlin Heidelberg.

[28] Ramezani, E; Fahland, D; Van Der Aalst, WMP (2012): Where did I misbehave? diagnostic information in compliance checking. In: Gal, ABA; Kindler, E (Hrsg), Business Process Management. Springer, Berlin Heidelberg.

[29] Raninen, A; Toroi, T; Vainio, H; Ahonen, JJ (2012): Defect data analysis as input for software process improvement. In: Dieste, O; Jedlitschka, A (Hrsg), Proceedings of the 13th International Conference on Product-focused Software Process Improvement. Madrid.

[30] Reichert, M; Weber, B (2012): Enabling Flexibility in Process-Aware Information Systems - Challenges, Methods, Technologies. Springer, Berlin Heidelberg.

[31] Rozinat, A; Mans, RS; Song, M; Van Der Aalst, WMP (2009): Discovering simulation models. Information Systems 34(3):305–327.

[32] Said, IB; Chaâbane, MA; Andonoff, E (2010): A model driven engineering approach for modelling versions of business processes using BPMN. In: Abramowicz, W; Tolksdorf, R (Hrsg), Business Information Systems. Springer, Berlin Heidelberg.

[33] Schonenberg, H; Jian, J; Sidorova, N; Van Der Aalst, WMP (2010): Business trend analysis by simulation. In: Pernici, B (Hrsg), Advanced Information Systems Engineering. Springer, Berlin Heidelberg.

[34] Stocker, T; Accorsi, R (2013): SecSy: Security-aware Synthesis of Process Event Logs. In: Jung, R; Reichert M (Hrsg), Proceedings of the 5th International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures. St. Gallen.

[35] Tumay, K (1996): Business process simulation. In: Charnes, JM; Morrice, DJ; Brunner, DT; Swain, JJ (Hrsg), Proceedings of the 28th Conference on Winter Simulation, Coronado.

[36] Van Der Aalst, WMP (2010): Business process simulation revisited. In: Barjis, J (Hrsg), Enterprise and Organizational Modeling and Simulation. Springer, Berlin Heidelberg.

[37] Van Der Aalst, WMP; Nakatumba, J; Rozinat, A; Russell, N (2010): Business process simulation. In: Brocke, J; Rosemann, M (Hrsg), Handbook on Business Process Management 1. Springer, Berlin Heidelberg.

[38] Vom Brocke, J; Rosemann, M (2010): Handbook on Business Process Management 2: Strategic Alignment, Governance, People and Culture. Springer, Berlin Heidelberg.

[39] Weber, B (2013): Alaska simulator. http://www.alaskasimulator.org. Abgerufen am 19.09.2013.

[40] Weber, B; Pinggera, J; Zugal, S; Wild, W (2010): Alaska simulator toolset for conducting controlled experiments on process flexibility. In: Soffer, P; Proper, E (Hrsg), Information Systems Evolution. Springer, Berlin Heidelberg.

[41] Westergaard, M; Verbeek HMW (2013): CPN Tools. http://cpntools.org/. Abgerufen am 19.09.2013.

Teilkonferenz: NeuroIS: User Experience, Emotionen, Stress und Neuroadaptive Informationssysteme

Die Beiträge des Tracks beleuchten sowohl aktuelle Grundlagenforschung im Bereich NeuroIS als auch Ansätze dafür, wie die gestaltungsorientierte Forschung in der Wirtschaftsinformatik von den Theorien, Methoden und Werkzeugen der Neurowissenschaften profitieren kann. Aktuelle Grundlagenforschung im Bereich NeuroIS zeigt, dass die Gestaltung von Informationssystemen einen signifikanten Einfluss auf die Emotionen der Benutzer haben kann; zudem beeinflusst sie auch maßgeblich physiologische Stressreaktionen und Stresswahrnehmungen sowie die User Experience im Allgemeinen. Diese Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung sollten im Rahmen der gestaltungsorientierten Forschung beim Design und der Entwicklung von Informationssystemen berücksichtigt werden. Die Beiträge des Tracks zeigen beispielsweise auf, (i) wie Informationssysteme komplementär mit Hilfe von neurowissenschaftlichen Methoden evaluiert werden können und (ii) wie Systeme durch multimodale Schnittstellen direkt und situativ an die Bedürfnisse des Benutzers angepasst werden können. Derartige als Neuroadaptive Informationssysteme bezeichnete Technologien ermöglichen somit zumindest idealtypisch eine stärkere Benutzerzentrierung, eine veränderte User Experience und eine Reduktion von Technostress, indem sie individuelle Unterschiede der Benutzer hinsichtlich ihrer Persönlichkeit, kognitiven Fähigkeiten, emotionalen Zustände sowie ihres Informationsverhaltens berücksichtigen.

Dezember 2013

René Riedl, Christof Weinhardt

(Teilkonferenzleitung)

Flow Design Method: Four Steps towards Optimal User Experience

Rolf Mahnke

Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, 80539 München, E-Mail: mahnke@bwl.lmu.de

Thomas Hess

Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, 80539 München, E-Mail: thess@bwl.lmu.de

Abstract

With the increasing number of interactive products that have found their way into our daily lives, substantial resources are invested in enhancing user experience beyond mere functionality. However, there is a lack of concrete user experience design methods that, based on a deeper psychological understanding, directly address business-relevant performance indicators such as information systems' *stickiness* to prevent users from switching to competitors. Optimizing flow – the psychological state of deep focus while conducting a fluent activity – seems a promising approach, resulting in a win-win situation for both users and suppliers. Flow results in 'optimal' user experience leading to intrinsically motivated behavior, engagement, and loyalty. Since to date there is little concrete advice on how to design information systems for flow, this work shows the iterative development of the user-centered *flow design method (FDM)* – a four-step approach towards optimal user experience design.

1 Introduction

Given the large variety of possible usage scenarios of information systems (IS) and individual usage patterns, recent research on users' motivation in the information systems domain increasingly considers the importance of *intrinsic motivation*, that is, individuals conduct an activity for its own sake, simply for the pleasure of doing it. Simply put: usage as fun. A comparable discussion is being conducted in the human-computer interaction (HCI) discipline, where authors have called for an extension of classical task-oriented usability to the emotional perceptions and affective experiences of using information systems. The alternative term *user experience* (UX) is therefore used [11]. However, authors and practitioners battle with the wide variety of concepts associated with the term, ranging from beauty, hedonic, emotional, affective, or experiential aspects of IS use, which are supposed to serve diverse user needs. As a result, on the one hand, there are calls for the integration of *psychological theories* of experience in UX research. "It would be high time to bring these background theories better to bear …" [14]. On the other hand, it seems sensible to focus on carefully selected aspects of UX that are supposed to show concrete measurable impact on business-relevant *performance indicators*.

Regarding studies that approach intrinsic motivation in *psychology*, the theory of flow has proven a useful framework [5]. Flow describes the state of "self reflection-free immersion in a continual activity that one still has under control in spite of high stress levels" [27]. Time, place, and the activity's original external aim that might have been present, are forgotten, and the individual is totally absorbed by the activity [5; 28]. The *business implications* of flow experiences accompanying IS usage are promising. Hoffman and Novak [13] consider *flow* "the 'glue' holding the consumer in the hypermedia Computer Mediated Environment." The flow concept has been applied by various authors to explain loyalty to IS [16; 17; 21]. On the other hand, the implications of flow are promising for users: The flow state relates to pleasant activities that are mostly experienced as particularly enjoyable [5] or that are significantly related to well-being (r = 0,6) [25]. Csikszentmihalyi and LeFevre [7] even call it *optimal experience*. The experience of flow is positively related to the affect [22], the attitude [29], the satisfaction [16], and the evaluation of information systems [21]. Flow is associated with usefulness and ease of use [29], and e-learning performance [10] can be explained via flow experience. To sum up, if users use IS in flow state, various positive side effects result for both suppliers and users. Under the premise that 'optimal experience' and stickiness are desirable effects, flow is supposed to result in a win-win situation. Designing flow-optimal information systems should therefore be a key objective.

However, there is lack of concrete user experience design methods that are suitable to provide practical advice on how to redesign and improve existing information systems for flow. The flow determinants examined to date in the literature are not helpful to derive concrete design advice. This might be the result of the predominantly quantitative orientation of existing studies, leading to a high degree of abstraction. Examples of determinants include website ease-of-use [30], the feeling of control while using an IS [3; 17], or website vividness [13]. While some existing qualitative approaches to flow on the internet provide a good first step, the authors have not focused on design issues and have either explored 'the web' generically as a whole [3; 4; 24] or have examined broad activities such as information-seeking on the internet across multiple websites [23]. As a result, while it could be shown that certain latent constructs significantly influence the experience of flow while using IS, the link between concrete design options, these latent constructs, and flow is missing. An appropriate approach to get an in-depth view of IS flow experiences should be a qualitative one that accounts for the specific individual(s) and the context of the flow activity. A method to flow-optimize

IS should also go beyond the mere diagnosis of flow problems, offering concrete techniques on how to find innovative design solutions to enhance flow.

Our work seeks to iteratively develop and refine a user-centered *flow design method (FDM)*, based on the current understanding of flow in psychology (see Section 2.1), providing a concrete step-by-step approach to achieve 'optimal' user experience design from the perspective of flow. In Section 2, we provide a general introduction to the concept of flow experience and the utilized method engineering approach. In Section 3, we show the development of the initial method version, before further refinement of the method is depicted in Section 4, and its status quo is demonstrated using the example of online shopping in Section 5. Section 6 addresses the current state of the method and further development steps that need to be addressed in the future.

2 Foundations

2.1 Flow Experience

The flow state was first described by Csikszentmihalyi [5] on the basis of qualitative research. During a large number of interviews with people who have performed activities that do not directly lead to extrinsic rewards (e.g., money, reputation), Csikszentmihalyi repeatedly found a state of mind he called *flow experience*. The occurrence of flow is not exclusive to some unique types of activities, but is a general phenomenon. Humans can experience flow when carrying out virtually any activity. Flow can be experienced in various degrees of intensity, from micro-flow to deep flow [5]. Examining more than three decades of qualitative and quantitative flow research in psychology, the single components of flow have proved to be remarkably stable and consistent. Based on Csikszentmihalyi's findings, Rheinberg [26] distinguishes six conclusive components of the flow experience.

Components of flow
Balance between perception of skills and task demands
Clear, unambiguous demands and feedback to action
Activity seems guided by an inner logic
High degree of concentration on the activity owing to undivided attention to a limited stimulus field
Change in one's experience of time
The self and the activity are not separate; loss of self-consciousness

Table 1: Components of Flow

According to these components, the flow state can be characterized by two separate factors that can be interpreted well: 1) deep concentration on the task (*absorption*), blinding out irrelevant stimuli, leading to several phenomena such as time dissociation, loss of self-reflection, and loss of self-consciousness, while 2) being in fluent action (*fluency*), where knowledge of what to do in each step leads to a continuous activity that finally seems guided by an inner logic (i.e., thoughts and movements occur automatically). However, not all components of an experience must be present in similar high expression in order for one to experience flow. When the experience is described, respondents almost invariably indicate that they know this state – for instance, 87% in the context of U.S. flow research [6]. In the IS context, for instance, between 40% and 50% of surveyed web users

report that they have already had a distinct flow experience [4; 22; 24], and current research shows that flow is a general phenomenon experienced during a large variety of internet activities [19].

2.2 Method Engineering Process

The development of the *flow design method* follows an iterative method engineering process that is depicted in the following. Figure 1 provides an process-oriented overview (meta-model) based on the method development process proposed by Mayer et al. [20]. As a first step, clearly establishing the purpose and scope – and hence the *motivation* – of method design is a critical method development success factor. Further, a basic strategy of the method engineering process at hand is reuse: *existing methods are tailored* and combined in innovative ways, but without fundamental changes in their basic concepts to build on the already existing validity of the sub-methods. Regarding the concrete *design* of *method techniques* throughout the method development process, each candidate design is tested in different contexts (different IS), feedback of the researchers conducting the method is gathered and discussed, before method and technique design are iteratively refined. Following the design science research guidelines of Hevner et al. [12], the course of the method engineering process at hand can be seen as a search process of iteratively generating and evaluating method design, until the method becomes stable, meaning that no further improvements are proposed in the feedback loop.

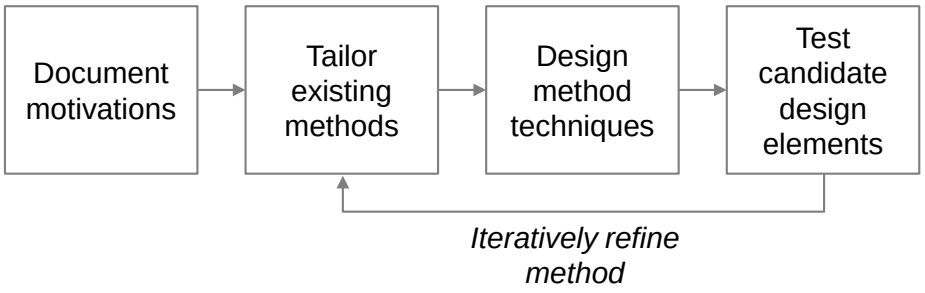


Figure 1: Method Engineering Process

3 Initial Method Development

The motivation of method development is to provide a stepwise approach to achieve optimal user experience (flow) through the redesign of existing information systems. More accurately, the method to be developed draws on a twofold motivation: it seeks to understand users' flow experiences regarding a concrete information system (phase 1) and, based on the developed understanding of flow, it seeks to flow-optimize the information system (phase 2). Furthermore, since flow is a general phenomenon that can be experienced during various activities, the method should be applicable to various IS types.

Phase 1 (understand flow) seeks to provide a complex network of cause-effect relationships that lead to flow experience. Hence, the applied method must account for intersubjective variance as well as the specific IS context. The subjective perception of equalized demands and skills, which is one of the most widespread latent flow conditions, may serve as an example: what constitutes challenging IS attributes differs between individuals, since subjects may show different levels of familiarity regarding diverse IS functions and might prefer different challenge types and levels (owing to different achievement motivation levels and drivers) in different usage contexts. To shed light on a variety of

such complex theoretical relationships, a holistic view of the flow experience is needed. Hence, an appropriate approach to gain an in-depth view of design mechanisms that lead to flow would be a qualitative one, since it can account for specific individuals as well as the flow activities' context. However, common qualitative methods of user experience testing would substantially affect the phenomenon to be examined. Thinking aloud techniques, for instance, are supposed to profoundly affect flow experience quality, since the test person must split his or her attention between the experience and the continuous verbalization of thoughts. Equally, an alternating sequence of observation and surveying – commonly applied in user testing – does not seem useful in the flow context. The mere expectation that test persons will be disturbed during their immersive experience is supposed to hinder flow. Furthermore, the examination of predefined (extrinsically motivated) tasks might hinder or at least influence the quality of the examined flow experiences, and current standardized experience questionnaires (e.g., User Experience Questionnaire, AttrakDiff2) are not applicable, since they do not include flow measures.

To address these issues, phase 1 is based on the grounded theory (GT) approach combined with individual problem-centered interviews. Grounded theory is an inductive investigative process in which theory is formulated by iteratively gathering, analyzing, and testing data. The emerging theory and the data collection are incrementally refined based on previously gathered data and tested using actual data. Since grounded theory was first described by Glaser and Strauss [8] more than 40 years ago, its popularity and acceptance has increased significantly in social research as well as in the IS discipline. However, since considerable debate has emerged that has interpreted grounded theory in different ways based on diverse epistemological perspectives, our approach involves a stable set of standard key characteristics representing the methodology's underlying tenets that have been identified in the literature to encourage high-quality research [1]: *Theory development*: Theoretical coding is used to identify theoretical relationships between identified concepts. In our application, we seek for a theory of flow regarding a specific IS. *Theoretical sampling*: Sampling decisions are made concerning research efficiency (purposive sampling) and theoretical density (theoretical sampling), not to achieve representative populations. Expecting high theoretical relationship complexity, this aspect is a critical requirement of our method. *Codes are generated from the data itself*: The use of specific preconceptions and theories as the starting point for data collection and analysis is avoided. However, in line with the method, flow is initially described, based on descriptions that stem from existing qualitative data. *Iterative coding*: An iterative process is utilized whereby early data collection and analysis informs subsequent data collection steps. There is thus an inextricable link between data collection and analysis (see Figure 2). *Constant comparisons* lead to theory development through several data coding iterations, reducing the data and abstracting out the individual context. *Usage of memos and visual models*: The formulation of transitional memos regarding analytical and theoretical decisions and the provision of visual models of the emergent theory play a pivotal role in comparisons, the emergence of theory, sampling, and theoretical densification.

Since the selection of respondents for the data collection process (***step 1***) follows the principle of *theoretical sampling*, the sample is continuously consciously extended until theoretical saturation is reached, meaning that no additional knowledge is expected from including further respondents. In the process, ideally, a heterogeneous sample is generated to reach a variety of diverse but internally homogeneous comparison groups. To achieve this diversity, users are spread over theoretical sampling dimensions – for instance, age, gender, education, familiarity with the IS, frequency of use, and previous flow experiences using the IS. Beyond the standard GT procedure, approaching potential

informants, individuals are initially presented with brief, widely used [e.g., 4; 22; 24] written descriptions of strong flow experiences, as borrowed from Csikszentmihalyi's [5] qualitative work:

My mind isn't wandering. I am not thinking of something else. I am totally involved in what I am doing. My body feels good. I don't seem to hear anything. The world seems to be cut off from me. I am less aware of myself and my problems.

My concentration is like breathing. I never think of it. I am really oblivious to my surroundings after I really get going. I think that the phone could ring, and the doorbell could ring, or the house burn down or something like that. When I start, I really do shut out the whole world. Once I stop, I can let it back in again.

I am so involved in what I am doing. I don't see myself as separate from what I am doing.

Since participants should be able to discuss flow experiences in detail, only users who have experienced flow before are invited to participate. Furthermore, since flow is not a concept equally familiar to all respondents, to ensure that it is evenly apprehended between respondents and the researchers, individuals must be intensively introduced and guided through the data collection process concerning the theoretically defined components [24]. Beyond traditional GT interview procedures, this is achieved in individual face-to-face settings in a semi-structured way in which both the researchers and respondents are able to pose and discuss questions in a flexible manner. In the utilized *problem-centered* semi-structured *interviews*, the interviewer follows two strategies: On the one hand, broadly differentiated data is produced. In parallel, the respondent's subjective view is interpreted and the communication towards the research problem is increasingly sharpened. For this purpose, the researcher combines periods of listening and inquiry [31]. During this discursive-dialogic process, the respondent is considered an expert at his or her activities who increasingly develops self-reassurance of his or her psychological processes and behavior. During the interview, the examined website is available to be operated by the respondent as well as the interviewer to facilitate memory and for demonstration purposes. Whenever applicable during the data collection procedure, constant comparisons are supported by relating informant statements to existing insights that emerged from past data collection and analysis and discussing their confirmatory or contradictory nature. Single interviews take approximately one hour per informant. All interviews are audio-recorded with the informant's permission and transcribed to provide accurate records for data analysis. A further description of the individual interview procedure is given using the example of online shopping in Section 5. The resultant iterative process in phase 1 of the flow design method is depicted in Figure 2.

The data analysis process (***step 2***) seeks to iteratively generate a visual model of cause-effect relationships that relate concrete design options to the flow experience (if applicable via mediators and moderators). The complete process is facilitated by qualitative analysis software (e.g., NVivo), which is used for coding and memo writing. The first data analysis stage involves early concept identification, usually called initial coding or *open coding*, where categories and properties are identified from distinct events (incidents) in the data and attached with meaning labels. As concepts emerge, they are constantly compared with other incidents and compared to other concepts. Every time a new concept is created, a memo is linked to this code, recording ideas designed to capture the present specification and stimulate the concept's further specification. As more concepts are identified, codes are organized in a node structure (a tree with branches). Additionally, *theoretical coding* focuses on uncovering potential relationships between the concepts created during initial coding. Codes are reassembled with propositions about their relationships that can be derived from the data. In this stage of analysis, a model-building tool is used to visually examine the proposed relationships, abstraction

of similarly aligned effects is driven further, and mediating and moderating relationships are identified. The created models are linked with explanatory memos, which – together – are used to stimulate questioning in subsequent interviews. As the flow model and its complexity develop, *selective coding* is applied, where further coding is delimited to concepts and relationships closely connected to the core category – flow. Still faced with high model structure complexity, the visual analysis of relationships is conducted incrementally, examining theoretical relationships around central emergent categories step-by-step and finally reintegrating these stepwise towards a comprehensive model. The end of the grounded theory process is achieved by examining theoretical saturation. Here, the transparency provided by the use of visual models that help identify knowledge gaps in earlier data analysis steps provides a good indication of saturation, reviewing the evolving model versions and connected memos, realizing that no additional knowledge is gained. Both steps of phase 1 can be conducted by two to three researchers in parallel, presuming that researchers perform a regular synthesis of their results every time substantial incremental knowledge is gained. The final result of phase 1 is a visual model that depicts the grounded theory. The model, connected with memos and exemplary user citations, serves as the starting point for phase 2. Further details on the data analysis procedure can be found, demonstrated in the context of online shopping, in Section 5.

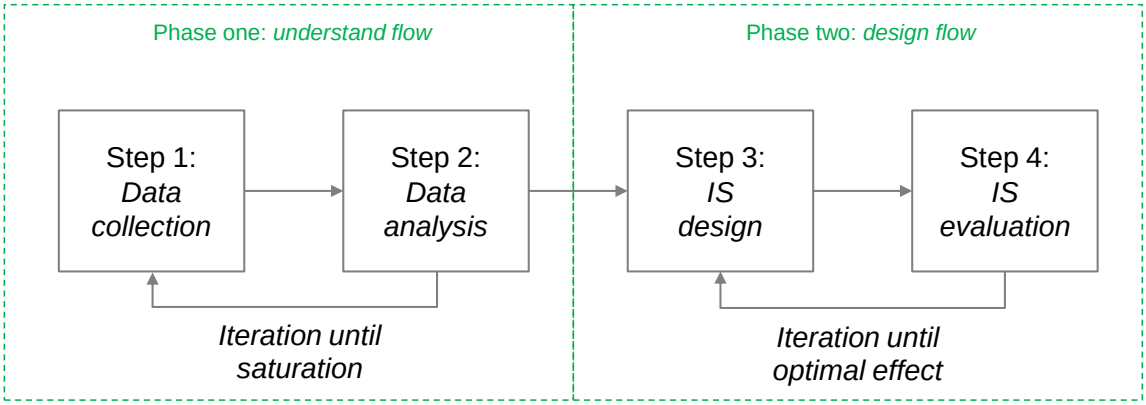


Figure 2: Two Phases of the Flow Design Method

Phase 2 (design flow) seeks to design a flow-optimized IS based on the results of phase 1. Even if phase 1 already offers abstract advice on how to design for flow, as well as concrete examples of how to implement such advice that were either given by users or validated with their help, phase 2 initially develops a variety of further design ideas drawing on techniques from design thinking. Beyond this, the redesign of the information system is evaluated through controlled quantitative experiments, measuring flow and IS-specific performance indicators.

The methodical basis of the information systems design stage (***step 3***) is design thinking, which is both a set of various methods and a mindset to develop innovative design solutions that are based on three core elements: inspiration, ideation, and implementation [2]. *Inspiration* seeks to identify concrete design questions by gaining a thorough understanding of customer needs that motivate the search for concrete solutions. *Ideation* offers a structured process of generating, further developing, prototyping, and user testing ideas, while *implementation* seeks to realize concrete solutions. Since it is expected that innovative human-computer interfaces that offer multimedia-based interaction are likely to induce complex interactive user experience such as the flow experience, the possible innovativeness of the creative process enabled by design thinking seems necessary. Furthermore, the idea of early user

testing in design thinking seems to be reasonable to account for the intersubjective variance of flow experiences. Hence, based on techniques borrowed from design thinking's ideation stage, the IS design stage enables a creative process of finding design solutions in a controlled setup. In our method, this is achieved by building an interdisciplinary expert team (3 to 7 members, ideally from interaction design, development, and management) with expertise in the flow experience model developed in phase 1 (*briefing*). Team member requirements follow the concept of T-shaped skills [15]: Deep functional/disciplinary skills in the individual area of expertise as well as the ability to apply knowledge across situations. People with these skills are able to shape their knowledge to fit the problem (instead of reshaping the problem), show curiosity as well as openness to other disciplines, and are able to find a shared language for synergistic thinking. After briefing, an iterative application of creativity techniques, fast prototyping, and user testing is used in order to find innovative design solutions. Based on the understanding of flow mechanisms, participants are able to derive concrete design questions, and are motivated to create a large amount of design solutions using classical *brainstorming* techniques (e.g., generate 150 ideas in 20 minutes). Based on three criteria (flow, technical feasibility, and business viability), a selection of these solutions is incrementally made visible, tangible, and functional through an increasing resolution of *prototypes* (e.g., paper models, storyboards, mock-ups, and wireframes). In the course of this process, early *user testing* is used to serve feedback that is considered in the further development of the prototypes [9]. During the iterative prototyping and user testing routine, participants *build to think*, seeking further improvement of flow, technical feasibility, and business viability.

Finally, the stage of IS evaluation (***step 4***) seeks to test concrete design implementations on real users in their environment, measuring flow and performance indicators relevant to the supplier, such as customer loyalty and usage time. Methodically, a *controlled experiment* is conducted where users of the information system are randomly assigned to the control group (the standard version of the IS) and the treatment group (the flow-optimized version), also referred to as A/B testing. To measure characteristics and intensity of the multifaceted flow experience in its components, we propose the flow short scale developed by Rheinberg et al. [28], which has been validated for the internet [19] and gaming contexts [28]. After live testing the potentially flow-optimized design solution, further refinement is iteratively achieved, restarting step 3 until no significant additional effect is generated.

Ideally, the method's two phases are carried out as depicted. However, one can think of situations where user testing or the evaluation of prototypes in phase 2 may challenge the findings of phase 1, which would require further investigation of the grounded theory and the revisitation of phase 1.

4 Method Refinement

Hitherto, phase 1 of the flow design method has been refined in several iterations, applying it to a variety of different websites and application types. Information websites such as Wikipedia.org (an online encyclopedia) and Chefkoch.de (a cooking platform), video platforms (YouTube.com), online shopping platforms (Amazon.de), a visual shopping app (Shoplove), and a dating app (Moosify) were examined. The specific cases were selected due to content diversity, media richness, and including different device types. Feedback from the researchers is gathered in regular discussion sessions, where the interviewers discuss possible shortcomings in method design so as to increase method efficiency. The techniques used in phase 1 became stable after four iterations, meaning that no significant further improvements were proposed in the feedback loop of the subsequent two applications. In the

following, a brief summary of the main improvements in data collection and analysis techniques is given.

Focus groups are introduced as an optional but useful way to gather data. The advantage of focus groups over single interviews resides in the provision of a quick and broad view. Focus groups can be used as a first step of data collection, to develop the initial version of the flow model before refining it in detail in subsequent one-to-one interviews. A focus group takes approximately 1 to 2 hours, examining 5 to 7 informants. During focus groups, problem-centered procedures of inquiry are used. For both focus groups and interviews, a variety of *discussion-generating* and *narration-generating techniques* proved helpful. Narration-generating questions support the deeper differentiation of concepts (e.g., *What do you mean by… ?*). *Comprehension-generating questions* ensure precise communication between interviewee and researcher (e.g., *Do I understand correctly… ?*, *Is it not contradictory that… ?*). The gleaning of *concrete examples* from experience enhances the ability to memorize previous user experiences and situational usage behavior factors (e.g., *Can you show an example on the website?*). Equally, it proves helpful to let the respondent *replay a concrete flow experience*, using the examined IS to facilitate memory and for demonstration purposes. During the inquiry process into causes of the flow experience, many respondents were able to differentiate causes regarding both *single flow factors* – absorption and fluency. A further increase in detail (e.g., examining the various single items of the flow short scale) does not seem helpful. Qualitative *data analysis software* (e.g., NVivo), which is traditionally used for coding and memo writing, proves useful to automatically visualize dynamic and static versions of the flow models. Here, the software must offer coding and visualization of relationships between the concepts. However, to facilitate the development of an integrated theoretical framework during selective coding, an additional *model-building tool* (e.g., MS Visio) is used to visually examine the proposed relationships, which offers more flexibility regarding concept selection, combination, and arrangement. Table 2 summarizes the techniques to apply during each step of the current method version.

***Step 1*: Data collection**	***Step 2*: Data analysis**	***Step 3*: IS design**	***Step 4*: IS evaluation**
Theoretical sampling	Open coding	Briefing	A/B testing
Respondent acquisition	Theoretical coding	Brainstorming	Flow measurement
Individual interviews	Selective coding	Prototyping	KPI measurement
(Focus groups)	Synthesis	User testing	
		Implementation	

Table 2: Flow Design Method Techniques

5 The Case of Online Shopping

We now depict the status quo of the flow design method, using examples from online shopping. All informants are users of a large, market-leading shopping platform (Amazon.de). In the course of data collection (***step 1***), a heterogeneous sample is generated to reach a variety of diverse comparison groups. Users are recruited via several sources: the platform's own fan page on a large social network, related fora, and in the network of the authors' institution's students. Until theoretical saturation, 32 users are spread over the following six theoretical sampling dimensions: Age, gender, education, familiarity with the website, frequency of use, and previous flow experiences with the website. The

individual interview procedure starts with a further, general-level introduction to the flow phenomenon. After presenting the written descriptions of flow experiences, the respondent is introduced to the two factors of flow – absorption and fluency – and the respective items of the flow short scale. Furthermore, the interviewee is asked to briefly describe one past individual flow experience. In the main part of the interview, first, available prior flow experiences using the considered website are discussed at a general narrative level. Second, the respondent is asked to think about attributes of the website that enhance or inhibit flow, and to consciously connect these attributes to the holistic flow experience. Third, to further concretize the subsequently discussed relationships, the interviewer asks the informant to repeat the last step in a more differentiated way for each of the two factors of flow. In the course of the interviews, narration-generating questions, comprehension-generating questions, gleaning of concrete examples, replaying flow experiences, and constant comparisons (regarding the flow model developed so far) are utilized.

Data analysis (***step 2***) starts with open coding. This is a typical statement that leads to the concept *search for optimal product*:

I just typed in "smartphone" and checked the different devices, read all the information, read what others were saying. And then I got into it. You read on and on, because you think that there might still be a better one. Finally, I thought I had found the optimal mobile phone for me.

The memo that was saved in the concept's description is:

Search for optimal product, compare products, funnel search (collect potential optimal products, e.g., in the shopping cart) / might be mere opinion-forming that does not necessarily lead to a purchase / related to a clear goal of the activity.

In the early analysis, concepts emerge at a low abstraction level, but as concepts are compared to each other, they can be grouped under more abstract concepts. In the concrete example, statements about finding the optimal product lead to the concept *existing goal*, which is one of the components of the final flow model. Additionally, theoretical coding focuses on uncovering potential relationships between the concepts that can be derived from the data. In our example, typical statements such as the following led to the proposition that affective quality of information leading to flow can be enhanced by offering media richness – providing images, audio, or video previews of the products.

I was definitely in flow while buying DVDs, but with clothing, for instance, it is not attractive enough, such as on other sites where you see a model wearing the clothes or see her in a video walking on the catwalk.

The final visual flow model, uses circles (latent concepts), rectangular boxes (design options), square boxes (moderators), arrows (directional (+ and -) relationships), and lines (associations) (see Figure 3).

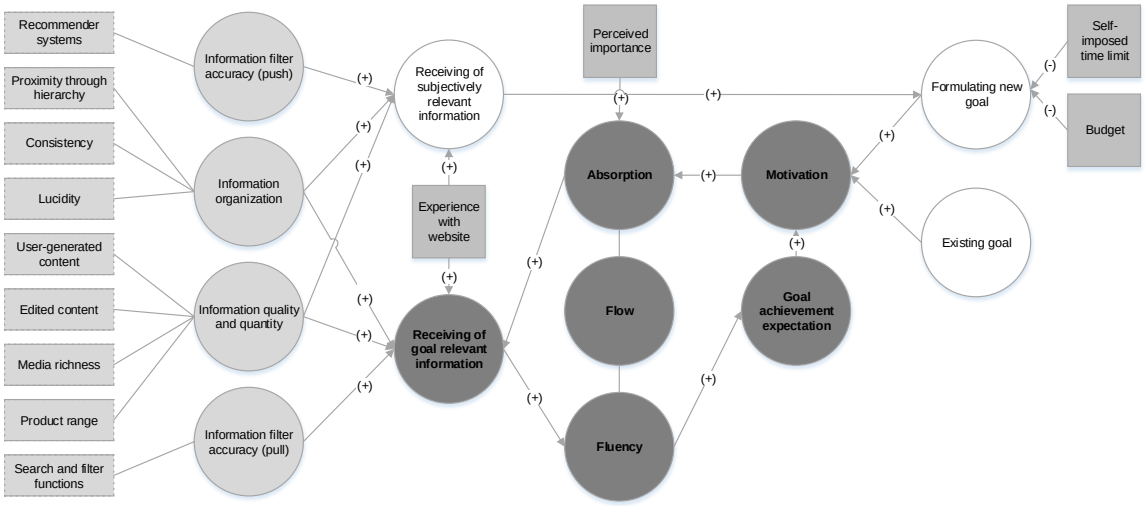


Figure 3: Visual Model of Online Shopping Flow

A detailed description of the flow model that has been developed in this case can be retrieved from Mahnke [18]. Based on the visual flow model, concrete design questions can be derived for the redesign of the website in phase 2; for instance: *How does one enhance the user's ability to maintain motivation towards an existing goal?*, *How does one inspire the user to pursue new goals?*, and *How does one optimize information organization?* Furthermore, we can provide first concrete answers to these questions based on user statements. As an exemplary answer to the first question, users demanded edited content as a decision aid in the early decision stage (e.g., product tests), which seems to be particularly relevant regarding products of high importance, where users otherwise would leave the website to get this information elsewhere. Based on the flow model developed in phase 1, we are able to develop, implement, and quantitatively evaluate effective design solutions in phase 2 of the method.

6 Conclusion

Seeking to enhance user experience, the current strong interest in UX design encompasses both research and practice. To design information systems on aspects beyond the functional, theoretically sound, and practically applicable methods seem necessary to handle the multifaceted user experience in a transparent way, resulting in manageable and measurable effects. The user-centered flow design method provides a manageable and concrete step-by-step approach to achieve optimal user experience design from the perspective of psychological flow theory. The results are supposed to lead to a variety of measurable positive effects for both the user and the IS supplier. However, it must be mentioned that the method's two phases show different maturity levels. Phase 1 is already stable, whereas phase 2 still needs iterations of application. Results of phase 2 would enable the estimation of individual cost-benefit ratios of the method's application in different contexts (e.g., simple vs. complex websites), which are particularly important for its further diffusion. Therefore, we encourage researchers and practitioners to apply the full method to further iterate phase 2, to test the expected effects using a variety of performance indicators, and to document the expended efforts. Further, we trust that our work motivates further research and further integration of the flow phenomenon in user experience design.

7 Literature

[1] Birks, D.F., Fernandez, W., Levina, N., and Nasirin, S. (2013): Grounded theory method in information systems research: its nature, diversity and opportunities. European Journal of Information Systems 22(1):1-8.

[2] Brown, T. (2008): Design thinking. Harvard Business Review 86(6):84.

[3] Chen, H., Wigand, R.T., and Nilan, M. (2000): Exploring web users' optimal flow experiences. Information Technology & People 13(4):263-281.

[4] Chen, H., Wigand, R.T., and Nilan, M.S. (1999): Optimal experience of web activities. Computers in Human Behavior 15(5):585-608.

[5] Csikszentmihalyi, M. (1975): Beyond boredom and anxiety. Jossey-Bass San Francisco.

[6] Csikszentmihalyi, M. (1994): The evolving self: a psychology for the third millennium. Harper Perennial New York.

[7] Csikszentmihalyi, M., and LeFevre, J. (1989): Optimal experience in work and leisure. Journal of Personality and Social Psychology 56(5):815.

[8] Glaser, B.G., and Strauss, A.L. (1967): The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research. Aldine de Gruyter New York.

[9] Grots, A., and Pratschke, M. (2009): Design Thinking—Kreativität als Methode. Marketing Review St. Gallen 26(2):18-23.

[10] Guru, A., and Nah, F.H. (2001): Effect of hypertext and animation on learning. In: S. Dasgupta (Hrsg), Managing Internet and Intranet Technologies in Organizations. Idea Publishing Group, Hershey.

[11] Hassenzahl, M., and Tractinsky, N. (2006): User experience: A research agenda. Behaviour & Information Technology 25(2):91-97.

[12] Hevner, A.R., March, S.T., Park, J., and Ram, S. (2004): Design science in information systems research. MIS Quarterly 28(1):75-105.

[13] Hoffman, D.L., and Novak, T.P. (1996): Marketing in hypermedia computer-mediated environments: conceptual foundations. The Journal of Marketing 60(3):50-68.

[14] Kuutti, K. (2010): Where are the Ionians of user experience research? In, Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries.

[15] Leonard-Barton, D. (1995): Wellsprings of knowledge: Building and sustaining the sources of innovation. Harvard Business Press Boston.

[16] Lin, C.S., Wu, S., and Tsai, R.J. (2005): Integrating perceived playfulness into expectation-confirmation model for web portal context. Information & Management 42(5):683-693.

[17] Luna, D., Peracchio, L.A., and de Juan, M.D. (2002): Cross-cultural and cognitive aspects of web site navigation. Journal of the Academy of Marketing Science 30(4):397.

[18] Mahnke, R. (2014): Designing Flow Experience on the Web: A Grounded Theory of Online Shopping Flow. In, Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2014). Hawaii.

[19] Mahnke, R., Wagner, T., and Benlian, A. (2012): Flow experience on the web: measurement validation and mixed method survey of flow activities. In, 20th European Conference on Information Systems (ECIS). Barcelona, Spain.

[20] Mayer, R.J., Menzel, C.P., Painter, M.K., Dewitte, P.S., Blinn, T., and Perakath, B. (1995): Information integration for concurrent engineering (IICE) IDEF3 process description capture method report. DTIC Document.

[21] Nel, D., Van Niekerk, R., Berthon, J.P., and Davies, T. (1999): Going with the flow: web sites and customer involvement. Internet Research 9(2):109-116.

[22] Novak, T.P., Hoffman, D.L., and Yung, Y.-F. (2000): Measuring the customer experience in online environments: a structural modeling approach. Marketing Science 19(1):22-42.

[23] Pace, S. (2004): A grounded theory of the flow experiences of Web users. International Journal of Human-Computer Studies 60(3):327-363.

[24] Rettie, R. (2001): An exploration of flow during Internet use. Internet Research 11(2):103-113.

[25] Rheinberg, F. (2004): Motivationsdiagnostik. Hogrefe Göttingen.

[26] Rheinberg, F. (2008): Intrinsic motivation and flow-experience. In: J. Heckhausen and H. Heckhausen (Hrsg), Motivation and Action. Cambridge University Press, Cambridge.

[27] Rheinberg, F. (2010): Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. In: J. Heckhausen and H. Heckhausen (Hrsg), Motivation und Handeln. Springer, Berlin.

[28] Rheinberg, F., and Vollmeyer, R. (2003): Flow-Erleben in einem Computerspiel unter experimentell variierten Bedingungen. Zeitschrift für Psychologie 211(4):161-170.

[29] Sanchez-Franco, M.J. (2006): Exploring the influence of gender on the Web usage via Partial Least Squares. Behaviour & Information Technology 25(1):19-36.

[30] Trevino, L.K., and Webster, J. (1992): Flow in computer-mediated communication. Communication Research 19(5):539.

[31] Witzel, A. (1989): Das problemzentrierte Interview. In: G. Jüttemann (Hrsg), Qualitative Forschung in der Psychologie: Grundfragen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder. Asanger, Heidelberg.

NeuroKMS: Integrating Neuroscience into Knowledge Management for Assuring Data Quality

Tobias Heide

University of Muenster, Department of Information Systems, 48149 Münster, E-Mail: tobias.heide@ercis.uni-muenster.de

Maria Shitkova

University of Muenster, Department of Information Systems, 48149 Münster,
E-Mail: maria.shitkova@ercis.uni-muenster.de

Jörg Becker

University of Muenster, Department of Information Systems, 48149 Münster,
E-Mail: joerg.becker@ercis.uni-muenster.de

Abstract

Knowledge management is a source of competitive advantage and a crucial element for companies' success. However the knowledge stored in the knowledge management system has to be of high quality in order to be easily interpretable and further applied by the knowledge users. Previous studies have shown that strong emotions in knowledge explication influence the quality of knowledge. In this paper we propose to utilize the methods of neuroscience for ensuring the quality of knowledge within KMS. We present the concept of NeuroKMS, which incorporates psychophysiological measurement tools in the design of a knowledge management system to measure the user's emotion. The paper discusses how the emotion measures can be used to predict the quality of knowledge artifacts.

1 Motivation

Knowledge management is a source of competitive advantage and a crucial element for companies' success [29]. Knowledge can be seen as a highly personalized asset as it is processed in the minds of individuals. In order to make individual's or group's knowledge useful for others it has to be expressed in a way to be easily understandable and interpretable [2]. Thus one of the main tasks of knowledge management systems (KMS) is to facilitate the process of explicating tacit knowledge.

The quality of knowledge stored in the KMS is of utmost importance. The enterprise has to assure that the knowledge stored in the system is of high quality and can be interpreted and applied by the employees. Low quality of artifacts stored inside the KMS will affect the performance of knowledge users and may cause making wrong decisions [28]. Filled with data of poor quality, KMS are worthless and follow the "garbage in, garbage out" principle.

One major aspect, which affects the quality of knowledge in KMS, is the current emotional state of the user, who is creating the knowledge artifacts. When the user is creating new entries in the KMS and is at the same time experiencing strong emotions (e.g. caused by stress at the workplace or in social life), the probability of the created artifacts to be of low quality is rather high [15,18,27,40].

The progress of research in the areas of neuroscience and in particular NeuroIS allows us to measure emotions while working with information systems (IS). In this paper we suggest to combine the findings from neuroscience with the data quality aspect of KMS. We propose an approach of incorporating emotion tracking into KMS, which automatically predicts the quality of knowledge artifacts. With the help of emotion tracking the KMS user's emotional condition is constantly monitored, neurophysiological data is collected, and any deviations from the user's normal emotional profile are detected. Using the physiological measures of emotions as an objective, non-biased indicator [11], the quality of KMS data can be evaluated. The evaluation results are used for immediate user feedback and are additionally stored as metadata for the created knowledge artifact. The proposed approach prevents the pollution of the KMS with knowledge materials of potentially low quality.

The paper is structured as follows: in the next section we present a review of related literature on the knowledge management process and the relationship between KMS users' emotions and their performance. We also review the existing literature in neuroscience and NeuroIS, which is highly connected to emotions recognition. Based on the results of literature review we then develop a conceptual design of NeuroKMS – a KMS which automatically predicts the data quality with the help of NeuroIS. The use case scenarios of NeuroKMS are presented in the fourth section of the paper. We finish the paper with a discussion of our research results and proposing further research steps.

2 Related Work

2.1 Knowledge Management Process and Systems

The task of improving data quality of knowledge artifacts requires a closer look at the activities involved in knowledge management. The processes crucial for data quality have to be identified and quality measures have to be tailored for these. In the literature at minimum four basic processes of creating, storing/retrieving, transferring and applying knowledge are identified [2], which together form the knowledge management process.

Knowledge creation happens through collaborative processes in an organization or by individual cognitive processes. The main modes of knowledge creation are socialization, externalization, internalization, and combination. The process covers not only the creation but also the amplifying, enlarging and justifying of knowledge [30]. As the knowledge creation happens internally in the mind of individuals, it is difficult to assure data quality at this point.

Created knowledge needs to be saved. This is done in the process of *knowledge storage / retrieval*. The knowledge is externalized and persisted in various forms. These forms include documentation, electronic databases, expert systems and documented procedures or processes [35]. The knowledge storage is the point when knowledge is externalized, persisted and made available for other people. At this point data quality measures, using IT support, can be used to ensure the quality of persisted knowledge. The counterpart of storage is retrieval, when other individuals internalize the persisted knowledge.

To enable the individuals to internalize knowledge a *knowledge transfer* has to happen. It is important to transfer the knowledge to locations where it is needed and to people who are demanding this particular knowledge. Organizations need to locate their knowledge and have to foster communication processes and information flows for knowledge transfer [2]. The final step in successful knowledge management is *knowledge application*. An organizations competitive advantage lies in the ability to apply the available and gathered knowledge [2].

In the steps of externalizing and transferring knowledge, data quality plays a crucial role. Otherwise, in case of transferring deficient representation of externalized knowledge, the shared knowledge may be detrimental to the organization's knowledge [16].

The knowledge management process described above is supported by KMS. Their objective "is to support creation, transfer, and application of knowledge in organizations" [2]. In particular, KMS support the process step of knowledge storage and retrieval by storing knowledge items explicated by users. This stored knowledge is available to other users of the KMS, who spread it further in the enterprise.

The typical KMS architecture consists of three layers: infrastructure services, knowledge services and presentation services [7]. On the infrastructure services layer KMS provide a possibility to store the knowledge artifacts in the repository and support communication and collaboration between users by sharing knowledge artifacts and asynchronous collaboration (e.g. forums or discussions). On the knowledge services layer the systems provide the possibility for knowledge creation, knowledge sharing and knowledge reuse. According to [7] knowledge creation is performed either via exploitation (refinement of existing knowledge), exploration (creation of knowledge through discovery and experimentation) or codification (articulation of tacit knowledge). On the presentation services layer the technologies that are primarily concerned with the interface between the user and the information/knowledge sources are located.

2.2 Emotions and Quality of Knowledge Artifacts

Quality of knowledge is a subjective measure rated by the user of knowledge. Knowledge is of high quality if it is useful for the consumer and fits the task [31]. Quality criteria for knowledge from the user's point of view are timeliness, accuracy, completeness, consistency, and relevancy [36]. In the context of this work high quality of knowledge means that the knowledge is explicated and persisted as good as possible by the creator. The best possible explicated knowledge would accurately, completely, and consistently reflect the owner's internalized knowledge.

For successfully preserving and working with knowledge in the enterprise, high quality knowledge is of crucial importance. Only in this case knowledge management initiatives and the whole enterprise can unfold their full potential.

The term emotion can be defined as a "subjectively experienced state that can be described qualitatively and is accompanied by changes in feeling, physiology, and expression" [1]. Strong emotions are seen as one of the main aspects causing low quality of knowledge [34]. Emotions including stress can influence the quality of work in general and of knowledge management artifacts in particular as work outcomes also include the attitudes and feelings of people [19]. Work may be done sloppier or is biased by personal feelings. Emotions influence our decisions and actions, which often appear to be not reasonable or prudent [12]. Various types of emotions are identified in the literature that are classified in positively toned and negatively toned [22]. In general, performance is affected negatively by emotional struggles which interfere with attention and concentration [22,23].

The studies on the correlation between strong emotions and job performance show different results: [1,15,18,27,40] confirm that stress in the job leads to a lower performance. However [20] report on contrary effects and [3,8] found out that medium levels of stress stimulate performance. These discrepancies in findings turned out to be caused by moderating effects, such as job experience and hardiness, which have been found to positively affect the performance in stress situations [17,39]. Strong emotions reduce the directed control of actions in favor of the stimulus-driven attentional system [41]. The loss of directed control is connected with a decrease of performance in a specific task. Overall the literature shows that strong emotions negatively influence performance and thus also the quality of knowledge created.

IS tools can therefore profit from detecting the users' emotions. The idea of incorporating emotional tracking into IS tools is not new. Philips has conducted an experiment, which showed that financial decisions are not optimally made if the decision maker is highly emotionally charged [24]. Moreover [14] presented a framework for emotional regulation to support effective management decision making.

2.3 NeuroIS

In order to understand, how emotions affect KMS user's performance, methods from cognitive neuroscience can be used. With the development of technology and emergence of new measurement techniques such as brain imaging or psycho-physiological measurement tools it became possible to address such questions as how human cognition and emotions are mapped to the reactions of the neural system [10,26]. Cognitive neuroscience has turned into an interdisciplinary field of study. Recently it has got a particular attention among the researchers in the area of information systems, resulting in the creation of a new subfield of IS literature - NeuroIS. A widely accepted definition of the term can be taken from [32]: "NeuroIS is a subfield in the IS literature that relies on neuroscience and neurophysiological theories and tools to better understand the development, use and impact of information technologies (IT). NeuroIS seeks to contribute to (i) the development of new theories that make possible accurate predictions of IT-related behaviors and (ii) the design of IT artifacts that positively affect economic and non-economic variables (e.g. productivity, satisfaction, adoption, well-being)."

The main benefit of the usage of neuroscience techniques is the possibility to answer questions and measure constructs (e.g. hidden metrics of interest, affect or satisfaction), which were previously difficult to address with standard qualitative or quantitative research methods because of their

sensitivity for the human individual or inability to be expressed [10]. Moreover [26] state that "neuroscience offers potential to truly close the gap between humans and computers through the development of devices that engage directly with the brain". In comparison to the standard methods such as interviews or surveys, which are considered to be subjective and therefore are highly criticized by the research community [24], the psychophysiological data cannot be manipulated during the experiment [10] and thus is considered to be objective [24].

There are two main groups of tools for measuring neuroscientific metrics: brain-imaging tools and psychophysiological tools [5,10,24,32]. Brain-imaging tools include electroencephalography (EEG) which is used for measuring electrical brain activity on the scalp, functional magnetic resonance imaging (fMRI) for measuring neural activity by changes in blood flow, positron emission tomography (PET) for measuring metabolic activity by radioactive isotopes, magnetoencephalography (MEG) which reflects changes in magnetic fields by brain activity. Brain imaging tools can be used for detecting different kinds of emotions by tracking the activity in different brain areas, for example the cognitive neuroscience literature has identified the amygdala as a brain area linked to intense negative emotions and the insular cortex as an area associated with such emotions as fear of loss [9].

Psychophysiological tools include electrocardiography (EKG) for measuring electrical activity of the heart on skin to detect cognitive attention [4,5]; facial emotional response (EMG) or facial electromyography (fEMG) to measure electrical impulses caused by muscle fibers, which show the emotional response of a person [5]; skin conductance response (SCR) to measure sweat in eccrine glands of the palms or feet as an indicator of arousal [9]; SCR combined with EMG helps to understand the direction and strength of emotions [5]; eye tracking tools to track eye pupil location an movement. These are the oldest and simplest techniques for measuring somatic states and although they do not directly measure brain activity, the captured indicators are closely related to the nervous system [5,24,32].

The first group of measurement tools (brain imaging tools) are hardly applicable for the usage in real world IS applications [10] due to the facts that they are not flexible in use and make the working environment artificial. Therefore, it makes more sense to pay attention to the second group of tools for psycho-physiological measurement, which also can be named as "lightweight" measurement techniques [5]. There are a number of studies, which have shown the possibility of usage of such "lightweight" tools for the purpose of emotion recognition.

For instance [38] used variations in systolic blood pressure as a measure of stress level of the computerized command-and-control system users in an ambulance service. In [4] blood pressure and heart rate were used as measures of stress among people who had to conduct 15 minute long public lecture. They found small but significant changes in both metrics immediately following the public speaking, which corresponds to the rise of adrenaline levels seen at the same time. In the field of affective computing heart rate, skin conductance and skin temperature were used to measure "presence" in a virtual environment. Heart rate and skin conductance proved itself to be reliable, sensitive and objective "presence" measures. However, skin temperature has not shown significant variation during the experiment [25]. Skin conductance, heart rate and finger blood pressure were successfully used for the task of usability evaluation of Web sites, showing the decrease of skin conductance and heart rate measures, as well as great dilation of peripheral blood vessels for users of well-designed web page, which indicated "relaxation into the task" and the opposite for the users of ill-designed web page [37]. In addition to these single experiments aggregated information on the connection between different types of emotions and physiological responses can be found in [21].

3 Conceptual Design of NeuroKMS

For each individual always some emotional state can be observed, which either can be beneficial for good performance and high quality work results or not. Strong emotions may negatively influence the work performance as introduced in the literature review section and therefore also the data quality in the knowledge management system. A posteriori the quality of knowledge in the system cannot be determined, as knowledge once entered into the system loses its emotional context and is often used without deliberation afterwards. In this section we introduce NeuroKMS – a knowledge management system enriched with NeuroIS mechanisms, which helps to reduce uncertainty about knowledge quality by automatically detecting and keeping the emotional context when storing the artifacts in the KMS. The data about the user's current emotional state is gathered during the creation of the knowledge artifact and then used to automatically calculate a quality indicator for the knowledge artifact, which is then stored as a metadata in the KMS.

The NeuroKMS conceptual framework for predicting quality in knowledge management (Figure 1) is based on the knowledge management processes [2] of creating, storing and retrieving, applying, and transferring knowledge. In the step of "storing", the knowledge is explicated and persisted in an information system. The explication of knowledge is a crucial point for data quality assurance as parts of the tacit knowledge, e.g. feelings or associations, cannot be explicated and get lost during storage. Furthermore, persisting knowledge in a system and publishing the knowledge in the organization acts as a knowledge multiplier and therefore needs to be done carefully and with regards to quality.

The user who is storing and retrieving the knowledge is the central element of the framework. Different sensors can be used to capture the physiological responses of the user. The measured data represents the current emotional state of the user. The current state is compared to the user profile consisting of previously collected psychophysiological data. Result of the comparison is an assessment rating of the quality of the created knowledge artifact. This assessment of the current emotional state can be returned as feedback to the user and is stored as metadata of the recorded knowledge.

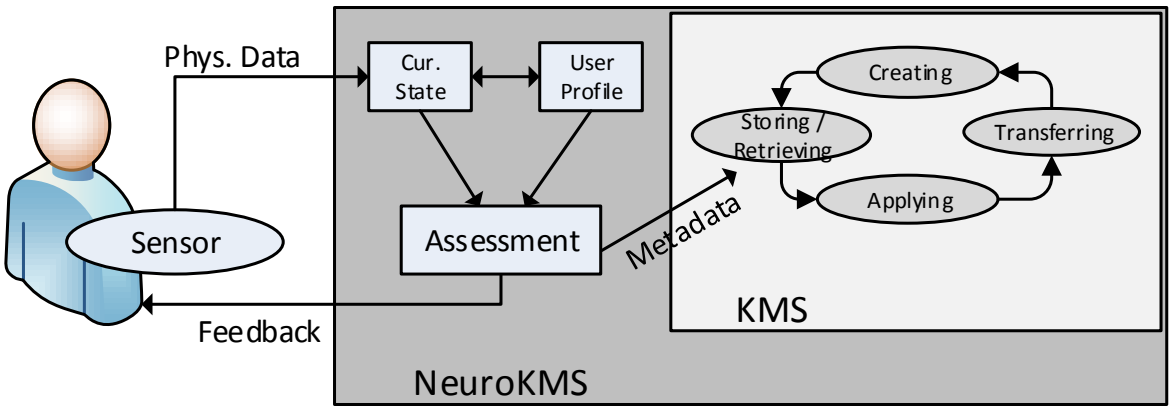


Figure 1: NeuroKMS framework for enhancing quality in knowledge management

The proposed NeuroKMS is based on the standard KMS architecture as presented in the literature review section. On the knowledge services layer the knowledge creation is done via codification. A text based artifact is created at this step, which is then stored in the KMS. The standard architecture of a KMS is enhanced with four main modules, namely *sensors* for measuring user emotions, a mechanism for the user's *current emotional state* definition, a *user profile* to store the threshold values to define strong emotional states for the user, and an *assessment mechanism* for predicting the quality

of the created knowledge artifact. We will further present each component in details and explain the interrelationships between the components.

3.1 Sensors

There are two main groups of measurement tools in neuroscience: brain-imaging tools and psychophysiological tools. As the NeuroKMS requires an emotion measurement tool, which does not distract the user from performing his task or create any discomfort [4], the usage of lightweight solutions is a good tradeoff between accurateness and effort [1]. Based on the review of [21] the measures and emotions presented in Table 1 are considered for the system design.

	Negative emotions					Positive emotions			
	Anger	Anxiety	Disgust	Fear	Sadness Crying	Amuse-ment	Happiness	Joy	Pleasure
Heart Rate (HR)	↑	↑	↑--	↑	↑	↑↓	↑	↑	↓
Skin Conductance Response (SCR)	↑	↑	↑	↑		↑	(--)		↑
Nonspecific Skin Conductance Response Rate (nSCR)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
Skin Conductance Level (SCL)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑--	--	↑

Modal responses were defined as the response direction reported by the majority of studies (unweighted), with at least three studies indicating the same. Arrows indicate increased (↑), decreased (↓), no change in activation from baseline (--), or both increases and decreases between studies (↑↓). Values in brackets "( )" are based on the results of less than three studies.

Table 1: Physiological reaction of negative and positive emotions [21]

Following the studies [1,21] and the results of literature review it can be stated that the measures of heart rate, skin conductance response, nonspecific skin conductance response rate and skin conductance level can be used to define a wide range of emotions. The heart rate (HR) is measured as number of heartbeat per minute (bpm) and can be averaged across longer periods of time to reflect the level of arousal [1]. The skin conductance level (SCL) can be used as a sensitive index of arousal [1], while the (nonspecific) skin conductance response (SCR) reflect the separate short modulations in the signal either caused by a stimuli (in case of specific SCR) or not (nonspecific SCR) [1,13]. Thus for our study the SCL parameter is the most applicable one among the measures related to skin conductance. SCL is computed as an average of several discrete measurement points distributed across the time window of interest [13].

By looking at the heart rate and skin conductance monitors available in the market, we have found out that most of them should be attached to the fingers, wrist, or chest, thus making the working environment artificial. A Shark-fin Mouse, proposed by [6], is a good alternative to the standard measuring devices. This is a fully functional mouse, which streams three signals in real-time: pulse, skin conductance response and skin temperature. The mouse can be easily integrated into the working environment and at the same time provide all the necessary data for calculating the HR and SCL. Although the continuous data collection is not possible when using the sensors embedded into the

mouse, the advantage of seamless integration of measuring mechanism into the working environment overweighs the drawback.

3.2 Current Emotional State

The current emotional state of the user contains the aggregated measures of heart rate (HR) and skin conductance level (SCL) of the user. Due to the usage of sensors embedded in a computer mouse the HR and SCL measures can only be collected when the user touches the mouse, which definitely happens in the beginning of artifact creation when the user opens the KMS and prepares for text entering, and in the end when the user saves the artifact and exits the KMS, as well as arbitrary number of times while the user is working with the NeuroKMS. These results in the following sets of measurements: $HR = \{HR_0, \ldots, HR_n\}$ and $SCL = \{SCL_0, \ldots, SCL_n\}$. The indexes {0, …, n} represent the measuring intervals when the measurement took place, HR_i and SCL_i are the average heart rate and skin conductance level values taken during one of the several measuring intervals.

3.3 User Profile

For the purpose of the emotional state and knowledge quality assessment, the emotional profile of the user has to be created, which contains threshold values of heart rate (HR_{TR}) and skin conductance level (SCL_{TR}) for the user. The threshold reflects levels of HR and SCL at which the user is classified to be in a strong emotional state and potentially produce poor quality knowledge. The initial values are set to the standard HR and SCL values for an average person (e.g. HR = 70 bpm). The threshold values are constantly refined over time by learning from knowledge items created by the user according to the rule:

If (QI = "Potentially Poor" and AQ = "Good") or (QI = "Potentially Good" and AQ = "Poor"), then

$$HR_{TR\,new} = \frac{HR_{TR} + \max_{i=0,n} HR_i}{2} \textit{ and } SCL_{TR\,new} = \frac{SCL_{TR} + \max_{i=0,n} SCL_i}{2},$$

where *QI* ("Quality Indicator") is the quality prediction done by the NeuroKMS and the *AQ* ("Actual Quality") is rated by the knowledge users as described in section 4.1.

3.4 Assessment Mechanism

The assessment mechanism is designed to detect any deviation in the user's emotional profile, which affects the quality of the created knowledge artifact. By comparing the physiological data gathered during the artifact creation with the user profile, the data quality is predicted. The prediction mechanism acts according to the following rule:

$$\text{If } \max_{i=0,n} HR_i \geq HR_{TR} \text{ or } \max_{i=0,n} SCL_i \geq SCL_{TR},$$

then QI = "Potentially Poor", else QI = "Potentially Good",

where $\max_{i=0,n} HR_i$ and $\max_{i=0,n} SCL_i$ are the maximum of all HR and SCL measures in the user's current state. The maximum value is chosen to minimize the false negative quality predictions.

After the quality assessment is done, the resulting quality indicator (QI) is stored in the background as metadata for the knowledge artifact.

4 Use case scenarios

From the existing literature we derive three possible application fields for NeuroKMS: recording of physiological data, live feedback, and intervention [14].

4.1 Recording of Physiological Data

The information on the emotional state and the results of the assessment mechanism (*QI*) presented above can be used in several ways. In the first scenario the recorded metadata is used in a passive way. If conflicting information (e.g. two different definitions of the same term) is entered into the system, information with the supposed higher quality of data is preferred over the information in question. Search results and listings of knowledge are ordered according to the metadata. Less reliable knowledge is positioned lower in the results list or is even entirely hidden from general search results. The knowledge users are not actively involved in the quality evaluation process, which happens automatically in the background. There is no additional workload or overhead compared to existing KMS.

In a second scenario the emotional data is used actively. The entered knowledge is assessed as potentially unreliable by using the Quality Indicator (*QI* = "potentially poor"). In this scenario the publishing of knowledge requires an additional check or validation by a user (the author himself, his co-workers or supervisors). In case of a validation by the author himself, the validation step is postponed. Only in case of a stable emotional state the verification can take place. Verification by co-workers or the supervisor has the additional benefits of a second opinion on the knowledge. This helps not only to remove quality issues caused by strong emotions, but also extends the knowledge with the view of a second person. Validated knowledge is then treated like other quality approved data in the system and can be used in the whole organization. On a successful validation, the quality thresholds of the author (HR_{TR} and SCL_{TR}) are adjusted (increased) as described above in 3.3.

Additionally, users are able to check and report on knowledge quality while working with the knowledge artifacts. If knowledge is reported to be of low quality by some of the users and was not detected as potentially unreliable by the NeuroKMS (QI = "potentially good"), the quality thresholds of the author are adjusted (decreased).

4.2 Live Feedback and Intervention

The second application scenario for the NeuroIS data is providing live feedback for the user on the current emotional state. The user's workplace should be equipped with an emotions indicator, implemented as a widget on the desktop or a module inside the NeuroKMS. With the help of the indicator the user's attention is called to his current emotional state. The live feedback helps the user to self-assess the current emotional state. In the KMS context, based on the live feedback, the user can decide to take a break or to postpone the knowledge work and may switch to activities less affected by strong emotions.

Providing live feedback to the user is an implicit warning and strengthens the user's awareness for emotions. However, also explicit warnings and interventions make sense to improve quality of knowledge. The current emotional level is not only shown to the user, but the user is warned if the level of emotions is strong. Countermeasures when entering these states are breaks for recreation. On the one hand this helps in the short term to calm down, recreate, and gain productivity again and on the other hand this is good for the overall health of the employee in the long term and prevents such

illnesses as burnout [33]. By using these interventions the overall knowledge quality in KMS will increase as users are advised not to use the KMS when experiencing strong emotions.

5 Discussion and Conclusion

In this paper we have presented a conceptual design and possible use cases for NeuroKMS – a knowledge management system enhanced with NeuroIS mechanism for emotions tracking. NeuroKMS enhances the KMS standard architecture with four main modules, namely sensors for measuring user emotions, a mechanism for defining the user's current emotional state, a user profile to define strong emotional states for the user, and an assessment mechanism which compares the users current state with threshold values from the user's profile for predicting the quality of the created knowledge artifacts. These predictions are stored as metadata along with the knowledge.

Emotional information and quality prediction may be used in different application fields: filtering and searching knowledge, providing live feedback to the user, and applying warning and intervention mechanisms.

One drawback of the proposed use of lightweight NeuroIS tools (heart rate and skin conductance) is the difficulty to recognize exact emotions because different mental events can produce near identical physical responses [37]. Therefore, the proposed concept has the limitation to only detect the presence of strong emotions. By extending the functionality of NeuroKMS with additional sensors like brain imaging tools and complementary questionnaires there is a possibility to come close to isolation of distinct emotions [1].

In future work other types of tools (e.g. facial recognition tools) for emotion detection can be incorporated in NeuroKMS in order to be able to distinguish between different kinds of emotions. Additionally, in a next step we plan to implement a prototype of the NeuroKMS with an emotion tracking module and execute a set of experiments to prove the applicability of the proposed concept.

6 References

[1] Adam, MTP; Gamer, M; Krämer, J; Weinhardt, C (2011): Measuring Emotions in Electronic Markets. In: *International Conference on Information Systems*. Shanghai.

[2] Alavi, M; Leidner, DE (2001): Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. MIS Quarterly 25(1):107–136.

[3] Anderson, CR (1976): Coping behaviors as intervening mechanisms in inverted-u stress-performance relationship. Journal of Applied Psychology 61:30–34.

[4] Bassett, JR; Marshall, PM; Spillane, R (1987): The physiological measurement of acute stress (public speaking) in bank employees. International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology 5(4):265–73.

[5] Brocke, J vom; Riedl, R; Léger, P-M (2011): Neuroscience in design-oriented research: exploring new potentials. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*. Milwaukee, WI, USA.

[6] Christy, T; Kuncheva, LI (2013): AMBER Shark-Fin : An Unobtrusive Affective Mouse Input Modalities for Affective Computing. In: *ACHI 2013, The Sixth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*. Nice, France.

[7] Chua, A (2004): Knowledge management system architecture: a bridge between KM consultants and technologists. International Journal of Information Management 24(1):87–98.

[8] Cohen, S (1980): Aftereffects of stress on human performance and social behavior: a review of research and theory. Psychological Bulletin 88(1):82–108.

[9] Dimoka, A (2010): What does the brain tell us about trust and distrust? Evidence from a functional neuroimaging study. MIS Quarterly 34:373–396.

[10] Dimoka, A; Banker, RD; Benbasat, I; Davis, FD; Dennis, AR (2012): On the Use of Neuropyhsiological Tools in IS Research: Developing a Research Agenda for NeuroIS. MIS Quaterly 36(3):679–702.

[11] Dimoka, A; Pavlou, PA; Davis, FD (2011): Research Commentary—NeuroIS: The Potential of Cognitive Neuroscience for Information Systems Research. Information Systems Research 22(4):687–702.

[12] Easterby-Smith, M; Lyles, MA (2011): Handbook of organizational learning and knowledge management. Wiley. com.

[13] Figner, B; Murphy, RO (2010): Using skin conductance in judgment and decision making research. A Handbook of Process Tracing Methods for Decision Research: A Critical Review and User's Guide :163–84.

[14] Gimpel, H; Adam, MTP; Teubner, T (2013): Emotion Regulation In Management: Harnessing The Potential Of Neurois Tools. In: *ECIS 2013 Proceedings*. Utrecht, NL.

[15] Hauck, EL; Snyder, LA; Cox-Fuenzalida, L-E (2008): Workload Variability and Social Support: Effects on Stress and Performance. Current Psychology 27(2):112–125.

[16] Hendriks, P (1999): Why share knowledge? The influence of ICT on the motivation for knowledge sharing. Knowledge and process management 6(2):91–100.

[17] Hunter, LW; Thatcher, SMB (2007): Feeling the heat: Effects of stress, commitment, and job experience on job performance. Academy of Management Journal 50(4):953–968.

[18] Jamal, M (1984): Job stress and job performance controversy: an empirical assessment. Organizational behavior and human performance 33(1):1–21.

[19] Janz, BD; Prasarnphanich, P (2003): Understanding the Antecedents of Effective Knowledge Management: The Importance of a Knowledge-Centered Culture*. Decision Sciences 34(2):351–384.

[20] Keijsers, GJ; Schaufeli, WB; Blanc, PM Le; Zwerts, C; Miranda, DR (1995): Performance and burnout in intensive care units. Work and Stress 9(4):513–527.

[21] Kreibig, SD (2010): Autonomic nervous system activity in emotion: a review. Biological psychology 84(3):394–421.

[22] Laborde, S; Raab, M; Dosseville, F (2013): Emotions and Performance: Valuable insights from the sports domain. In *Psychology of Emotions*. Nova Publisher.

[23] Lazarus, RS (2000): How Emotions Influence Performance in Competitive Sports. The Sport Psychologist 14(3):229–252.

[24] Loos, P; Riedl, R; Müller-Putz, GR; et al. (2010): NeuroIS: Neuroscientific Approaches in the Investigation and Development of Information Systems. Business & Information Systems Engineering 2(6):395–401.

[25] Meehan, M; Insko, B; Whitton, M; Brooks, FP (2002): Physiological measures of presence in stressful virtual environments. In: *Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and interactive techniques - SIGGRAPH '02*. New York, New York, USA.

[26] Minnery, BS; Fine, MS (2009): FEATURE Neuroscience and the future of human-computer interaction. interactions 16(2):70–75.

[27] Motowidlo, SJ; Packard, JS; Manning, MR (1986): Occupational stress: its causes and consequences for job performance. Journal of Applied Psychology 71(4):618–629.

[28] Nicolas, R (2004): Knowledge management impacts on decision making process. Journal of Knowledge Management 8(1):20–31.

[29] Nonaka, I (1995): The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press.

[30] Nonaka, I (2002): A dynamic theory of organizational knowledge creation. Oxford University Press.

[31] Poston, R; Speier, C (2005): Effective Use of Knowledge Management Systems: A Process Model of Content Ratings and Credibility Indicators. Management Information Systems Quarterly 29(2):221–244.

[32] Riedl, R; Randolph, AB; Brocke, J vom; Léger, P-M; Dimoka, A (2010): The Potential of Neuroscience for Human-Computer Interaction Research. In: *SIGHCI 2010 Proceedings*. SIGHCI.

[33] Shinn, M; Rosario, M; Mørch, H; Chestnut, DE (1984): Coping with job stress and burnout in the human services. Journal of personality and social psychology 46(4):864.

[34] Soliman, F; Spooner, K (2000): Strategies for implementing knowledge management: role of human resources management. Journal of Knowledge Management 4(4):337–345.

[35] Tan, S; Teo, H-H; Tan, B; Wei, K-K (1998): Developing a Preliminary Framework for Knowledge Management in Organizations. In: *AMCIS 1998 Proceedings*. Baltimore, MD.

[36] Tongchuay, C; Praneetpolgrang, P (2008): Knowledge quality and quality metrics in knowledge management systems. International Journal of the Computer, the Internet and Management 16(SP3):21–26.

[37] Ward, R.; Marsden, P. (2003): Physiological responses to different WEB page designs. International Journal of Human-Computer Studies 59(1-2):199–212.

[38] Wastell, DG; Newman, M (1996): Stress, control and computer system design: A psychophysiological field study. Behaviour & Information Technology 15(3):183–192.

[39] Westman, M (1990): The Relationship Between Stress and Performance: The Moderating Effect of Hardiness. Human Performance 3(3):141–155.

[40] Westman, M; Eden, D (1996): The inverted-U relationship between stress and performance: A field study. Work & Stress 10(2):165–173.

[41] Wilson, M (2008): From processing efficiency to attentional control: a mechanistic account of the anxiety--performance relationship. International Review of Sport and Exercise Psychology 1(2):184–201.

Teilkonferenz: Next Generation ERP: Integrierte Informationsverarbeitung in der Wertschöpfungskette

Durch die Globalisierung von Unternehmen und das Aufbrechen von klassischen Geschäftsmodellen in immer mehr Branchen gewinnt die verteilte Wertschöpfung zunehmend an Bedeutung. Organisationen stehen dabei vor der Herausforderung, sowohl ihre innerbetrieblichen als auch ihre überbetrieblichen Geschäftsprozesse durch den gezielten Einsatz neuer Technologien effizient und effektiv zu unterstützen.

Spezielle Aufmerksamkeit im überbetrieblichen Bereich erfahren Themen wie Stammdatenintegration, Geschäftsprozessintegration, Interorganisationssysteme, B2B-Integration, Dokumentenstandards oder der unternehmensübergreifende Einsatz von Internettechnologie. Im Zentrum steht dabei oftmals das unternehmenseigene ERP-System, das zunehmenden Anforderungen an unternehmensübergreifende Integration ausgesetzt ist. Im innerbetrieblichen Bereich verstärkt sich der Fokus auf die Prozesssicht. Die historisch gewachsenen, heterogenen, betrieblichen Anwendungssysteme (ERP, CRM, SRM, Groupware, etc.) werden mittels Business Process Management (BPM) mit dem Ziel einer durchgängigen Prozessunterstützung integriert und orchestriert.

Ziel der Teilkonferenz ist es, die verschiedenen Facetten der Veränderung der traditionellen Wertschöpfungskette und der einhergehenden, technologischen Anforderungen zu thematisieren und dazu interessierte Forscher-, Entwickler- und Anwendergruppen zusammenzubringen. Es sollen dabei sowohl Probleme semantischer und organisatorischer als auch technischer Art behandelt werden.

Besonderer Dank gilt den Autoren und den Mitwirkenden in dem Programmkommitee. Stellvertretend für letztere seien Ulrike Baumöl, Jörg Becker, Patrick Delfmann, Norbert Gronau, Susanne Leist und Peter Loos genannt.

Dezember 2013

Norbert Frick, Petra Schubert, Axel Winkelmann

(Teilkonferenzleitung)

Softwareauswahl in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) - Gegenüberstellung und Bewertung von Vorgehensmodellen zur Auswahl betrieblicher Anwendungssoftware

Marius Schönberger, Thomas Kleinert, Tobias Dumont, Peter Fettke, Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: *vorname.nachname*@iwi.dfki.de

Abstract

Im Zuge der Softwarebeschaffung sind kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) oftmals aufgrund mangelndem Wissens und unzureichender technischer Möglichkeiten an fertige Software gebunden, sodass standardisierte Verfahren zur Softwareauswahl benötigt werden, damit Potenziale und Risiken innerhalb des Auswahlprozesses erkannt bzw. vermieden werden können. Mit dem „eKompetenz-Netzwerk für Unternehmen“ unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) mittelständische Unternehmen bei der Implementierung von elektronischen Geschäftsprozessen. Aus dieser Förderinitiative entstanden deutschlandweit insgesamt 38 Kompetenzzentren, die als Anlaufstelle für Fragen rund um den Einsatz und die Beschaffung von IT den Unternehmen zur Verfügung stehen. Zur besseren Unterstützung der Unternehmen bei der Auswahl und Einführung betrieblicher Software soll im Rahmen der Förderinitiative eine strukturierte Vorgehensweise für KMU definiert werden. Die einfache Darstellung des Gesamtablaufs sowie eine möglichst kostengünstige Vorgehensweise der Softwareauswahl stellen hierbei besondere Anforderungen des Forschungsprojektes dar. Die vorliegende Arbeit bildet den Ausgangspunkt des Forschungsvorhabens und gibt einen ersten Überblick über KMU-spezifische Vorgehensweisen zur Softwareauswahl. Hierzu wurden wissenschaftliche Literaturquellen analysiert und ausgewertet sowie die erhobenen Vorgehensweisen einander gegenübergestellt. Die daraus resultierenden Handlungsempfehlungen für KMU wurden zusammengetragen und den jeweiligen Phasen der Vorgehensweisen zugeordnet. Im Fokus der vorliegenden Arbeit liegt insbesondere die kritische Betrachtung der mit der Auswahl von Software einhergehenden Probleme für KMU.

1 Motivation und Problemstellung

KMU stehen bei der Suche nach einer geeigneten Softwarelösung vor großen Herausforderungen. Das gegenwärtige Angebot an betriebswirtschaftlichen Softwareprodukten ist immens und nur schwer zu überblicken. Es existieren zwar Standardlösungen größerer Softwareunternehmen die auf einige Besonderheiten von KMU zugeschnitten sind, jedoch können diese nicht immer die bestehende Branchenvielfalt, Größenunterschiede oder spezielle Anforderungen von KMU abbilden. Des weiteren ist der Leistungsumfang dieser Produkte oftmals zu umfangreich und erzeugt zusätzliche Kosten. Darüber hinaus wird die Softwareauswahl in KMU durch begrenzte Ressourcen, wie z.B. nicht vorhandene Mitarbeiterkapazitäten oder nicht ausreichende Finanzmittel erschwert [3]. Für KMU besteht daher die Notwendigkeit entweder ein etabliertes Vorgehen zur Auswahl von Software an die vorliegende Problemstellung anzupassen oder nach einem standardisierten Vorgehen zu Softwareauswahl. Letzteres kann jedoch aufgrund einer am Markt bestehenden Heterogenität vorhandener Softwareprodukte nicht immer realisiert werden. Nachfolgende Fallbeispiele zum Softwareeinsatz in KMU sollen das Problem der Heterogenität kurz verdeutlichen [17]-[18]:

Fallbeispiel 1: Softwareeinsatz in der Lebensmittelbranche

Ein mittelständisches Unternehmen aus dem Lebensmittelbereich verwendet zur Unterstützung der internen Geschäftsprozesse eine Vielzahl an betrieblicher Software. Ein ERP-System dient zur Verwaltung von Lager, Bestellungen, Rechnungen sowie Kunden- und Lieferantendaten. Das Hosting der Firmenwebseite und des elektronischen Produktkatalogs wird durch ein Content-Management-System (CMS) realisiert. Eine Schnittstelle zwischen dem ERP-System und dem CMS ermöglicht den Austausch von Produktdaten, sodass im Produktkatalog immer aktuelle Preise gelistet werden können. Der Kundenservice wird durch ein Support-Ticketing-System zur Verwaltung und Bearbeitung von Kundenanfragen oder -reklamationen unterstützt.

Fallbeispiel 2: Softwareeinsatz im Handwerk

Ein kleiner familiengeführter Dachdeckerbetrieb verwendet für die Verwaltung von Kunden, zur zeitlichen und finanziellen Planung der Aufträge sowie zur Rechnungserstellung und Finanzbuchhaltung eine spezielle Branchensoftware für Handwerksbetriebe. Weiterhin werden für das Decken der Dächer und für die Installation von Solaranlagen detaillierte Skizzen über die Dachkonstruktion benötigt. Hierzu werden die metrischen Daten des Dachs in eine CAD-Software übertragen, die daraufhin eine Ausgabe von Plänen und Aufmaßlisten ermöglicht. Die Zeiterfassung der Mitarbeiter wird über eine branchenunabhängige Software, in Kombination mit RFID-Chipkarten, realisiert.

Die Fallbeispiele zeigen, dass ein großes Angebot an betrieblicher Software zur Unterstützung innerbetrieblicher Abläufe besteht. Neben der Vielzahl an Softwareprodukten für verschiedene Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche erschweren zusätzlich unterschiedliche Branchenlösungen mittelständischen Unternehmen die Auswahl einer geeigneten Lösung. Weitere Herausforderungen für KMU ergeben sich aus der zeit- und kostenintensiven Auswahl externer Dienstleister, die Unternehmen bei der Softwareauswahl unterstützen sollen. Bei dem heterogenen Angebot an betrieblicher Software ist somit ein strukturiertes Vorgehen und fachgerechte Beratung für KMU wünschenswert. In Bezug auf die vorliegende Problemstellung werden innerhalb der vorliegenden Arbeit folgende Forschungsziele verfolgt:

- Welche KMU-spezifischen Vorgehensmodelle zur Softwareauswahl werden in der wissenschaftlichen Literatur behandelt und welche Unterschiede oder Gemeinsamkeiten weisen diese Vorgehensweisen auf?
- Welche konkreten Handlungsempfehlungen können aus den gegebenen Vorgehensweisen zur Softwareauswahl für KMU abgeleitet werden?
- Welche Implikationen ergeben sich dadurch für die zukünftige Wirtschaftsinformatikforschung?

Die vorliegende Arbeit beschreibt zunächst den Forschungshintergrund und die für das Forschungsvorhaben notwendigen terminologische Grundlagen. Daran anknüpfend werden im Rahmen eines Literaturreviews KMU-spezifische Vorgehensmodelle erhoben und auf die Forschungsfragen hin analysiert. Die Ergebnisse werden in einem weiterführenden Kapitel vorgestellt und kritisch diskutiert. Die Arbeit endet mit einer Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse und einem Ausblick auf weitere Forschungsaktivitäten.

2 Forschungshintergrund

Mit dem Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“ unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Unternehmen beim effizienten Einsatz von modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) [6]. Der Förderschwerpunkt zielt darauf ab, insbesondere mittelständischen Unternehmen deutschlandweit Hilfestellung beim Einsatz von IKT anzubieten, den Umgang mit Unternehmenssoftware zu verbessern und Standardisierungen voranzubringen [6]. Im Rahmen der Initiative „eKompetenz-Netzwerk für Unternehmen“, welche dem Forschungsschwerpunkt „Mittelstand-Digital“ zugeordnet ist, stellen rund 40 regionale Kompetenzzentren bundesweit anbieterneutrale und praxisnahe Informationen für das eBusiness von Unternehmen, insbesondere von KMU und Handwerk, zur Verfügung. Diese sogenannten eBusiness-Lotsen unterstützen Unternehmen bei der Suche nach effizienten sowie bezahlbaren IKT und unterstützen bei der Auswahl und dem Einsatz passender IKT-Lösungen [5].

Vor diesem Hintergrund knüpft die vorliegende Untersuchung an den Forschungsschwerpunkt des BMWi an. Durch die Erhebung und Analyse wissenschaftlicher Literatur zur Softwareauswahl in KMU soll eine Grundlage zur Unterstützung der Auswahl und des Einsatzes rentabler und praktikabler Softwarelösungen gegeben werden. Weiterhin soll interessierten Lesern durch die Gegenüberstellung von Vorgehensweisen und Handlungsempfehlungen zur Softwareauswahl ein Einstieg in die Thematik ermöglicht und die Herausforderungen und Probleme des Auswahlprozesses verdeutlicht werden.

3 Terminologische Grundlagen

3.1 Kleine und mittelständische Unternehmen

Die Bestimmung des Begriffs KMU sowie die eindeutige Abgrenzung von KMU zu Großunternehmen ist mit Schwierigkeiten verbunden, da hierfür keine anerkannte und einheitliche Abgrenzung existiert [16]. Für die vorliegende Arbeit wird die Definition nach dem Vorschlag der Kommission der Europäischen Gemeinschaft verwendet, da diese als Grundlage für die Beantragung und Zustimmung von Anträgen und Förderungen von KMU gilt und in vielen Entscheidungen grundsätzlich ausschlaggebend für die Einteilung ist [8]. Entsprechend dieser Empfehlung wird unter einem Kleinstunternehmen ein Unternehmen verstanden, welches weniger als zehn Mitarbeiter und einen Jahresumsatz oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens zwei Millionen Euro hat. Unternehmen

werden als klein bezeichnet, wenn sie weniger als 50 Mitarbeiter beschäftigen und einen Jahresumsatz oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens zehn Millionen Euro haben. Mittlere Unternehmen sind Unternehmen, die weniger als 250 Mitarbeiter und einen Jahresumsatz von höchstens 50 Millionen Euro oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Millionen Euro haben [14].

3.2 Unternehmenssoftware

Im wissenschaftlichen Sprachgerbrauch existiert bisher keine einheitliche und anerkannte Definition des Softwarebegriffs [2]. Erfolgt die Betrachtung des Softwarebegriffs aus einer technischen Sichtweise, wird Software allgemein als Ergebnis des Entwicklungsvorgangs angesehen und das fertige Produkt „Software“ als Sammelbegriff für unterschiedliche Programme verwendet [15]. Aus einer betriebswirtschaftlichen Sichtweise greifen diese allgemeinen Begriffsdefinitionen zu kurz. Demnach muss eine betriebswirtschaftliche Abgrenzung des Softwarebegriffs die Betrachtung des gesamten Softwarelebenszyklus sowie die mit der Software einhergehenden materiellen und immateriellen Zusatzleistungen umfassen [15]. In der Literatur wird insbesondere anhand der Nähe zur Hardware bzw. der Nähe zur fachlichen Anwendung die Unterscheidung in System- und Anwendungssoftware hervorgehoben [2].

4 Forschungsmethode

Wie bereits zu Beginn der vorliegenden Arbeit aufgezeigt bildet die Suche nach einer geeigneten Softwarelösung für KMU ein komplexes Problem. Zur Untersuchung des Problems werden zunächst anhand eines Literaturreviews bestehende Verfahren und Vorgehensweisen zur Softwareauswahl in KMU ermittelt. Die zu Beginn beschriebene Heterogenität der am Markt vorhandenen betrieblichen Software erschwert jedoch die Abbildung von branchenspezifischen Vorgehensweisen zur Auswahl von Software. Die Erhebung eines vollständigen und aktuellen Literaturüberblicks ist somit kaum zu realisieren. Die vorliegende Untersuchung zielt daher darauf ab, zentrale Literatur zum Problem der Softwareauswahl in KMU zu identifizieren. Die in Kapitel 5 aufgeführten Ergebnisse des Literaturreviews erheben daher nicht den Anspruch, den State-of-the-Art an Vorgehensmodellen zur Auswahl und Einführung von Software in KMU vollumfänglich darzustellen, vielmehr soll eine generelle Ausrichtung der Literatur verdeutlicht werden. Nachfolgend wird die Methode zur Durchführung des Literaturreviews beschrieben, die sich an dem Verfahren von Cooper und Fettke orientiert [7]-[9]:

Problemformulierung

Mit dem Literaturreview soll ein Überblick über die inhaltlich-thematische Ausrichtung der Literatur gegeben werden. Das Ziel des Reviews besteht zum einen in der Recherche aussagekräftiger Literatur zur Auswahl und Einführung von Software in KMU und zum anderen in der Gegenüberstellung und Analyse der hierbei erhobenen Vorgehensweisen zum Auswahl- und Einführungsprozess. Durch die Betrachtung der aus den Vorgehensweisen resultierenden Handlungsempfehlungen soll weiterhin geprüft werden, ob die Empfehlungen den bereits beschriebenen Herausforderungen bei der Auswahl von Software für KMU entgegenwirken.

Literatursuche

Für die Durchführung eines systematischen Literaturreviews erfolgte weiterhin eine Eingrenzung des Suchbereichs nach folgenden Kriterien [10]-[11]:

- Inhaltliche Eingrenzung: Die betrachteten Literaturquellen sollen möglichst umfassend auf den Prozess zur Auswahl von Software in KMU eingehen. Für eine bessere Vergleichbarkeit der Vorgehensweisen wird der KMU-Begriff hierbei allgemeingültig und ohne einen bestimmten Branchenbezug verwendet. Des Weiteren sollte es sich bei der in den Ausführungen beschriebene Software um eine Standardsoftware handeln.
- Sprachliche Eingrenzung: Gemäß dem in Kapitel 2 beschriebenen Forschungshintergrund stehen insbesondere deutsche KMU im Fokus des Literaturreviews. Demnach werden für die Untersuchung deutschsprachige Werke betrachtet. Zudem wird aufgrund der im amerikanischen Raum verbreiteten Definition von KMU [15], die wesentliche Unterschiede zum Vorschlag der EU-Kommission aufzeigt, ein Vergleich der deutschsprachigen und englischsprachigen Werke erschwert.
- Eingrenzung der Publikationsart: Zur effektiven Zielerreichung des Literaturreviews werden im Rahmen dieser Arbeit ausgewählte Forschungsberichte, Konferenzbeiträge, Monographien, Lehrbücher und Sammelbände untersucht und bewertet. Dieses Kriterium schließt ebenfalls Dissertations- und Habilitationsschriften mit ein.

Von einer zeitlichen Eingrenzung bzgl. dem Erscheinungszeitpunkt der Literaturquellen wird abgesehen, da durch die Fokussierung auf KMU das Auffinden nur weniger Quellen impliziert wird. Eine zeitliche Eingrenzung könnte somit ggf. die Identifikation älterer relevanter Literaturquellen verhindern. Dennoch wird eine Betrachtung aktueller Literatur angestrebt.

Literaturauswertung

Für die Gegenüberstellung und den Vergleich der erhobenen Literatur werden verschiedene Kriterien herangezogen. Zum einen muss die Literatur an KMU adressiert bzw. inhaltlich auf KMU ausgerichtet sein, zum anderen müssen die Ausführungen innerhalb der Literatur ein systematisches Vorgehen zur Auswahl von Software aufzeigen und Handlungsempfehlungen für KMU aufweisen. Eine Bestimmung und Festlegung formaler und didaktischer Vergleichskriterien, wie z.B. dem Erscheinungsjahr, Seitenzahl, Lernziele oder Kontrollfragen [10]-[11], wird nicht vorgenommen.

5 Ergebnisse der Untersuchung

5.1 Ergebnisse des Literaturreviews

Für die Literaturrecherche wurden folgende Literaturdatenbanken durchsucht:

- Google Schoolar
- Bibliothek des Institut für Wirtschaftsinformatik Saarbrücken
- Saarländische Universitäts- und Landesbibliothek
- Bibliothek der Fachhochschule Zweibrücken

Die Literaturrecherche erfolgte zunächst durch eine umfassende Stichwortsuche. Hierfür wurden folgende Stichwörter verwendet: *KMU, kleine und mittelständische Unternehmen, Kleinunternehmen, Kleinstunternehmen, Mittelstand, Handwerksunternehmen, IT, Software, Standardsoftware, Anwendungssoftware, Softwareauswahlprozess, Softwareeinführung, Vorgehensmodell zur Softwareauswahl, Vorgehensmodelle zur Auswahl von Software in KMU, Auswahlprozess*. Für die

Erhebung weiterer relevanter Literatur wurden die Literaturverzeichnisse der bereits eruierten Ergebnisse analysiert.

Aus der vorgenommenen Literaturrecherche wurden insgesamt 45 Publikationen zum Forschungsgegenstand identifiziert. Die Ergebnisse wurden nach Herausgeber, Titel, Jahrgang, aktueller Auflage, Seitenzahl, Verlag, Sprache, Buchform und Typologie strukturiert. Die erhobenen Literaturquellen wurden daran anknüpfend auf ihre Relevanz in Bezug auf die Themenschwerpunkte sowie auf die zuvor definierten Ein- und Ausschlusskriterien untersucht und selektiert. Hierzu wurden die Abstracts, Stichwortverzeichnisse und Einleitungen der Publikationen betrachtet. Folgende Literaturquellen erfüllen die zuvor aufgestellten Kriterien und werden im Rahmen dieser Arbeit für die Erstellung eines Literaturreviews herangezogen:

- Biermann, P (2005): Marketinglösungen für das mittelständische Kundensegment der Schweizer Branche für Informationstechnologie, Dissertation, Universität St. Gallen.
- Grupp, B (2003): Materialwirtschaft mit EDV im Klein- und Mittelbetrieb. Einführungsschritte, Standardsoftware, Praxisbeispiele, Umstellungsprobleme, 6. Auflage, Expert, Renningen.
- Klüpfel, S; Mayer, T (2007): Checkliste und Kriterienkatalog zur Unterstützung der Softwareauswahl in Kleinst- und Kleinbetrieben, Lehrstuhl für BWL und Wirtschaftsinformatik, Universität Würzburg.
- Lanninger, V (2009): Prozessmodell zur Auswahl Betrieblicher Standardanwendungssoftware für KMU, Josef Eul, Lohmar und Köln.
- Schütte, R; Vering, O (2011): Erfolgreiche Geschäftsprozesse durch moderne Warenwirtschaftssysteme. Produktübersicht marktführender Systeme und Auswahlprozess, 3. Auflage, Springer, Heidelberg.
- Winkelmann, A (2003): Alltagstauglichkeit von Office-Lösungen, Ein Vorgehensmodell zur Auswahl einer Office-Lösung angewendet am Beispiel eines internationalen Logistikunternehmens. In: Bichler, M et al. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008, Gito, Berlin, S. 27-38.

Obwohl die Quellen Schütte / Vering und Winkelmann nicht explizit auf KMU ausgerichtet sind, wurden diese aufgrund der im Titel vorhandenen Stichwörter „Auswahlprozess“ und „Vorgehensmodell zur Auswahl einer Office-Lösung“ für eine spätere Betrachtung und Auswertung aufgenommen. Die Auswertung der Literaturquellen hat jedoch ergeben, dass die besagten Literaturquellen die Kriterien des Reviews nur bedingt erfüllen, da innerhalb der Ausführungen zum Auswahlprozess und zum Vorgehen der Softwareauswahl kein Bezug zu KMU gegeben ist. Die ausgesprochenen Handlungsempfehlungen zum Auswahlprozess von Software erleichtern dem Leser jedoch das Verständnis und könnten somit auch für KMU interessante Mehrwerte liefern. Daher werden für die Gegenüberstellung der Vorgehensmodelle die Ausführungen von Schütte / Vering und Winkelmann getrennt von den KMU-spezifischen Literaturquellen betrachtet (vgl. Abb. 1).

In einem ersten Schritt werden die erhobenen Vorgehensweisen zur Softwareauswahl in KMU oberflächlich betrachtet und einem allgemeinen Vorgehen zur Auswahl von Software gegenübergestellt. In diesem Zusammenhang werden zunächst die einzelnen übergeordneten Phasen der jeweiligen Vorgehensweisen analysiert und den Phasen des allgemeinen Verfahrens zugeordnet. Das Ergebnis dieser Analyse und der Gegenüberstellung der Vorgehensweisen wird nachfolgend dargestellt:

Allgemeines Vorgehen bei der Softwareauswahl und -einführung	
Phasen \ Autoren	Stahlknecht, P. / Hasenkamp, U.
1	Projektbegündung / Zielfindung
2	Ist-Analyse
3	Soll-Konzeption
4	Auswahl von Standardsoftware
5	Anschaffung von Standardsoftware

KMU-spezifische Vorgehensmodelle			
Klüpfel, S. / Mayer, T.	Lanninger, V.	Grupp, B.	Biermann, P.
Vorauswahl	Projekteinrichtung	Anforderungs-analyse	Problemwahrnehmung und Projektinitiierung
	Analyse und Konzeption	Pflichtenheft-erstellung für die Gesamtkonzeption	Festlegung der Anforderungen an die Leistung
Feinauswahl			Suchprozess und Informationsverhalten
	BSAS-Auswahl	Auswahl des Softwaresystems	Leistungsevaluation
Endauswahl		Vertragsabschluss	Beschaffungs-entscheidung

Nicht KMU-spezifische Vorgehensmodelle	
Winkelmann, A.	Schütte, R. / Vering, O.
Einführungsphase	Konstruktion des Auswahlproblems
Anforderungs-analyse	
	Grobanalyse
Auswahlphase	Detailanalyse

Abb. 1: Gegenüberstellung von KMU-spezifischen und nicht KMU-spezifischen Vorgehensmodellen zur Softwareauswahl und -einführung (eigene Erstellung)

Die Gegenüberstellung zeigt auf, dass die betrachteten Vorgehen zur Softwareauswahl ein gemeinsames Grundmuster aufweisen, obwohl die einzelnen Vorgehensweisen in der Anzahl der Phasen, der Bezeichnung und in der zeitlichen Anordnung variieren. Im Gegensatz zu Lanninger [15] zeigen sich bei den betrachteten Vorgehensmodellen keine signifikanten Unterschiede zu Beginn und Ende des Auswahlprozesses, vielmehr können Gemeinsamkeiten zum Projektstart und -ende festgestellt werden. So bildet die Projektvorbereitung oder -einrichtung bei Stahlknecht / Hasenkamp [20], Lanninger [15], Biermann [4] und Winkelmann [21] die projektanstoßende Phase. Bis auf Schütte / Vering [19] enden alle Vorgehensmodelle mit der Phase der Auswahlentscheidung oder des Vertragsabschlusses. Dies ist dadurch begründet, dass die betrachteten Vorgehensweisen auf die Auswahl und Einführung einer geeigneten Software zielen und somit das Ende des Auswahlprozesses darstellen.

Für eine detailliertere Gegenüberstellung der Vorgehensweisen werden neben der Betrachtung der übergeordneten Phasen und derer zeitlichen Reihenfolge, ebenso die zur Durchführung des Auswahl- und Einführungsprozess erforderlichen Aufgaben und Tätigkeiten betrachtet. Hierfür wurden die ermittelten Vorgehensmodelle auf notwendige Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche hin analysiert. Die identifizierten Aufgaben wurden anschließend, auf Grundlage der in Abb. 1 veranschaulichten Gegenüberstellung der Vorgehensweisen, den jeweiligen Phasen des allgemeinen Vorgehens zugeordnet. Folgende phasenbezogene Aufgaben und Tätigkeiten wurden identifiziert:

Phase	Autoren / Aufgabe / Tätigkeit	Biermann	Grupp	Klüpfel u. Mayer	Lanninger	Schütte u. Vering	Winkelmann	Summe
Projektbegündung / Zielfindung	Marktrecherche			X				1
	Projektinitiierung	X		X	X			3
	Projektmethoden spezifizieren				X			1
	Projektorgane und -organisation bestimmen		X		X			2
	Rahmenbedingungen festlegen	X		X	X	X	X	5
	Risikoanalyse				X			1
	Zieldefinition				X	X	X	3
Ist-Analyse	Anforderungsanalyse		X					1
	Festlegung der Anforderungen	X	X	X		X		4
	Ist-Analyse		X		X	X	X	4
	Ist-Bewertung		X		X			2
Soll-Konzeption	Detailkonzeption			X	X	X		3
	Grobkonzeption		X		X	X	X	4
	Marktanalyse				X	X		2
	Pflichtenhefterstellung		X		X	X		3
	Schwachstellen-Analyse						X	1
	Suchprozess und Informationsverhalten	X						1
	Zielkonkretisierung				X			1
Auswahl von Standardsoftware	Feinauswahl		X	X				2
	Feinbewertung		X	X	X			3
	Grobbewertung				X			1
	Leistungsevaluation	X	X	X	X	X	X	6
	Risikoanalyse						X	1
	Vorauswahl				X		X	2
	Wirtschaftliche Bewertung					X	X	2
Anschaffung von Standardsoftware	Endauswahl		X	X	X			3
	Entscheidung	X			X	X	X	4
	Vertragsabschluss		X				X	2
	Summe	6	12	9	19	11	11	

Abb. 2: Darstellung der phasenbezogenen Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche (eigene Erstellung)

Insgesamt wurden 28 Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche identifiziert. Durch die Zuordnung konnten Gemeinsamkeiten innerhalb der einzelnen Vorgehensweisen ermittelt werden. In der Phase der Projektvorbereitung werden mehrfach die Initiierung des Projektes, die Festlegung von Rahmenbedingungen und die Definition der Ziele gefordert. Die Darstellung der Ausgangssituation sowie die Festlegung der Anforderungen beschreiben durchzuführende Tätigkeiten in der Phase der Ist-Analyse. Im Zuge der Soll-Konzeption wird von den meisten Vorgehensweisen eine grobe Konzeption der bspw. von der Software zu erbringenden Leistungen oder der Festlegung der einzubeziehenden Unternehmensbereiche gefordert. Einige Vorgehensweisen geben vor, die Grobkonzeption durch eine weiterführende detaillierte Konzeption zu präzisieren. Weiterhin wird oftmals die Erstellung eines Pflichtenhefts zur Dokumentation der Anforderungen verlangt. In der Phase Auswahl von Standardsoftware wird von allen Vorgehensmodellen die Evaluierung des Softwarepakets gefordert. Hierbei soll insbesondere die Abdeckung der im Pflichtenheft aufgestellten Anforderungen geprüft werden. In der Phase der Auswahlentscheidung ist die Entscheidung bzw. die endgültige Auswahl einer geeigneten Software vorgesehen.

Die Darstellung der Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche hat weiterhin ergeben, dass mehrfach eine Doppeldeutigkeit gegeben ist, bspw. gibt das Vorgehen von Klüpfel / Mayer [13] die Durchführung einer Marktrecherche in der Phase der Projektvorbereitung vor, während Lanninger und Schütte / Vering [19] die Analyse des Marktes erst in der Phase der Soll-Konzeption vorsehen. Ebenso besteht eine Doppeldeutigkeit bei der Anfertigung einer Risikoanalyse, die von Lanninger [15] bereits in der Projektvorbereitung und von Winkelmann [21] erst bei der Auswahl der Standardsoftware vorgesehen

ist. Die Mehrfachnennung bzw. die Durchführung identischer Aufgaben zu unterschiedlichen Zeitpunkten resultiert aus den unterschiedlichen Vorgehensweisen zur Softwareauswahl und -einführung (vgl. Abb. 1).

Wie bereits in der Problemformulierung des Literaturreviews konkretisiert, sollen aus den betrachteten Vorgehensweisen Handlungsempfehlungen resultieren, die KMU bei der Durchführung des Auswahl- und Einführungsprozesses unterstützen sollen. Bei der Analyse der Literaturquellen wurden insgesamt 132 Handlungsempfehlungen identifiziert und den in Abb. 2 dargestellten Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen zugeordnet. Dies dient einer besseren Darstellung und Abgrenzung der Handlungsempfehlung zu den einzelnen Aufgabenbereichen. Zur Vermeidung von Redundanzen wurden Handlungsempfehlungen mit identischem Wortlaut nur einmal verwendet. Aufgrund fehlender Handlungsempfehlungen wird im Folgenden das Vorgehensmodell nach Biermann [4] nicht weiter berücksichtigt. In Abb. 3 wird anhand der Phase der Projektvorbereitung ein Ausschnitt der ermittelten Handlungsempfehlungen präsentiert:

Phase	Aufgabe / Tätigkeit	Handlungsempfehlungen \ Autoren	Grupp	Klüpfel u. Mayer	Lanninger	Schütte u. Vering	Winkelmann	Summe
Projektbegündung / Zielfindung	Marktrecherche	Aufnahme von Basisangaben des Software-Anbieters		X				1
		Aufzeigen und Gegenüberstellung der Anbieterleistungen		X				1
	Projektinitiierung	Ausarbeitung des Projektauftrags			X			1
		Projektvorstellung und Projekteingrenzung					X	1
	Projektmethoden spezifizieren	Verwendung einer Checkliste für die Erstellung eines individuellen Anforderungsprofils		X				1
		Verwendung eines Kriterienkatalogs zur Ermittlung der Anforderungsabdeckung		X				1
		Festlegung von Projektmethoden			X			1
		Auswahl von Software-Werkzeuge zur Unterstützung der Projektabwicklung			X			1
	Projektorgane und -organisation bestimmen	Einrichtung eines Lenkungsausschusses	X		X			2
		Bestimmen des Projektleiters und der Projektmitarbeiter	X		X			2
		Bestimmung von externen Beratungsunternehmen			X			1
		Zusammenführen der Projektorgane in eine Projektorganisation			X			1
		Zuordnung einer Planungsgruppe zum Projekt	X					1
	Rahmenbedingungen festlegen	Festlegung von allgemeinen Funktionalitäten an die Software		X				1
		Festlegung von Kriterien zum Einsatz in die bestehende IT-Landschaft		X				1
		Festlegung von K.O. Kriterien für die Checkliste und den Kriterienkatalog		X				1
		Abschätzung des Projektaufwands			X			1
		Berücksichtigung von Schnittstellen zu internen und externen Produkten von Geschäftspartnern					X	1
		Festlegung finanzieller Restriktionen		X		X		2
		Festlegung zeitlicher Restriktionen				X		1
		Festlegung organisatorischer Restriktionen				X		1
	Risikoanalyse	Durchführung einer Risikoanalyse			X			1
		Abschätzung und Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen des Projekts			X			1
	Zieldefinition	Priorisierung von Projekten			X			1
		Abstimmung der Projektziele mit den Unternehmenszielen			X			1
		Formalisierung der Projektziele			X	X		2
		Beschreibung möglicher projektbegleitender Reorganisationsmaßnahmen			X	X		2
		Definition von allgemeinen Projektzielen					X	1
		Festlegung von Aufgaben zur Zielerreichung				X		1

Abb. 3: Handlungsempfehlungen zur Phase Projektvorbereitung (eigene Erstellung)

Die Auflistung der identifizierten Handlungsanweisungen hat ergeben, dass diese insgesamt sehr vielfältig sind. Wie aus Abb. 3 ersichtlich, besteht nur eine geringe Übereinstimmung der Handlungsempfehlungen, bspw. bei der Einrichtung eines Lenkungsausschusses, der Bestimmung des Projektleiters und der Projektmitarbeiter oder bei der Festlegung finanzieller Restriktionen. Gemeinsamkeiten zeigten sich insbesondere in den Phasen der Ist-Analyse und der Auswahl von Standardsoftware. Zur Aufnahme der Ist-Analyse werden von der Mehrheit der Autoren die Betrachtung der Mengenstruktur relevanter Daten sowie die Durchführung von Interviews, Messungen und Schätzungen empfohlen. Zur Evaluation der in der näheren Auswahl stehenden Software schlagen einige Autoren zunächst das Einholen von Angeboten in Frage kommender Anbieter und die Durchführung einer Kostenvergleichsrechnung auf Basis der Anschaffungs- und laufenden Betriebskosten vor. Für die detaillierte Bewertung der Software werden insbesondere die Teilnahme an Systempräsentationen und die Durchführung von Referenzbesuchen empfohlen.

Durch die Betrachtung der Handlungsempfehlung kann eine detaillierte Aussage über die durchzuführenden Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche gemacht werden. Dadurch ist eine Erklärung der mehrfachen Nennung identischer Aufgaben, wie z.B. der Risikoanalyse möglich. Lanninger möchte durch die Durchführung einer Risikoanalyse innerhalb der Projektvorbereitung eine möglichst frühe Abschätzung und Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen des Projekts erzielen. Winkelmann hingegen sieht zur Auswahl der Software die Analyse des Risikos anhand verschiedener Risikotypen vor. Die Betrachtung hat weiterhin ergeben, dass aufgrund der bereits beschriebenen unterschiedlichen Vorgehensweisen zur Auswahl und Einführung von Software ebenfalls die mehrfache Angabe identischer oder ähnlicher Handlungsempfehlungen resultiert. In der Phase der Projektvorbereitung wird bspw. von Lanninger und Schütte / Vering die Formalisierung der Projektziele empfohlen, während Winkelmann die Definition allgemeiner Projektziele vorgibt (vgl. Abb. 3). Des Weiteren werden ähnliche, auf eine bestimmte Aufgabe bezogene Handlungsempfehlungen in unterschiedlichen Phasen ausgesprochen, bspw. geben Klüpfel / Mayer in der Projektvorbereitung die Aufstellung und Verwendung eines Kriterienkatalogs zur Ermittlung der Anforderungsabdeckung vor, während Lanninger, Winkelmann und Schütte / Vering den Einsatz eines Kriterienkatalogs zur Konzeption des Soll-Zustandes vorschlagen.

5.2 Kritik an den Vorgehensweisen zur Softwareauswahl in KMU

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchung lassen sich folgende Schwächen bestehender Vorgehensweisen identifizieren, die einerseits eine Erklärung für die bestehenden Herausforderungen bei der Softwareauswahl für KMU liefern und andererseits Antworten auf die zuvor formulierten Forschungsfragen geben:

1. Keine Unterschiede zu allgemeinen Vorgehensmodellen

Die Gegenüberstellung der Vorgehensmodelle zur Softwareauswahl und -einführung und die in diesem Zusammenhang identifizierten Handlungsempfehlungen haben ergeben, dass keine großen Unterschiede zu allgemeinen Vorgehensweisen bestehen. Die innerhalb des Literaturreviews erhobenen Vorgehensmodelle lassen sich nicht eindeutig von den Vorgehensweisen zur Auswahl und Einführung einer Software in Großunternehmen abgrenzen. Aufgrund der Strukturierung in eine geringe Anzahl an durchzuführenden Phasen erscheinen die betrachteten KMU-spezifischen Vorgehensmodelle zunächst weniger komplex als die weitgreifenden allgemeinen Vorgehensmodelle. Die Analyse KMU-spezifischer Vorgehensmodelle hat jedoch gezeigt, dass die durchzuführenden Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche in hoher Anzahl und Vielfalt vorliegen und somit keine eindeutige Komplexitätsreduzierung im Vergleich zu allgemeinen Vorgehensweisen besteht. Ebenso konnten weder Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche noch Handlungsempfehlungen ermittelt werden, die speziell an eine KMU-spezifische Problemstellung adressiert waren. Die identifizierte und bewertete Literatur liefert somit keine eindeutigen Abgrenzungskriterien zu allgemeinen Vorgehensweisen.

2. Auswahl und Einsatz externer Dienstleister

Wie anfangs beschrieben gestaltet sich insbesondere für KMU die Auswahl einer geeigneten Software als schwierige und zeitintensive Aufgabe, da im Vergleich zu größeren Unternehmen oftmals fachspezifisches Wissen sowie Zeit und notwendige Mitarbeiter fehlen. Zur Lösung dieser Problematik wird bei einigen der erhobenen Vorgehensweisen der Einsatz externer IT-Dienstleister oder Beratungsunternehmen empfohlen, bspw. für aufwändige oder mit hohen Kosten verbundene Aufgaben, wie der Erstellung eines Pflichtenhefts, der Durchführung einer Risikoanalyse oder einer wirtschaftlichen Bewertung. Offen bleibt jedoch die Frage, wie sich der Auswahlprozess gestaltet,

welche Kriterien an die Auswahl eines optimalen Dienstleisters bestehen, welche zeitlichen und organisatorischen Veränderungen bei der Softwareauswahl und -einführung durch den Einsatz externer Berater entstehen und welche zusätzlichen Kosten auf das Gesamtprojekt zu kalkulieren sind. Diese Fragen lassen vermuten, dass vor allem für KMU die Auswahl und der Einsatz externer Dienstleister entscheidend für die Einhaltung der Projektziele und den Projekterfolg sind.

3. Unstimmigkeiten bei den identifizierten Handlungsempfehlungen

Die Auflistung der erhobenen Handlungsempfehlungen hat ergeben, dass die Erfüllung identischer Aufgaben und Tätigkeiten unterschiedliche Ergebnisse liefern kann. Beispielsweise soll nach Winkelmann die Entscheidung für eine Softwarelösung erst nach der Durchführung und Auswertung einer Risikoanalyse getroffen werden. Nach Schütte / Vering soll die Entscheidung auf Basis einer monetären und nicht-monetären Analyse erfolgen. KMU stehen somit vor der Herausforderung eine richtige Handlungsempfehlung auszuwählen, um ein möglichst optimales Ergebnis zu erzielen. Ebenso werden je nach Einsatzort oder benötigter Software unterschiedliche Handlungsempfehlungen ausgesprochen. Dies belegt die in der Einleitung angesprochene Heterogenität der am Markt vorhandenen Softwareprodukte, welche die Standardisierung eines Vorgehens zur Auswahl von Software für KMU erschwert. In diesem Zusammenhang ist es ebenfalls nicht immer möglich, allgemeingültige Handlungsempfehlungen für KMU auszusprechen. Ein weiterer Kritikpunkt besteht in der mangelnden Begründung vereinzelter Handlungsempfehlungen, die innerhalb des Auswahlprozesses oftmals als notwendig definiert, jedoch im weiteren Verlauf nicht näher spezifiziert werden.

6 Resümee und Ausblick

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die erhobene Literatur zum Themengebiet inhaltlich sehr heterogen ist. Des Weiteren sind die hier untersuchten Aspekte zur Softwareauswahl und -einführung bisher noch nicht in einem Werk vereint. Insbesondere lassen die vorliegenden Literaturquellen einen deutlichen Mangel im Hinblick auf die Abgrenzung zu allgemeingültigen Auswahl- und Einführungsverfahren erkennen. Auf Grundlage der in dieser Arbeit erzielten Ergebnisse und Problemfelder in Bezug auf die Softwareauswahl und -einführung in KMU wird die Notwendigkeit für ein KMU-spezifisches Vorgehensmodell belegt. Weiterhin würden die eruierten Ergebnisse durch ein breiter angelegtes Literaturreview, in Bezug auf eine Erweiterung des Suchraums sowie der Aufnahme englischsprachiger Literatur, weiter an Qualität gewinnen.

Die vorliegende Arbeit bietet mehrere Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsaktivitäten, die über die einleitend gestellten Forschungsfragen hinaus gehen. Die Ausgestaltung KMU-spezifischer Handlungsempfehlungen zur Softwareauswahl und -einführung könnte einen Ansatzpunkt für weitere Forschungsarbeiten darstellen. Aus Sicht der Praxis könnte die vorliegende Arbeit als Grundlage für die Erstellung eines KMU-spezifischen Vorgehensmodells dienen, welches differenziert zu allgemeinen Vorgehensweisen betrachtet werden kann. Darüber hinaus können aus der Frage, welchen Einfluss die Auswahl und der Einsatz externer IT-Dienstleister bei der Einführung von betrieblicher Software in Unternehmen auf den Projekterfolg hat, weitere Forschungsprojekte resultieren.

7 Literatur

[1] Ahrens, T (2004): Methodische Auswahl von CRM Software: Ein Referenz-Vorgehensmodell zur methodengestützten Beurteilung und Auswahl von Customer Relationship Management Informationssystemen, Cuvellier, Göttingen.

[2] Balzert, H (2009): Lehrbuch der Softwaretechnik: Software-Entwicklung, 2. Auflage, Spektrum, Heidelberg.

[3] Becker, J; Schütte, R (2004): Handelsinformationssysteme, 2. Auflage, Redline, Frankfurt am Main.

[4] Biermann, P (2005): Marketinglösungen für das mittelständische Kundensegment der Schweizer Branche für Informationstechnologie, Dissertation, Universität St. Gallen.

[5] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2013): Förderinitiative eKompetenz-Netzwerk, Berlin, online unter: http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/factsheet-ekompetenz,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf, zuletzt abgerufen am 04.09.2013.

[6] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2013): Was gehört zu Mittelstand digital?, Berlin, online unter: http://www.mittelstand-digital.de/DE/Homepage/MittelstandDigital/struktur, did=509038.html, zuletzt abgerufen am 04.09.2013.

[7] Cooper, H; Hedges, LV (1994): Research Synthesis As a Scientific Enterprise. In: Cooper, C; Hedges, LV; Valentine, JC (Hrsg.): The Handbook of Research Synthesis, 2. Auflage, Russell Sage, New York, S. 3-14.

[8] Europäische Gemeinschaften (2006): Die neue KMU-Definition. Benutzerhandbuch und Mustererklärung, online unter: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf, zuletzt abgerufen am 04.09.2013.

[9] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art, In: Wirtschaftsinformatik, 48. Jg., 2006, H. 4, S. 257-266.

[10] Fettke, P; Loos, P (2006): Vergleichende Buchbesprechung Supply Chain Management (SCM), In: Wirtschaftsinformatik, 48. Jg., 2006, H. 5, S. 375-382.

[11] Fettke, P; Loos, P; Sarshar, K (2003): Vergleichende Buchbesprechung Informationsmodellierung, In: Wirtschaftsinformatik, 45. Jg., 2003, H. 6, S. 644-655.

[12] Grupp, B (2003): Materialwirtschaft mit EDV im Klein- und Mittelbetrieb. Ein-führungsschritte, Standardsoftware, Praxisbeispiele, Umstellungsprobleme, 6. Auflage, Expert, Renningen.

[13] Klüpfel, S; Mayer, T (2007): Checkliste und Kriterienkatalog zur Unterstützung der Softwareauswahl in Kleinst- und Kleinbetrieben, Lehrstuhl für BWL und Wirtschaftsinformatik, Universität Würzburg.

[14] Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2003): Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen, 2003/361/EG, Brüssel.

[15] Lanninger, V (2009): Prozessmodell zur Auswahl betrieblicher Standardanwendungssoftware für KMU, Josef Eul, Lohmar, Köln.

[16] Mugler, J (2008): Grundlagen der BWL der Klein- und Mittelbetriebe, 2. Auflage, Facultas, Wien.

[17] Risch, D (2005): Fallstudie "Fresh & Frozen Food: B2B-Integration in der Lebensmittelbranche". In: Wölfle, R; Schubert, P (Hrsg.): Integrierte Geschäftsprozesse mit Business Software, Hanser, München, Wien, S. 81-94.

[18] Schneider, R (2006): Fallstudie „felix martin Hi-Fi und Videostudios“. In: Wölfle, R; Schubert, P (Hrsg.): Prozessexzellenz mit Business Software, Hanser, München, Wien, S. 169-182.

[19] Schütte, R; Vering, O (2011): Erfolgreiche Geschäftsprozesse durch moderne Warenwirtschaftssysteme. Produktübersicht marktführender Systeme und Auswahlprozess, 3. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg.

[20] Stahlknecht, P; Hasenkamp, U (2005): Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg.

[21] Winkelmann, A (2003): Alltagstauglichkeit von Office-Lösungen, Ein Vorgehensmodell zur Auswahl einer Office-Lösung angewendet am Beispiel eines internationalen Logistikunternehmens. In: Bichler, M et al. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008, Gito, Berlin, S. 27-38.

Teilkonferenz: Prescriptive Analytics in IS

Heute stehen Unternehmen für Entscheidungsaufgaben ständig wachsende Mengen an Daten zur Verfügung, welche neben einer zunehmenden Anzahl an Datenattributen auch immer feingranularere, temporal strukturierte Transaktions- und Netzwerkdaten umfassen.

Prinzipiell erlauben wachsende Datenbasen präzisere Prognosen und Lösungen, jedoch führt die Berücksichtigung hochdimensionaler Daten z.B. über Kundenverhalten, Markt-Entwicklung, oder Ressourcennutzung zu hoher Komplexität. In der Praxis werden daher meist Heuristiken basierend auf aggregierten Daten eingesetzt.

In dieser Teilkonferenz werden neue Ansätze zur Datenreduktion und -projektion auf Kennzahlen sowie neue Lösungs-Mechanismen vorgestellt, die auf diesen Kennzahlen operieren. Hierzu werden folgende Arbeiten präsentiert:

M. Peters und W. Ketter: A probabilistic model for learning multi-user preferences with applications to electricity tariff choice

A. Schmidtmann, B. Gunia und T. Kruse: Proaktives Assistenzsystem für die strategische IT-Service-Infrastrukturplanung

T. Setzer: Adapting Server-Resource Assignments in Data Centers Based on Time-Interval Clustering

Wir danken den MKWI 2014 Organisatoren sowie unserem Programm-Komitee für die hervorragende Zusammenarbeit im Vorfeld und freuen uns auf spannende Vorträge und Diskussionen zu denen wir Sie herzlich einladen.

Dezember 2013

Thomas Setzer, Stefan Nickel, Ralf Gitzel, Thomas Runkler, Christof Weinhardt

(Teilkonferenzleitung)

A probabilistic model for learning multi-user preferences with applications to electricity tariff choice

Markus Peters, Wolfgang Ketter

Rotterdam School of Management, Erasmus University, 3062PA Rotterdam, The Netherlands
E-Mail: {peters,wketter}@rsm.nl

Abstract

While information systems have revolutionized the provisioning of decision-relevant information and have improved human decisions in many domains, autonomous decision-making remains hampered by systems' inability to faithfully capture human preferences. We present a computational preference model that learns from limited data by pooling observations across like-minded users. Our model is capable of quantifying the certainty of its own predictions as input to autonomous decision-making tasks, and it infers probabilistic segments based on user choices in the process. We evaluate our model on real-world preference data collected on a commercial crowdsourcing platform, and we find that it outperforms both individual and population-level estimates in terms of predictive accuracy and the informativeness of its certainty estimates.

1 Introduction

Enhancing individual and organizational performance through information technology is one the fundamental promises of information systems (IS). Consumers can now choose among an unprecedented variety of affordable products and services online; and managers routinely make decisions based on rich, differentiated real-time information. But in spite of these advances, autonomous *decision-making* remains elusive under all but the most highly structured circumstances. Delegating decisions to a software agent is often not so much hampered by the agent's inability to *select a good decision*, as it is by an inability to *determine what constitutes a good decision* in the user's eyes to begin with. In many cases, the autonomous decision-making challenge can therefore be reduced to a challenge in eliciting and faithfully representing human preferences [3].

To be useful, a preference model must respect the numerous systematic inconsistencies in human preferences that psychologists have discovered and carefully documented over the last decades [11]. The uncertainty that these inconsistencies give rise to are crucial for autonomous decision-making: high-value decisions should only be made autonomously if past evidence suggests that the model's prediction is correct with high probability. Autonomous agents must economize the user's attention, and the preference models they employ must therefore make accurate predictions from limited data. In an IS setting, this means that a preference model should be (a) flexible enough to learn from multiple types of data (e.g., observed click streams and explicit critiques of alternatives by the user), and (b) pool data from like-minded users in a principled way to obtain accurate predictions based on sparse information [2].

Our main contribution is *MEP*, a semi-parametric Bayesian Mixed-Effect Preference model that quantifies the uncertainty of its predictions. The Bayesian framework allows us to integrate multiple types of preference information incrementally. Here, we focus on pairwise comparisons of the form "User U prefers alternative A to alternative B" for three reasons:

- First, pairwise comparisons do not *force* users into self-consistency. Whereas rating systems suppress, e.g., intransitivity, *MEP* embraces inconsistencies and lets them unfold in the form of uncertainties.
- Second, pairwise choice situations are cognitively easier on users and evoke a qualitative reasoning mode in contrast to the quantitative reasoning evoked by ratings [11].
- And third, pairwise choices are often readily derived from users' actions which reduces the burden compared to providing explicit training information.

MEP reduces users' burden by pooling observations across like-minded users. In the process, it discovers segments of users based on their choices. Traditional segmentation techniques first segment users heuristically based on, e.g., demographics and then build a separate model for each segment [9]. But demographics and other statistics are inherently limited in their ability to truly reflect user preferences. In contrast, in *MEP* segments are *induced* by choices which gives rise to a new segmentation approach.

We demonstrate the qualities of *MEP* in experiments on real-world data collected specifically for this study. Earlier work has measured pairwise preference learning performance mostly on converted rating or regression datasets, but these tasks are fundamentally different from pairwise comparisons. We acquired our data through the Amazon Mechanical Turk crowdsourcing platform. This practice is gradually becoming more popular in psychology and the social sciences, but we have so far not

encountered it in preference learning. As such, our data collection methodology is an interesting contribution in its own right.

2 Related Work

Researchers in *Artificial Intelligence* (AI) have a long-standing interest in preferences as a flexible alternative to the traditional notion of goals, e.g., [12]. However, most of the representations proposed in AI are based on a markedly normative understanding of preferences, and reasoning consequently becomes difficult in the face of actual human preferences. *Machine Learning* (ML), on the other hand, takes an inductive approach to preferences [7]. Of particular interest to us is work on probabilistic preference models that yield uncertainty estimates, such as probabilistic ordinal regression [6]. What is absent from these studies is the ability to pool preferences across like-minded users. Bonilla et al. [5] propose that multi-task preference learning can be realized by incorporating user information into preference statements, whereas Houlsby et al. [8] propose a mixture of Gaussian processes, and Birlutiu et al. [4] couple several single-user tasks through a hierarchical prior. But these approaches are either not applicable to our scenario due to missing user information, or they lack the choice-based segmentation that we aim for.

Within *Information Systems*, our work is most closely related to recommender systems [1] and we adopt several of their usefulness criteria. Specifically, our model must be computationally tractable, predict preferred alternatives accurately, and be able to operate on sparse input data. In other regards, the problem we study is harder than the recommendation problem: First, we target *autonomous decision-making* instead of giving *recommendations*, a difference that is reflected in the probabilistic design of our model. Autonomous decisions are becoming increasingly important in fast-paced, data-intensive electronic marketplaces [14] and we contend that these settings will require a principled quantification of uncertainty that allows software agents to return control to their users in cases of doubt. And second, most recommender systems use *ratings* which have several drawbacks in the context of autonomous decision-making, such as forced self-consistency, coarseness of information, and subjectiveness in the sense that two users may assign different numeric rating even if their preferences are truly identical.

3 Mixed-Effect Preference Model

Let **U** denote the set of *users* and **X** the set of *instances*, the objects or actions over which preferences are formed. Each instance is a vector of d real-valued attributes. For a given user u in **U**, the set of observed pairwise *choices* can be written as $\mathbf{D}_u = \{(u, x^+, x^-)\}$ where (u, x^+, x^-) means that user u prefers instance x^+ to x^-, or $x^+ \succ_u x^-$ for short. Our goal is to learn a total order over instances for each user u. Instead of operating directly on orders $x^+ \succ_u x^-$, we introduce latent *utility functions* $f_u: \mathbf{X} \rightarrow R$ that assign a real number to each instance. The learning task then becomes finding functions f_u such that $x^+ \succ_u x^-$ iff $f_u(x^+) \geq f_u(x^-)$, at least in approximation.

Human preferences are subject to numerous inconsistencies. From a modeling perspective, this entails that

- in absence of prior information about the shape of the f_u, the population that they are selected from should be as broad as possible, so as not to exclude potentially interesting candidates.
- And (2) we should consider *distributions* over functions that properly capture the ensuing uncertainty rather than point estimates. Specifically, we are interested in distributions $P(f_u \mid \mathbf{D}_u, \mathbf{X})$ over functions that quantify how likely it is that f_u is the true utility function that generated the observed choices $\mathbf{D}_u$.

Both requirements are met by *Gaussian processes* (GPs), a type of stochastic process commonly used for representing function distributions in Bayesian models [15]. GPs are sets of random variables, any finite subset of which has a joint multivariate Gaussian distribution. In our case, these random variables are utility function evaluations at sets of instances; by always conditioning on finite sets of instances, the inference problem over function distributions is reduced to manipulating multivariate Gaussians in accordance with observed data.

We first consider the case of a single user u. Chu and Ghahramani [6] were the first to model preference learning as a problem in GP ordinal regression (denoted *GPPREF*), i.e., of finding the Gaussian process posterior $P(f_u \mid \mathbf{D}_u, \mathbf{X}) \propto P(\mathbf{D}_u \mid f_u, \mathbf{X}) \times P(f_u)$ where $P(f_u)$ is a GP prior and $P(\mathbf{D}_u \mid f_u, \mathbf{X})$ denotes the likelihood of actually observing the choices in $\mathbf{D}_u$ when the true utility function is f_u. Their key contributions were the definition of a plausible likelihood function for pairwise choice data, and the description of a tractable procedure for approximating the posterior $P(f_u \mid \mathbf{D}_u, \mathbf{X})$ as a multivariate Gaussian. One strength of the Bayesian framework is the clean separation between evidence and beliefs and, as such, other types of choice data can also be accommodated. Another advantage of *GPPREF* for our purposes is its principled approach to estimating predictive uncertainties. However, *GPPREF* is inherently limited in settings with multiple users, because it estimates only a single posterior distribution. One of two naïve approaches can resolve this: (1) Infer one utility function for all users simultaneously. This approach only works well as long as all users share similar preferences. And (2) infer one utility function for each user. This approach alleviates the problem of conflicting preferences, but it only works if enough choices have been observed for *each user*, i.e., it fails to borrow statistical strength from like-minded users.

For our purposes, both solutions are unsatisfactory since the best balance of high accuracies and minimal intrusiveness is likely found *between* individual-level and population models, at the level of user *segments* [9]. Our mixed-effect preference model *MEP* performs probabilistic preference estimation at the segment level and it segments users based on their choices in the process. The general idea behind *MEP* is that the latent utility function f_u for each user u is partly explained by the effects of the user's association with one of n_s segments (segment-level effects) and partly by idiosyncratic effects of the user himself (individual-level effects): $f_u = s_{z_u} + i_u$ for u in $\mathbf{U}$ where z_u denotes the membership of user u in one of n_s segments, and the $\{s_{z_u}\}$ and $\{i_u\}$ are Gaussian processes which capture the segment-level and individual-level effects, respectively. While this formulation may look superficially similar to discrete choice models, it is important to note that the $\{f_u\}$, $\{s_{z_u}\}$, and $\{i_u\}$ in our notation are *stochastic processes*. Most discrete choice models assume a certain parametric class of utility functions (e.g., the class of linear functions) and they estimate the concrete parameters of the hypothesized utility function based on observed choices. In contrast, our model computes a full distribution over a broad range of possible utility functions.

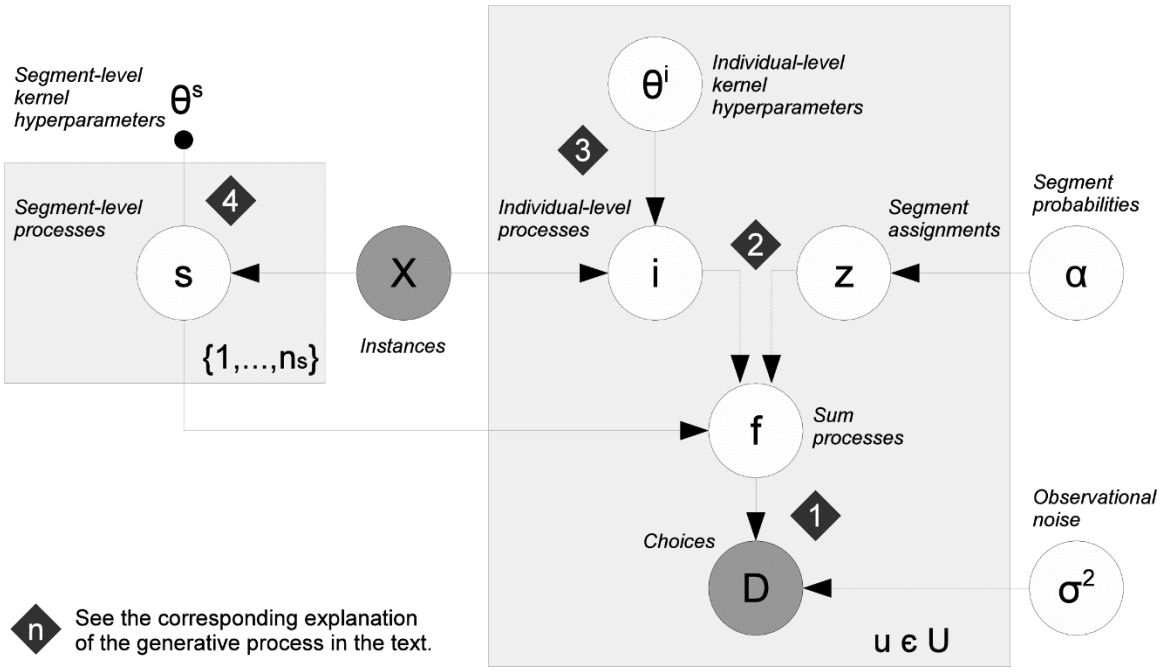


Figure 1: PGM for MEP; circles indicate random variables; dark coloring indicates observed data; shaded *plates* are instantiated for each segment or user

Figure 1 shows the probabilistic graphical model (PGM) for *MEP*. Given instances **X** and choices $\mathbf{D}_u$, our goal is to estimate a probabilistic model that describes how the $\mathbf{D}_u$ are generated for each user *u* in **U**. This generative process proceeds as follows:

1. Observed choices in D_u are generated by utility functions $f_u \sim GP$. Ideally, a user's choices could simply be read off any concrete utility function drawn from $P(f_u|\cdot)$. But in reality choices will be distorted by behavioral influences and measurement errors. These deviations are captured in the noise parameter σ^2.
2. Utility functions f_u are generated by adding an individual-level effect i_u to a segment-level effect s_{z_u}. We model the membership of a user u in segment k as a multinomial distribution with n_s segments and segment probabilities α, $z_u \sim \text{Multi}(\alpha)$. The number of segments is an input to our model. Alternatively, it could be modeled as a Dirichlet process at the expense of additional computational cost. But in our experiments *MEP* was reasonably robust to mis-specification of n_s and we therefore prefer this simpler model.
3. Individual-level effects i_u are generated by GPs with kernel functions $K^S(\Theta^S)$ that describe the processes' covariance structure. Previous researchers have successfully used Gaussian kernels for preference estimation, e.g., [4], and we follow this choice in our experiments below, while noting that our model can also accommodate any other kind of kernel. The kernel hyperparameters $\Theta^{i,u}$ are estimated from the data.
4. Segment-level utility functions s_k are generated by GPs with a common kernel function $K^S(\Theta^S)$, the parameters of which are a user-defined input to the model. Generally speaking, the segment-

level parameters will be chosen such that the s_k are adaptive since they are estimated based on more data. The fixed choice of Θ^s allows us to simplify the inference task.

In sum, given instances $\mathbf{X}=\{\mathbf{X}_u\}$, choices $\mathbf{D}=\{\mathbf{D}_u\}$, the number of segments n_s, and the segment-level kernel function $\mathbf{K}^s$ with its parameters Θ^s we are interested in finding is the maximum likelihood estimate $\boldsymbol{\Theta}^*$ for $\boldsymbol{\Theta} = \{\alpha, \mathbf{s}=\{s_k(\mathbf{X})\},\sigma^2,\Theta^{i,u}\}$ where $\mathbf{s}=\{s_k(\mathbf{X})\}$ denotes a random vector containing the evaluation of the segment-level GPs $\{s_k\}$ at all instances. Once we have estimated $\boldsymbol{\Theta}^*$, we can answer a number of interesting queries, such as:

- What is the probability that user u prefers instance x^+ to instance x^-? Here, x^+ and x^- may or may not have been referenced in earlier choices by the user. In fact, x^+ and x^- may be entirely new in the sense that *no user* has made any earlier statement about them.
- What is the probability that user u belongs to segment k?
- Or what are the commonalities of all users that are likely associated with segment k?

The direct optimization of the objective function is intractable and we therefore resort to Expectation Maximization (EM). The hidden variables in our model are $\mathbf{z}=\{z_u\}$ and $\mathbf{i}=\{i_u(\mathbf{X}_u)\}$. EM estimates the desired values iteratively, each step improves the objective function, and the algorithm is guaranteed to converge to a local optimum. We limit the discussion of inference in *MEP* to an example. Full details on the algorithm and its derivation can be found in [omitted for blind review]. Figure 2 shows two *MEP* runs for three users (columns) and two segments. The choices of each user are depicted in the top row. For example, for the first user, $x_{0.2} \succ_{u_1} x_{0.1}$, which gives rise to the leftmost dashed line in the top-left panel in Fig. 2. The middle and bottom rows of the figure visualize the first two iterations on these input data. There, the dash-dotted lines depict the two segment-level effects s_k. We replicated these effects across all plots in each row and colored the most likely segment assignment for the respective user black. The thin black lines represent the individual-level effects i_u for each user, and the thick black lines additionally include the most probable segment-level effect $f_u=i_u+s_{z_u}$. To keep the text uncluttered, we omit the expectation operators and the conditioning of the processes in this example. That is, we refer to the posterior mean of the segment-level processes as s_k, and to the posterior mean of the individual-level processes as i_u. The reader should bear in mind, however, that the s_k and i_u actually refer to stochastic processes instead of regular functions.

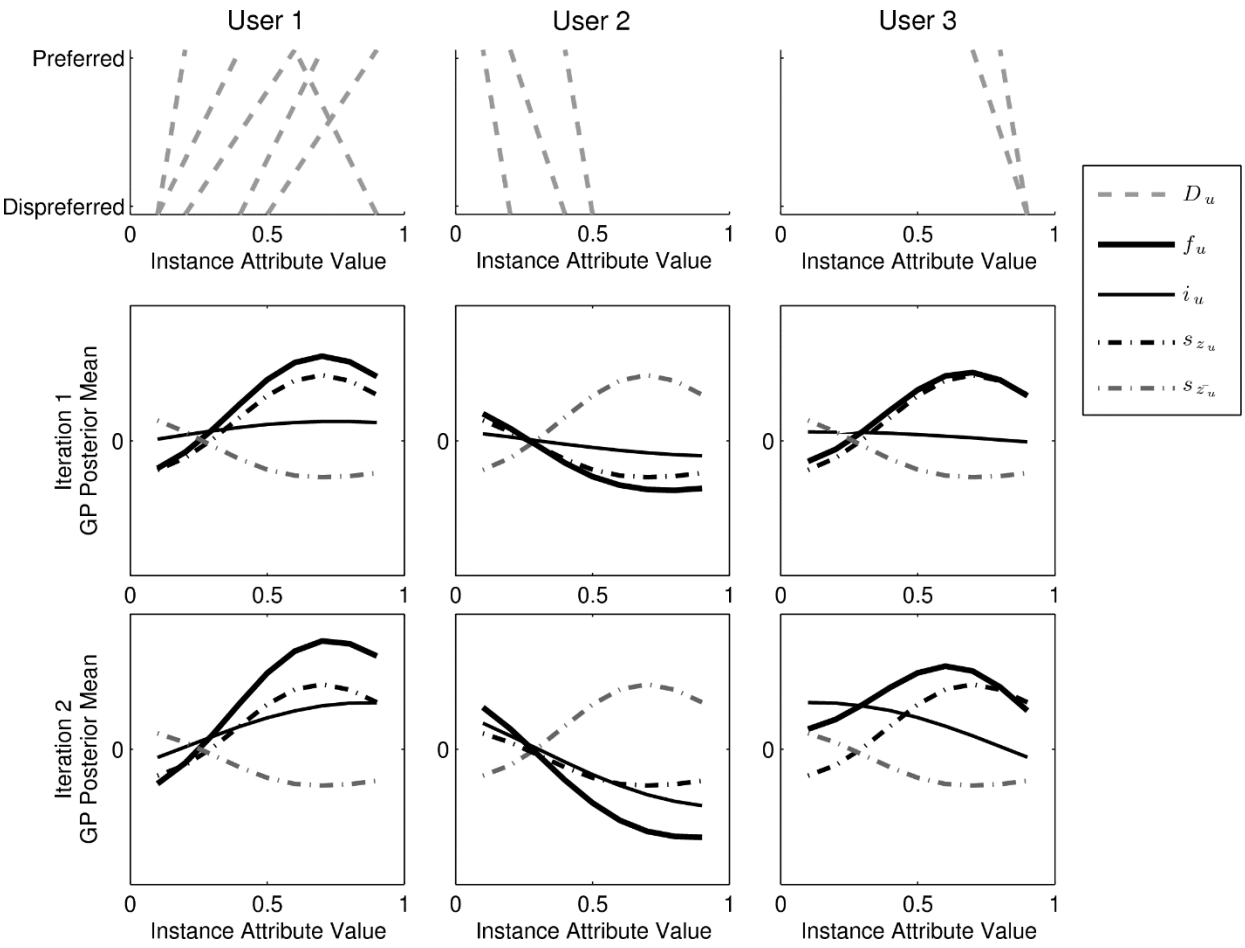


Figure 2: Sample MEP run for three users and two segments; each colum represents one user; top row shows users' pairwise choices, remaining rows show the first two iterations of the algorithm. Dash-dotted lines represent posterior means of the segment-level effects for two segments, where the highest-probability segment for each user is drawn in black. Thin black lines represent the posterior means of the individual-level effects; thick black lines represent the sum of the individual-level and the most likely segment-level means, $f_u = i_u + s_{z_u}$.

Consider the first iteration in the middle row of Fig. 2. The overall utility f_1 for u_1 is mostly explained by the segment-level effect; the individual-level effect i_1 only serves to slightly increase the steepness at low attribute values. Similarly, for u_2 much of the downward-sloping tendency suggested by her choices is absorbed by the second segment-level effect. For u_3 finally, only very limited observations are available. In deciding which segment to assign the user to, *MEP* opts for the same segment as u_1 based on the observation that both users share the same preferences with respect to high attribute values. The individual-level effect i_3 amplifies the (more conclusive) evidence for u_3 in that region and adds further to the downward sloping trend towards the right of the plot.

Such generalizations from the individual to the segment level are the driver behind *MEP*'s ability to make inferences from limited observations per user: by inferring that u_3's preferences so far have been similar to u_1, it can make more informed statements about u_3's preferences in the low attribute value region that the users has not stated anything about. Importantly, the *MEP* result acknowledges the

speculative nature of this generalization: while the segment assignment probabilities (not shown in the figure) are close to certainty for u_1 (89%) and u_2 (84%), *MEP* only deems it *more likely* for u_3 to belong to the same segment as u_1 (62%) than to the other segment (38%, plausible based on u_2's general preference for lower attribute values). In an autonomous decision-making context, such certainty information is crucial for deciding whether a user should be prompted for additional information.

The second iteration in the bottom row of Fig. 2 only serves to refine this estimate. During this iteration, the algorithm finds a slightly better allocation of the effects between the individual and the segment level. Specifically, the hump shape in s_1 remains while more of the general upward trend for u_1 and downward trend for u_3 are now captured in the individual-level effects. Similarly, more of u_2's behavior is now captured by her individual-level effect i_2 as she is the only high-impact member of that segment. This behavior is typical of *MEP*, and we found during our experiments that it usually took three or less EM iterations to arrive at such high-quality estimates.

4 Experimental Evaluation

Given the fragile nature of human preferences, one can question the evaluation of preference models on converted ranking, rating, or regression datasets as is frequently the case in preference learning studies. For this study, we collected a dedicated set of pairwise choice data in accordance with the focus of our model. Our data was collected on Amazon Mechanical Turk (MTurk, http://www.mturk.com), a crowdsourcing platform that has so far not been used in preference learning studies. Several scholars have studied characteristics of MTurk workers. These studies give reason to believe that (1) MTurk data can be of equal or better quality than data selected though channels such as student surveys, (2) MTurk workers are highly diverse (increasing external validity), and (3) the unsupervised nature of MTurk tasks may reduce the risk of experimenter bias (increasing internal validity), all if proper precautions are taken against distractions and random responses [13].

Our 80 adult American participants were asked to state their preferences in ten pairwise choices between electricity tariffs from the Texan retail electricity market. As a commodity, electricity is exhaustively described using a few quantifiable attributes (price per kilowatt-hour, renewable content, etc.) and unaffected by appearance or workmanship, which makes it a good object for online preference experiments. Each tariff pair was selected at random from a total of 30 tariffs. We also asked participants to answer ten questions on their demographics and electricity consumption behavior, some of which were attention checkers. We restricted the final dataset to 58 participants who had taken three minutes or more to answer all our questions, and had passed all attention checks. Our interest in the experimental evaluation was threefold: First, we measured predictive accuracy on held-out test data compared to *GPPREF* (population level and individual level) for different training set sizes. Second, we measured the quality of *MEP*'s certainty indications, which is important in the autonomous decision-making task we consider. And finally, we were interested in *MEP*'s sensitivity to the user-defined number of segments n_s, and the segment-level kernel hyperparameter Θ^s.

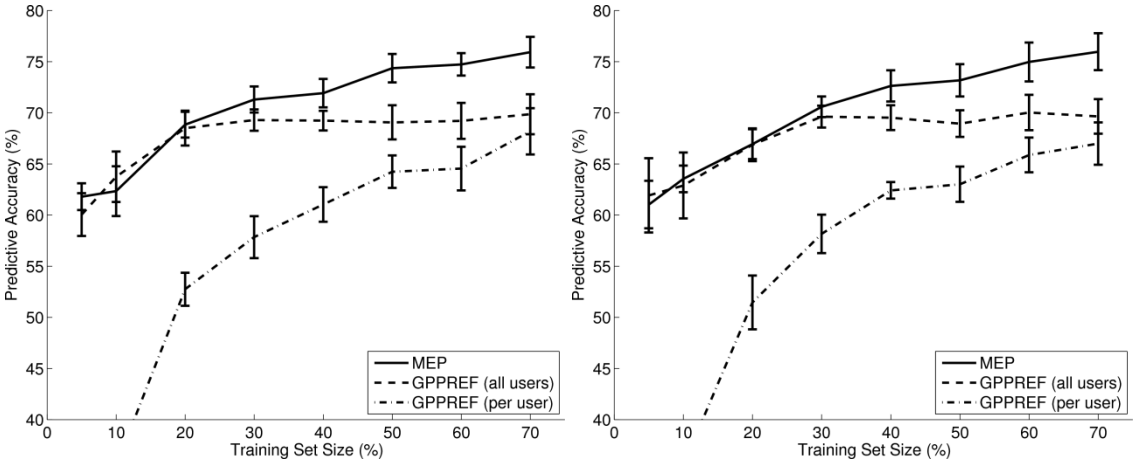


Figure 3: Predictive accuracy for MEP and GPPREF; two segments (left) versus five segments (right); error bars show confidence at the 95% level based on 10-fold cross validation; MEP performs similar to GPPREF (all users) for very sparse observations and significantly better from about 3-4 pairwise choices per user; GPPREF (per user) requires significant input before predicting well and performs worse than random for very sparse observations

Figure 3 shows predictive accuracies on test data for *MEP* and *GPPREF* when *MEP* is initialized to learn two segments (left) or five segments (right). The horizontal axis shows the percentage of pairwise choices used to train the model; all remaining choices are held out for testing. The 40% point, for examples, shows runs where four out of ten choices per user (on average) are used to train the model. It is unsurprising that predictive accuracy increases as more training data become available. But *MEP* provides reasonable accuracy for very sparse cases (where at best a general tendency can be estimated) with substantial accuracy growth as more choices are observed. A single *GPPREF* run over all users, on the other hand, levels out for denser datasets because the increasing detail of these heterogeneous data cannot be captured in a single utility function. And estimating separate *GPPREF* models per user delivers unsatisfactory performance for all but the densest training sets, as these localized models do not generalize across users. In fact, the per-user estimates perform worse than random guessing for less than three observations due to strong overfitting. It is interesting to note that all aforementioned results are identical for the two and the five segment case, except for small differences in confidence interval widths. We also examined *MEP*'s robustness with respect to different segment-level kernel parameters Θ^S and found the same degree of robustness. We omit details in the interest of brevity.

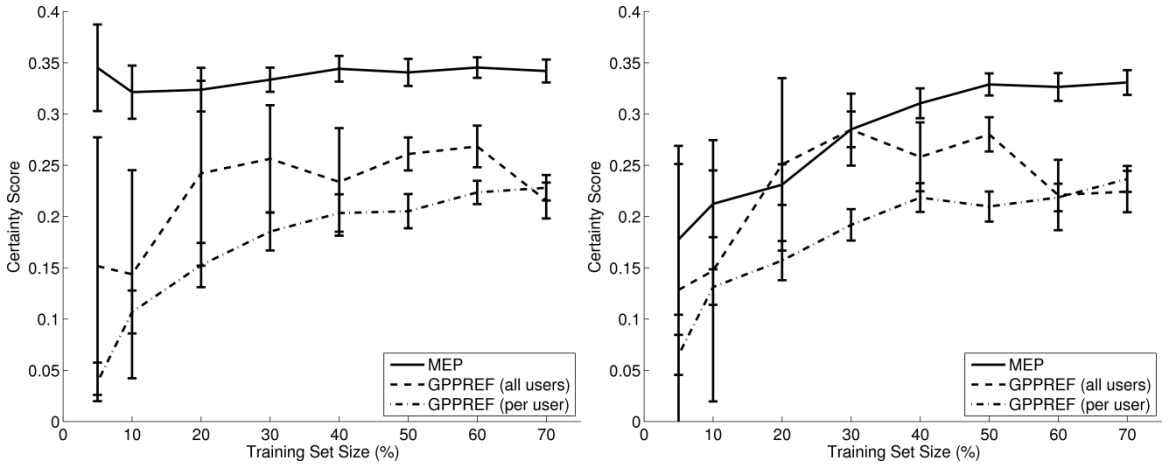


Figure 4: Certainty scores for MEP and GPPREF; two segments (left) versus five segments (right); error bars show confidence at the 95% level based on 10-fold cross validation; certainties are strongly affected when misestimating segment numbers for very sparse observations, but stabilize at about 3-4 pairwise preferences per user

Figure 4 shows similar graphs for the **certainty scores** of the different models, where higher scores are better. Our certainty score is designed to capture how informative the predictive certainty output of a model is. For each test sample, we determine how far the model's certainty indication lies from the indifference point (50%). For predictions that later turn out to be correct, the certainty indicated by the model should have been high (ideally 100%), whereas for predictions that turn out to be incorrect the opposite should be the case (ideally 0%). The certainty score is the average of these contributions over all test samples, and it therefore ranges from -0.5 (worst) to +0.5 (best). *MEP*'s certainty estimates are highly informative in the sense that it only indicates certainty on predictions that later turn out to be correct. Interestingly, certainty scores for extremely sparse data are more strongly affected by the of choice segments n_s than predictive accuracies. This effect is, however, simply caused by distributing very sparse evidence across many segments. Beginning at about four to five training samples per user, this choice becomes inconsequential and *MEP*'s certainty estimates are again significantly more informative than those given by other models.

5 Conclusions and Future Work

Models of human preferences will play an important role in the personalized, autonomous information systems of the future. Useful preference models have to learn from multiple types of observations; make inferences based on limited, unobtrusively collected data; and yield confidence estimates so that autonomous agents can return control to their users when unsure about high-value decisions. Our preference model is the first to combine probabilistic estimates, systematic data pooling across multiple users, flexibility with respect to different types of preference data, and a principled approach to segmentation in one coherent method. We think that it constitutes an important step towards information systems that act autonomously on their users' behalf.

Our work lays the foundation for a number of interesting extensions: First, the clean separation between the internal GP representation and the observations inherited from *GPPREF* allows us to learn from other types of information besides pairwise choices. Second, the principled uncertainty

estimates produced by *MEP* can be used for active learning schemes that determine the highest-value question to ask a user, e.g., [16]. Uncertainty estimates can also serve to locate inconsistencies in user preferences over time. Such inconsistencies can point to changing tastes or more mundane causes like multiple users working from one account. We speculate that our data-driven approach to segmentation can help to identify and resolve such situations. Third, one disadvantage inherent in naïve GP inference is its cubic complexity in the number of instances (on which the user made choices, $|\mathbf{X}_u|$).

We are evaluating approximation schemes like the one proposed by Snelson and Ghahramani [17] to overcome this deficit. And finally, behavioral indicators of quality, such as users' trust in the model's predictions, should be investigated as starting point for further improvements in user preference models.

6 References

[1] Gediminas Adomavicius and Alexander Tuzhilin. Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, pages 734–749, 2005.

[2] Asim Ansari, Skander Essegaier, and Rajeev Kohli. Internet recommendation systems. *Journal of Marketing Research*, 37 (3): 363–375, 2000.

[3] Martin Bichler, Alok Gupta, and Wolfgang Ketter. Designing smart markets. *Information Systems Research*, 21 (4): 688–699, 2010.

[4] Adriana Birlutiu, Perry Groot, and Tom Heskes. Efficiently learning the preferences of people. *Machine Learning*, pages 1–28, 2012.

[5] Edwin Bonilla, Shengbo Guo, and Scott Sanner. Gaussian process preference elicitation. Neural Information Processing Systems, 2010.

[6] Wei Chu and Zoubin Ghahramani. Preference learning with Gaussian processes. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Machine Learning*, pages 137–144. ACM, 2005.

[7] Johannes Fürnkranz and Eyke Hüllermeier. *Preference learning*. Springer, 2011.

[8] Neil Houlsby, Jose M. Hernandez-Lobato, Ferenc Huszar, and Zoubin Ghahramani. Collaborative Gaussian processes for preference learning. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2012.

[9] Tianyi Jiang and Alexander Tuzhilin. Segmenting customers from population to individuals: Does 1-to-1 keep your customers forever? *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 18 (10): 1297–1311, 2006.

[10] Tianyi Jiang and Alexander Tuzhilin. Improving personalization solutions through optimal segmentation of customer bases. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 21 (3): 305–320, 2009.

[11] Sarah Lichtenstein and Paul Slovic. *The construction of preference*. Cambridge University Press, 2006.

[12] P. Maes. Agents that reduce work and information overload. *Communications of the ACM*, 37 (7): 30–40, 1994.

[13] Gabriele Paolacci, Jesse Chandler, and Panagiotis Ipeirotis. Running experiments on Amazon Mechanical Turk. *Judgment and Decision Making*, 5 (5): 411–419, 2010.

[14] Markus Peters, Wolfgang Ketter, Maytal Saar-Tsechansky, and John E. Collins. A reinforcement learning approach to autonomous decision-making in smart electricity markets. *Machine Learning*, 92: 5–39, 2013. 10.1007/s10994-013-5340-0.

[15] Carl E. Rasmussen and Christopher Williams. *Gaussian Processes for Machine Learning*. MIT Press, 2006.

[16] Maytal Saar-Tsechansky, Prem Melville, and Foster Provost. Active feature-value acquisition. *Management Science*, 55 (4): 664–684, 2009.

[17] Ed Snelson and Zoubin Ghahramani. Sparse Gaussian processes using pseudo-inputs, 2006.

Adapting Server-Resource Assignments in Data Centers Based on Time-Interval Clustering (Abstract Only)

Thomas Setzer

Karlsruhe Institute of Technology, Corporate Services and Systems Group, Englerstraße 14, 76131 Karlsruhe, E-Mail: thomas.setzer@kit.edu

Abstract

In today's virtualized data centers, energy consumption of running servers is one of the key cost drivers. Typically, enterprise applications are hosted in virtual machines (VM), which are co-hosted on the same physical server to reduce the server count. Live-migration of VMs can lead to additional savings by temporarily shrinking the server park. For example, at night time workloads of most applications are lower and a smaller number of servers would be sufficient to host the applications. On the other hand, migrations require a significant amount of CPU and memory resources on the physical servers and administrators prefer stable allocations, which require reassignments only in a pre-specified number of time-periods. We cluster features from large volumes of workload traces, which allows for determining (near-) optimal time periods where reassignments are beneficial. The approach is evaluated in numerical experiments based on workload data from a professional data center.

Proaktives Assistenzsystem für die strategische IT-Service-Infrastrukturplanung

Achim Schmidtmann

Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Informatik, 44227 Dortmund,
E-Mail: achim.schmidtmann@fh-dortmund.de

Benjamin Gunia

Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Informatik, 44227 Dortmund,
E-Mail: benjamin.gunia@fh-dortmund.de

Torsten Kruse

Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Informatik, 44227 Dortmund,
E-Mail: kruse_thorsten@web.de

Abstract

Heutzutage stehen IT-Verantwortliche bei der strategischen IT-Service-Infrastrukturplanung vor vielschichtigen und schwer durchschaubaren Planungs- und Entscheidungsaufgaben. Grund dafür ist einerseits die Komplexität der zugrunde liegenden Systemlandschaften, die heterogen, intern und/oder outgesourced sowie häufig auch verteilt sind. Andererseits soll diese Infrastruktur mit knappen Budgets sicher, den gesetzlichen Regelungen entsprechend und verfügbar betrieben werden.

Das laufende Forschungsprojekt Simulation komplexer IT-Service-Infrastrukturen (SIMKOSI) hat die Entwicklung eines proaktiven Assistenzsystems für diese Probleme zum Ziel. Seine Basis bildet ein Configuration Management Database (CMDB)-System. Dessen Daten über die Beziehungen, Abhängigkeiten und Strukturen der zugrunde liegenden IT-Service-Infrastruktur werden in ein Simulationsmodell überführt und ermöglichen somit gezielte Simulationsexperimente zur Diagnose, Analyse und Planung.

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Handlungsbedarf

Die Verwaltung komplexer IT-Service-Infrastrukturen durch Best Practice Ansätze wie ITIL (IT Infrastructure Library) oder CobiT (Control objectives for information and related technology) hat in den letzten Jahren zu erhöhter Effizienz und Qualität geführt. Nichtsdestotrotz sind reaktive Handlungsweisen weiterhin bestimmend, denn den zugrunde liegenden Werkzeugen fehlt in der Regel die Eigenschaft, ein „Verständnis“ für die zu verwaltenden IT-Systemlandschaften zu entwickeln. Das heißt, sie bieten keine Mittel zur Diagnose und proaktiven Analyse von potentiellen Störungen oder Änderungen. Darüber hinaus erfordern gesetzliche Anforderungen wie der Sarbanes-Oxley-Act (SOX), Basel II und mögliche Software-Audits detaillierte Kenntnisse und eine effektive und vorausschauende Wartung von Configuration Item Informationen, die für die Erbringung der IT-Services erforderlich sind.

IT-Verantwortliche benötigen demnach ein Werkzeug, mit dem sie bei einfacher Handhabung und möglichst großer Flexibilität beliebige "Was-wäre-wenn?"-Szenarien zur eingesetzten IT-Service-Infrastruktur durchspielen können. Die Basis dieser Analysen sollte eine möglichst vollständige und ausreichend aktuell gepflegte Configuration Management Database (CMDB) bilden. Dieses proaktive Vorgehen ermöglicht ein wirtschaftliches und zielführendes Planen, Entscheiden und Steuern.

1.2 Zielsetzung und Aufbau des Beitrags

Mit der Lösung dieser Aufgabe beschäftigt sich das Forschungsprojekt SIMKOSI. Sein Ziel ist es, ein generisches Simulationsmodell zu entwickeln, welches aus verschiedensten zugrunde liegenden CMDB-Systemen gespeist werden kann. Auf Basis dieses Modells gilt es dann Simulationsexperimente durchzuführen, wobei wiederum bezüglich des verwendeten Simulators ein generischer Ansatz verfolgt wird. Die Experimente bezwecken die Diagnose der IT-Systemlandschaft und ihrer Abhängigkeiten, die Analyse der Stärken und Schwächen und die Überprüfung und Planung von Veränderungs- respektive Verbesserungsmaßnahmen. Forschungsseitig ist dabei insbesondere interessant, inwieweit bereits vorhandene Configuration Management Daten umfassender genutzt werden können. Es gilt zu klären, welche weiteren Fragestellungen sich auf Basis dieser Daten lösen lassen und wie sie gleichzeitig zur eigenen Optimierung beitragen können.

Mit dem proaktiven Assistenzsystem soll eine Lösung geschaffen werden, die es Entscheidern, Planern und Administratoren erlaubt, ad-hoc-Simulationen ihrer IT-Netzwerke "auf Knopfdruck" auszuführen und mit ihnen konkreten Maßnahmen zur Verbesserung der IT-Servicequalität und zur Kostensenkung zu bestimmen. Dieses entspricht auch den Anforderungen von ISO/IEC 20000 und ITIL für ein erfolgreiches IT-Servicemanagement, die proaktive Maßnahmen für die Vermeidung von Störungen fordern. Unter einer Störung wird dabei "ein Ereignis, das nicht zum standardmäßigen Betrieb eines Services gehört und das tatsächlich oder potenziell eine Unterbrechung dieses Services oder eine Minderung der vereinbarten Qualität verursacht" verstanden (siehe [11], [22]). Bei den Simulationen handelt es sich insbesondere um Impact Analysen für Last-, Störungs- und Ausfallszenarien, die Auswirkungen deutlich machen. Weiterhin können durch sie, abhängig von den jeweiligen Risiken, im Vorfeld Strategien zur Vermeidung ergriffen werden.

Weitere Vorhaben des Forschungsprojekts sind die einfache Handhabbarkeit der Simulationssteuerung und -auswertung durch Automation und Reduktion sowie eine breite Verfügbarkeit durch Niederschwelligkeit der Lösung bei Preis, Komplexität und Betrieb. So soll nicht nur ein neuartiges proaktives Assistenzsystem für strategische IT-Planung und operativen Betrieb entstehen, auch der

Zugang zu diesen Funktionalitäten soll auf eine Weise realisiert werden, die besonders nutzerfreundliche Grundprinzipien verfolgt und damit einen möglichst breiten Nutzerkreis erreicht. Zusammenfassend soll den Anwendern eine neue Qualität in der Repräsentation der Daten geliefert werden, die für Betrieb, Wartung und Weiterentwicklung im Sinne von Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit ihrer IT-Umgebungen notwendig sind.

Es ist zu beachten, dass die Problematik der Datenqualität in einer CMDB in der Realität einen entscheidenden begrenzenden Faktor des zu entwickelnden Systems darstellt. Das auf der jeweiligen CMDB basierende Simulationsmodell kann nur so gut sein, wie die zugrunde liegenden Daten. Im Extremfall ist die Datenqualität so schlecht, dass sie gar keine Simulationen oder nur Simulationen von Teilbereichen erlaubt. In Fällen verminderter Datenqualität muss über Maßnahmen der Datenkorrektur und -verbesserung nachgedacht werden, um auf diese Weise Simulationen zu ermöglichen. Diese Maßnahmen könnten im Rahmen der Transition der CMDB-Daten in das jeweilige Simulationsmodell durchgeführt werden.

Der vorliegende Beitrag demonstriert den aktuellen Stand dieses Forschungsprojekts, geht auf die wesentlichen technischen Anforderungen ein, die mit der Realisierung verbunden sind, und gibt einen Ausblick auf die weiteren Schritte und angestrebten Ergebnisse. Der Aufbau dieses Beitrags ist wie folgt. Kapitel 2 erläutert den Stand der Technik im Themenbereich Simulation komplexer IT-Service-Infrastrukturen und grenzt den hier dargestellten Ansatz gegen andere mit vergleichbarer Zielrichtung ab. In Kapitel 3 werden der aktuelle Projektstand und die bisher erreichten Ergebnisse dargestellt, dabei wird insbesondere auf die Anbindung respektive Schnittstelle zu verschiedenen CMDBs und die Simulation von Last- und Ausfallszenarien auf Basis des prototypisch erstellten Simulators eingegangen. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick in Kapitel 4.

2 Stand der Technik/Abgrenzung

Die Configuration Management Database (CMDB) ist ein zentrales Repository für geschäftskritische Configuration Items (CIs), deren Attribute, Beziehungen und Abhängigkeiten (vgl. [13]) und bildet damit die IT-Servicemanagement Prozesse und die auf ihnen basierenden Services ab. Beispielhaft könnte dieses ein ERP Applikationsservice sein, der eine Vielzahl unterschiedlicher CIs umfasst. Diese reichen von den Client Rechnern mit ihren spezifischen Eigenschaften (Attributen), die einen Zugang zum ERP System ermöglichen, bis hin zu den Applikationsservern, ebenfalls mit ihren individuellen Eigenschaften (Attributen), auf denen die Anwendung gehostet wird. Dazwischen liegt eine Vielzahl weiterer CIs wie z.B. Netzwerkkomponenten, die alle zueinander in bestimmten Beziehungen und Abhängigkeiten stehen.

Das Configuration Management ermöglicht den IT-Mitarbeitern Einblick in die Daten die sie benötigen, um fundierte Entscheidungen in Bezug auf die IT-Infrastruktur zu treffen. Ohne eine Configuration Management Database sind die Auswirkungen von Änderungen (Changes) kaum abschätzbar. Außerdem ermöglicht sie durch die Abbildung der IT-Assets und ihrer Beziehungen zueinander deren Verwaltung und Verbesserung. Die Sichtbarkeit von CI-Attributen, deren Interaktion, zugehörige Dienstleistungen und CI-Status sind entscheidend für das Verständnis, wie Änderungen an einer bestimmten CI sich auf den Service auswirken. Eine gute Praxis ist es, die CIs zu identifizieren, die einer Organisation effiziente IT-Dienstleistungen ermöglichen. Auf diese CIs gilt es besonders zu achten, um die optimale Verfügbarkeit zu gewährleisten. Allerdings reicht diese Maßnahme noch nicht aus, um proaktiv zu diagnostizieren, entstehende Probleme wirkungsvoll zu lösen, die Einhaltung von Service Level Agreements zu analysieren und Trends zu erkennen.

Aktuelle CMDB Lösungen beschränken sich bisher in erster Linie auf die Bereitstellung stabiler IT-Services, also operative Aufgaben. Sie gehen dabei vornehmlich reaktiv vor. Die Unterstützung von strategischen Aufgaben wie z.B. der Vorausplanung von Erweiterungen oder auch Reduktionen der IT-Service-Infrastruktur ermöglichen sie nur sehr begrenzt oder gar nicht. Einzig die BMC Atrium CMDB beinhaltet einen Simulator, um die Auswirkungen von Änderungen der Verfügbarkeit eines CI zu simulieren, den BMC Atrium Impact Simulator (siehe [1]). Mit diesem soll es möglich sein z.B. den Ausfall eines Servers und die daraus entstehenden Folgen für die Services des Unternehmens zu simulieren. Damit stellt er eine Umsetzung der im ITIL V3 Rahmenwerk und zwar in der Phase Service Design aufgeführten Component Failure Impact Analysis (CFIA) dar (siehe [19]). Nach ITIL V3 werden dabei über eine Verfügbarkeitsmatrix IT-Strukturen und -abhängigkeiten herausgestellt, so dass kritische CIs und anfällige IT Services identifiziert werden können (vgl. [13]). Allerdings ist dieser Simulator Teil der BMC Atrium CMDB und nicht unabhängig bzw. eigenständig nutzbar.

Die hier vorgestellte Simulation SIMKOSI dagegen soll generisch und leicht anpassbar sein. Darüber hinaus soll sie ein proaktives und vorausschauendes Handeln auch bei nicht ausreichend oder vollständig geplanten Änderungen von IT-Services bzw. IT-Landschaften unterstützen. Dabei geht es weniger um die Einführung neuer Technologien als um eine neue und auf einer fundierten Analyse und umfassenden Klassifikation der aktuellen Situation basierende Methodik, mit den Anforderungen aus Betrieb und Veränderung respektive Weiterentwicklung von IT-Service-Infrastrukturen umzugehen. Derzeitige wie auch zu erwartende IT-Landschaften sollen mit ihren Variationsmöglichkeiten möglichst vollständig abbildbar sein. Die aktuell am Markt verfügbaren CMDB Lösungen haben einen unterschiedlichen Reifegrad und es herrscht bei den Anbietern ein diversifiziertes Verständnis zu Funktionsweise und Definition einer CMDB vor. Dieses führt zu einem recht unterschiedlichen Umfang und Detaillierungsgrad der CMDBs und einer mehr oder weniger umfassenden, konsolidierten Sicht auf die IT-Landschaft (siehe [3]und [6]).

Während im IT-Servicemanagement Bereich ein derartiger Ansatz bisher nur in der oben erwähnten, proprietären und in seiner Variabilität begrenzten BMC Variante bekannt ist, kann auf Parallelen zu Arbeiten über komplexe Infrastrukturen in anderen Themenbereichen zurückgegriffen werden. In diesen wurden u.a. Modelle kritischer interdependenter Infrastrukturen (Energie/Verkehr) (vgl. [2], [12], [7] und [8]) und komplexer Produktions- und Logistiknetzwerke entwickelt (siehe [16], [4] und [18]). Auf Basis dieser Modelle wurden dann Simulationsstudien zur Analyse vielfältiger Untersuchungszwecke durchgeführt.

Technische Simulationen von Rechnern wie z.B. Schaltungssimulationen und auch die Simulation von Computernetzwerken sind theoretisch bereits sehr detailliert betrachtet worden und auch in der Praxis in einigen Bereichen bereits stark verbreitet (vgl. [17], [20] und [21]). Dies ist beispielsweise an den zahlreichen verfügbaren Simulationswerkzeugen und -umgebungen zu erkennen, die heute angeboten werden (siehe [15]). Im Bereich der Netzwerk- respektive IT-Service-Infrastruktur-Simulation haben sich diese allerdings noch nicht bis in die Unternehmen durchgesetzt und werden vorrangig nur im akademischen Umfeld verwendet.

Ein Grund hierfür ist der hohe Zeitaufwand, der notwendig ist um eine Simulation durchführen zu können. Es fehlt eine definierte Schnittstelle zwischen CMDB und Simulator so dass die Netzwerkdaten manuell in das Simulationsmodell überführt werden müssen. Dieses ist insbesondere bei der Simulation von umfangreichen Computernetzwerken, wie sie heute aber nicht nur von großen Unternehmen betrieben werden, sehr zeitaufwändig.

Eine weitere Parallele findet sich im Model-Driven-Configuration-Management, einem modellgetriebenen Ansatz für das Konfigurationsmanagement von IT-Systemlandschaften (vgl. [10]). Dieser Ansatz ist angelehnt an die modellgetriebene Softwareentwicklung und hat eine bessere Verknüpfung von Business und IT und gleichzeitig eine Erhöhung der Entscheidungsfähigkeit durch mehr Transparenz und Nachvollziehbarkeit zum Ziel. Dabei steht die nahtlose Integration von Enterprise-Architecture-Management und IT-Configuration-Management im IT-Betrieb im Mittelpunkt. Noch erweitert wird dieser Ansatz durch [5]: A Model-Driven Configuration Management System for Advanced IT Service Management. Durch die Anwendung von MDE Techniken und Runtime Models als Elemente eines modellgetriebenen Configuration Management Systems sollen eine automatische Wartung, modellbasierte Analyse und auch automatische Anpassungen an Änderungen ermöglicht werden. Dieser Ansatz kommt dem von SIMKOSI sehr nahe, er ist allerdings nicht auf beliebige CMDB-Systeme anwendbar und bietet nur begrenzte Analysemöglichkeiten.

Die diskrete ereignisorientierte Simulation hat sich heute als Simulationsart in der Praxis für die Netzwerksimulation durchgesetzt. Sie ermöglicht es, das dynamische Verhalten im Netzwerk mit hoher Genauigkeit nachspielen zu können (siehe [9]). Gleichzeitig bieten die aktuell auf dem Markt erhältlichen Simulationsumgebungen für Computernetzwerke nur sie als einzige Simulationsart an. Demzufolge wird in SIMKOSI die diskrete ereignisorientierte Simulation verwendet.

3 Realisierung/Projektstand

Das Projekt startete mit einer detaillierten Analyse bestehender CMDBs und einer umfassende Klassifikation von Schwachstellen in Service-Infrastrukturen sowie einer Auswirkungsanalyse dieser Problemfelder. In diesem Rahmen wurden auch absehbare zukünftige Entwicklungen von IT-Service Infrastrukturen mit in die Überlegungen einbezogen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung ergaben die Anforderungen an das zu entwickelnde Simulationsmodell. Dieses stellt die Basis einer modellbasierten Analyse und Diagnose dar und soll eine möglichst vollständige Abbildung aktueller und zukünftiger IT-Service-Infrastrukturen mit all ihren Variationsmöglichkeiten bieten. Der prototypisch darauf zu entwickelnde Simulator soll durch die Konzeption einer Abstraktionsschicht zur Integration alternativer Technologien (CMDBs) und die Integration einer ergonomischen Benutzerschnittstelle eine möglichst breite Varianz seines Einsatzfeldes bieten. Somit wird gewährleistet, dass Daten aus verschiedenen CMDBs im Simulationsmodell abgebildet und verarbeitet werden können. Gleichzeitig soll den Anwendern eine komfortable und leicht erlernbare Bedienung des Simulators ermöglicht werden.

Im Folgenden werden zuerst die CMDB-Schnittstelle und dann die prototypische Umsetzung des Simulators als wichtige Meilensteine im Projekt näher erläutert. Das Simulationsmodell und die CMDB-Schnittstelle wurden im Rahmen des SIMKOSI Projekts dabei beispielhaft anhand der Open-Source-Anwendung i-doit (siehe [23]) ausgearbeitet. Als Simulator wurde OMNeT++ (siehe [24]) eingesetzt.

3.1 CMDB-Schnittstelle

Die Aufgabe der zu entwickelnden, generischen Schnittstelle ist es die Daten einer beliebigen CMDB für einen Simulator verfügbar zu machen. Dafür müssen die Daten der CMDB zunächst in ein einheitliches Format konvertiert werden. Dieses ermöglicht es der Schnittstelle die Daten zu verstehen und diese in ein entsprechendes Modell für den Simulator um zu wandeln. Der Schwerpunkt liegt

dabei in der Definition eines einheitlichen Datenformats für den Austausch der Modelldaten. Da die betrachteten Simulatoren kein standardisiertes Modellformat unterstützen, muss die Umwandlung für jeden Simulator gesondert vorgenommen werden.

Welche Daten und mit welchem Detaillierungsgrad aus der CMDB in den Simulator zu übertragen sind, ist abhängig von den geplanten Simulationsarten und dem zu betrachtenden Teil der IT-Service-Infrastruktur. Die Schnittstelle und das darauf aufsetzende Simulationsmodell sollten unterschiedliche Simulationsarten für verschiedene Problemstellungen ermöglichen. Dieses bedeutet gleichzeitig, dass das Simulationsmodell in der Lage ist, alle Daten für die verschiedenen Simulationen abzubilden. Die folgende Liste führt die häufigsten Simulationsanalysen, zwischen denen allerdings vielfältige Beziehungen bestehen, an (vgl. [14]):

- Lastanalyse
    - Reine Lastanalyse
    - Analyse von Serverbelastungen
    - Analyse des Antwortverhaltens bestimmter Komponenten
    - Analyse der Strom- bzw. Wärmelast
- Performanceanalyse
- Konsolidierungsanalyse
- Erweiterungsanalyse (Integration neuer SW/HW)
- Ausfall-/ „Was-wäre-wenn?“-Analyse

Wie aus der Liste zu entnehmen ist, geht es bei einigen Analysen um Teile der IT-Landschaft, die bzgl. ihrer Belastung oder Performance untersucht werden. In diesen Fällen müssen für die Simulation nur Daten aus einem beschränkten Teilbereich zur Verfügung stehen. Dabei ist jedoch häufig mehr Detailtiefe gefordert als bei den meisten Analysen, die Daten aus größeren Bereichen oder sogar der gesamten IT-Service-Infrastruktur prüfen. Dementsprechend gilt es die Anforderungen an die Simulation mit den in der CMDB vorhandenen Daten abzustimmen und gegebenenfalls die Daten vor der Simulation zu ergänzen oder die Ansprüche den Datenbeständen anzupassen.

Grundsätzlich können die Daten einer CMDB in drei Typen unterschieden werden: Objekte, Parameter, Beziehungen. Zu den Objekten zählen alle Komponenten die in der CMDB abgebildet werden können, wie z. B. Server, Router, aber auch Mitarbeiter, Serviceverträge und Peripheriegeräte. Die Beziehungen unter den Objekten ermöglichen es verschiedene Modelle in der CMDB anzulegen, wie z. B. Datennetze, Stromnetze oder auch Services. Die Parameter beschreiben diese Komponenten und auch ihre Beziehungen im Detail. Für jede Simulation müssen die relevanten Parameter bereitgestellt werden, um diese überhaupt erst zu ermöglichen. Für die Definition der Schnittstelle bedeutet dies, dass alle drei Bestandteile berücksichtigt werden müssen.

Die Struktur der Schnittstelle gliedert sich damit in folgende Elemente auf:

- Objekte bzw. Komponenten, die durch Attribute näher beschrieben werden,
- weitere Komponenten, die Bestandteil dieser Objekte sind,
- Parameter, die für die Simulation der Komponenten erforderlich sind und

- Beziehungen zwischen den Komponenten, die u.a. logisch oder physikalisch sein können und eine Richtung besitzen.

Unabhängig von der intendierten Simulationsart kann aus den Infrastrukturdaten einer gut strukturierten und gepflegten CMDB über diese Schnittstelle unmittelbar ein lauffähiges Modell in einem Simulator erzeugt werden. Unternehmen können auf diese Weise ihre bestehenden Datenbestände nutzen, um präventive Analysen und daraus resultierende Maßnahmen für den störungsfreien Ablauf ihrer IT-Landschaft zu unternehmen.

Diese Kopplung aus CMDB und Simulator wurde im Projekt prototypisch zwischen der Open Source CMDB „i-doit“ von Synetics und dem Simulator „OMNeT++“ umgesetzt (vgl. [14]). Der folgende Abschnitt verdeutlicht, wie in diesem Rahmen und aufbauend auf der CMDB-Schnittstelle Simulationsstudien umgesetzt werden können.

3.2 Prototypischer Simulator

Für die Durchführung von Simulationsstudien wurde die definierte Schnittstelle in den Simulator OMNeT++ implementiert. Sie ermöglicht es auf die Daten der CMDB i-doit zuzugreifen, indem die Daten eingelesen und in ein entsprechendes Modell des Simulators umgewandelt werden. Die Schnittstelle ist nicht für ein spezielles Simulationsexperiment konzipiert, sondern erlaubt die Nutzung verschiedener Simulationsarten (siehe Bild 1).

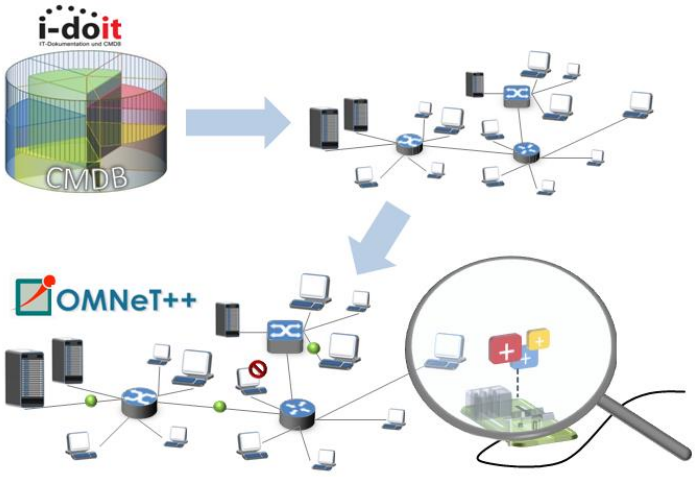


Bild 1: Schnittstelle CMDB-Simulationsmodell-Simulator

Die Open-Source CMDB i-doit bietet 33 verschiedene Komponenten, die direkt verwendet werden können. Daneben ist es auch möglich, individuelle Objekte anzulegen. Die Attribute der einzelnen Komponenten sind ebenfalls flexibel erweiterbar. Hier ist von Vorteil, dass die im Projekt definierte CMDB-Schnittstelle nicht auf eine feste Anzahl an Komponenten oder Beziehungsarten begrenzt ist und individuelle Anpassungen unterstützt. Dadurch kann die Funktionalität von i-doit vollständig abgebildet werden. Der Datenzugriff bei i-doit erfolgt entweder über eine XML-Schnittstelle oder eine Schnittstelle, die die JavaScript Object Notation, kurz JSON, verwendet (siehe [23]).

OMNeT++ besitzt keine eigenen Komponenten für die Erstellung von Modellen zu Simulationszwecken, so dass es notwendig war bzw. ist, die entsprechenden Komponenten selbst zu erstellen, bevor ein Modell erzeugt werden kann. In OMNeT++ kann eine Hierarchie mit beliebig vielen Stufen erzeugt werden. Die oberste Stufe stellt dabei immer das Netzwerkmodell an sich dar.

Die Verbindung zwischen den einzelnen Komponenten geschieht über Verbindungen (engl. channels), von denen es die Arten Ideal-, Datarate- und Delay-Channel gibt. Diese können allerdings auch durch eigene ergänzt werden können (vgl. [14], [24])

Um nun einen Simulationslauf durchzuführen, müssen im Simulator noch einige Rahmenparameter gesetzt werden, die „Stellparameter" der eigentlichen Simulation und damit abhängig von der jeweiligen Simulationsart sind. Diese stellen z.B. gewisse Ober- oder Untergrenzen für Parameterwerte oder auch Zeitvorgaben für den Simulationslauf dar und werden in einer Konfigurationsdatei festgelegt. Jede Konfigurationsdatei ist genau einem Simulationsmodell zugeordnet. Um die Simulation mit verschiedenen Parametern nacheinander ablaufen zu lassen, können auch mehrere Konfigurationen bzw. Konfigurationsdateien verwendet werden.

Im Folgenden wird beispielhaft die Simulation eines fiktiven und einfachen Stromnetzes beschrieben. In Bild 2 ist der Aufbau dieses Netzes in OMNeT++ dargestellt. Vorab war es allerdings notwendig das Modell in i-doit bzw. dem Austauschformat abzubilden, um den Import der Daten in den Simulator durchführen zu können.

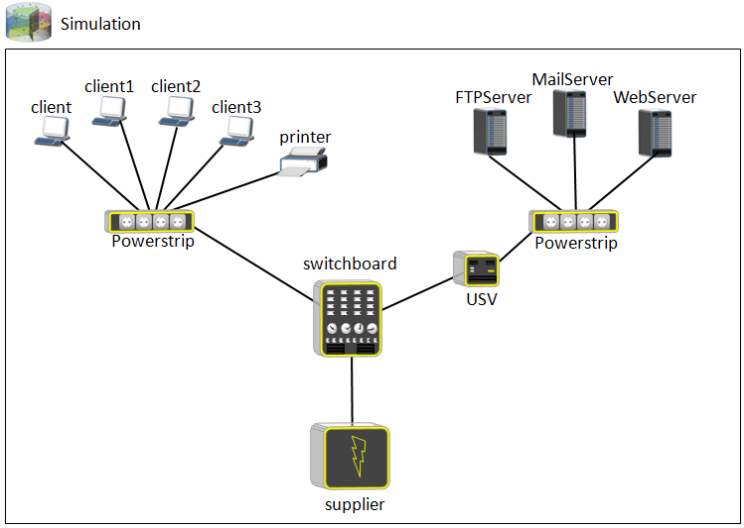


Bild 2: Simulationsmodell

In diesem Simulationsszenario soll als Beispiel für ein Störungsszenario der Ausfall des Stromerzeugers (Supplier) simuliert werden, wodurch alle Komponenten, die nicht an die USV angeschlossen sind, ausfallen. Der Ausfall jeder anderen Systemkomponente wie z.B. eines Routers oder eines Servers könnte ebenfalls mit seinen Auswirkungen auf die verschiedenen verknüpften Objekte, Komponenten und Services simuliert werden. Ein Beispiel für die Simulation eines Auslastungsszenarios wird im Anschluss dargestellt. Das erwartete Ergebnis dieses Szenarios ist, dass die Simulation den Ausfall erkennt und alle betroffenen Komponenten, die keinen Strom mehr erhalten, markiert und ausfallen lässt. Darüber hinaus muss die USV die Versorgung der angeschlossenen Komponenten übernehmen, wodurch der Ausfall an diesen nicht offenbar wird. Daraus resultierend fallen an der USV weiterhin die Stromverbräuche der angeschlossenen Komponenten an, was in diesem Fall durch den Ausfall des Stromerzeugers dem Gesamtverbrauch in der Simulation entspricht.

Für die Durchführung der Simulationsstudie wird eine Konfigurationsdatei benötigt, in der der Verbrauch und die maximale Leistung als relevante Parameter festgelegt werden. Außerdem ist der

Stromerzeuger entsprechend der Simulationsaufgabe deaktiviert. Basierend auf dieser Konfiguration erzeugt der Simulator das in Bild 3 dargestellte Ergebnis der Simulation.

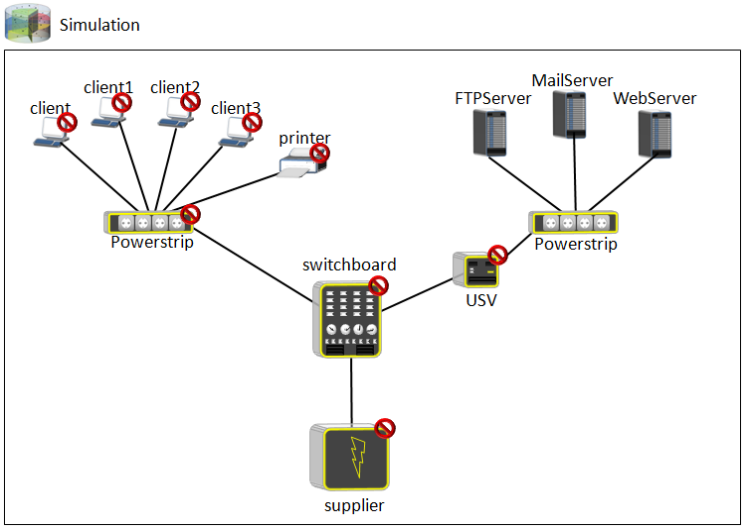


Bild 3: Simulationsergebnis

Wie das Bild zeigt, sind alle Komponenten, die nicht an die USV angeschlossen sind ausgefallen, was durch das Symbol (⃠) in der rechten oberen Ecke der Komponenten dargestellt ist. Da die USV vom Ausfall des Stromerzeugers auch betroffen ist, ist diese ebenfalls durch das Symbol gekennzeichnet. Alle folgenden Komponenten sind dagegen vom Ausfall nicht betroffen, da die USV diese weiterhin mit Strom versorgt. In den Statusmeldungen der Simulation ist zudem ersichtlich, dass der Stromverbrauch an der USV 300 Watt beträgt, was dem Stromverbrauch der drei angeschlossenen Server entspricht. Der Stromverbrauch, der während der Simulation beim eigentlichen Stromerzeuger gemessen wurde beträgt dagegen aufgrund des Ausfalls 0 Watt.

Die Ergebnisse entsprechen den Erwartungen, die die Simulation im Idealfall gemäß dem realen System erzielen sollte. Dieses zeigt sich sowohl am Parameter Gesamtverbrauch des Stromnetzes als auch durch die dargestellten Ausfälle. In diesem Beispiel stimmt das Verhalten des Modells also mit dem des eigentlichen Systems überein, so dass die Simulation für dieses Szenario verlässliche Ergebnisse liefert.

Gleichzeitig hat die Durchführung der Simulationsstudie die Vorteilhaftigkeit der Kopplung von CMDB und Simulator auf Basis der Schnittstelle klar gezeigt. Benutzereingaben der Infrastrukturdaten innerhalb des Simulators waren überflüssig, wodurch der hohe Zeitaufwand für die sonst notwendige und sehr umfassende Dateneingabe deutlich reduziert wurde. Alle relevanten Daten, die für die Erzeugung des Netzwerkmodells im Simulator benötigt werden, wurden vollständig aus den Datenbeständen der CMDB übernommen. Die Daten werden dabei so umgewandelt, dass sie direkt im Simulator genutzt werden können. Nach Klärung der Simulationsart bzw. Problemformulierung und Festlegung der relevanten Rahmenparameter kann der Benutzer dann sofort Simulationen durchführen.

Die Konfigurationsdatei kann neben der Vorgabe von potentiell hohen Lasten, Ausfällen oder anderen Störfaktoren auch genutzt werden, um mehrere Simulationsläufe basierend auf historisch angefallenen Störungen respektive Störmustern durchzuführen. Auf diese Weise können vergangene kritische Situationen nachgestellt und im Detail analysiert werden, um ihre zukünftige Vermeidung zu

unterstützen. Hier zeigen sich wieder die verschiedenen Anwendungsfelder des Assistenzsystems von der Diagnose über die Analyse bis zur Planung.

Zusätzlich zu den im vorangehenden Abschnitt aufgelisteten Simulationsarten, der Kapazitätsplanung (historische und prognostizierte Lastentwicklungen, Konsolidierungsanalysen, etc.), der Trendanalyse (frühzeitige Erkennung von potentiellen Störungen) und dem Risikomanagement (Ausfallszenarien, „Was wäre wenn?"-Analysen) könnte das Modell auch zur Ursachenfindung und Eingrenzung akuter Ausfälle oder Störungen innerhalb der IT-Service-Infrastruktur genutzt werden. Bild 4 stellt den Gesamtzusammenhang zwischen CMDB, Simulationsmodell und Simulator noch einmal umfassend dar.

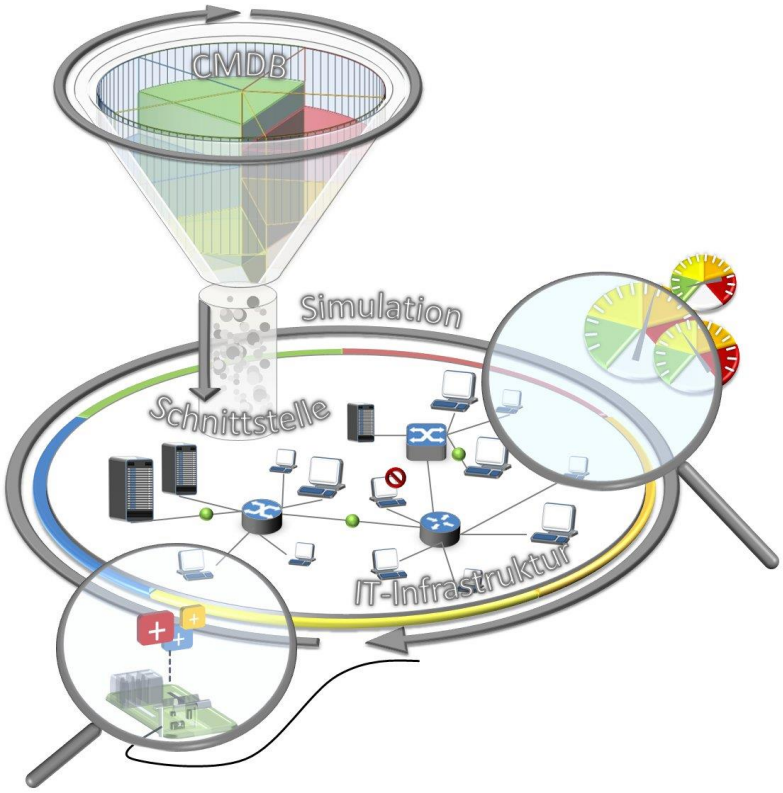


Bild 4: Simulation komplexer (IT) Service-Infrastrukturen

Neben dem oben dargestellten Beispiel konnten im Rahmen von SIMKOSI weitere prototypische Strom- und Wärmesimulationen in OMNeT++ realisiert werden. Erstere umfassen die Simulation von Ausfällen und Überlastungen von Komponenten. Gleichzeitig ermitteln sie den Gesamtverbrauch der einzelnen Komponenten und können dabei auch die Schwankungen des Stromverbrauchs durch unterschiedliche Auslastungen simulieren. Das Wärmeszenario basiert auf den Real- und Maximalwerten der verschiedenen Verbraucher der IT-Landschaft, damit ist es zwar eine eher statische Betrachtung, die allerdings bereits das Ermitteln bestimmter Hotspots ermöglicht.

Darüber hinaus können durch die Analyse, Bestimmung und Optimierung der Dienstgüte über Metriken aus dem Bereich der Netzwerkplanung und-optimierung, Schwachstellen oder Engpässe identifiziert werden, um die Qualität der IT-Services sicherzustellen. Außerdem lassen sich quantitative Aussagen über die Eigenschaften der von den IT-Services genutzten IT Infrastruktur treffen. Dies kann dem Anwender eine in diesem Umfeld neuartige Repräsentation der Daten,

hinsichtlich der Qualität, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Netzwerkes ermöglichen. Exemplarisch für diese Simulationsart ist in Bild 5 eine Auslastungssimulation eines kleinen Beispielnetzwerkes zu sehen. Die farbigen Markierungen weisen dabei auf eine überdurchschnittliche Auslastung des Netzes auf vorgelagerten Verbindungen und damit eine potentielle Störung für die angeschlossenen Clients hin.

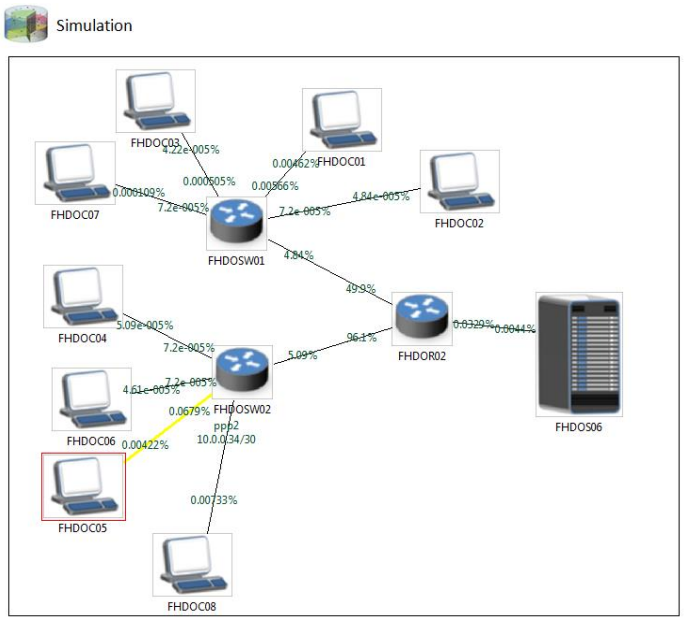


Bild 5: Auslastungssimulation

4 Fazit/Ausblick

Als derzeitige Ergebnisse des Forschungsprojekts SIMKOSI liegen somit umfangreiche Informationen über bestehende CMDBs, eine umfassende Klassifikation von Schwachstellen in Service-Infrastrukturen, ein auf der betrachteten CMDB i-doit basierendes Simulationsmodell und ein prototypischer Simulator vor. Insbesondere letzterer kann und wird Verantwortlichen und Betreibern als Werkzeug dienen, um den Betrieb, die Planung und die Weiterentwicklung ihrer IT-Service-Infrastruktur noch wirtschaftlicher, qualitätsvoller und zielführender durchführen zu können.

Die prototypische Umsetzung verschiedener Simulationsszenarien auf Basis von i-doit und OMNET++ hat verdeutlicht, welche Möglichkeiten der Erkenntnisgewinnung dieser Lösungsansatz bietet. Die erreichten Ergebnisse gilt es nun in mehrere Richtungen zu erweitern. An erster Stelle steht dabei die Überprüfung der bisher nur an recht einfachen, praxisnahen Beispielen durchgeführten Simulationsstudien an der Realität. Entsprechend der Evaluationsplanung wird aktuell ein Unternehmen gesucht, das die CMDB i-doit verwendet und mindestens komplexere Teilbereiche seiner IT-Landschaft in dieser mit guter Datenqualität abgebildet hat. Mit diesem Unternehmen soll der Mehrwert des Assistenzsystems herausgestellt werden. In einem nächsten Schritt soll die Evaluation auf Unternehmen mit anderen CMDB-Lösungen ausgeweitet werden.

Darüber hinaus ist geplant, weitere Simulationsarten sowie die Ursachenfindung und Eingrenzung akuter Ausfälle oder Störungen der IT-Service Infrastruktur mit dem Simulator umzusetzen. Daneben müssen die CMDBs als Datenquellen des Simulationsmodells noch eingehender untersucht und die Anbindung weiterer CMDBs sowie auch anderer Datenquellen, die für eine Analyse relevant sein können, an den Simulator ermöglicht und getestet werden. Schließlich gilt es die

Benutzerfreundlichkeit des Simulators zu verbessern, um eine einfache Handhabbarkeit der Simulationskonfiguration, -steuerung und -auswertung zu gewährleisten. Auch diese Themen gilt es im Rahmen von Kooperationen mit interessierten Unternehmen zu evaluieren.

5 Danksagung

Dieser Beitrag ist im Rahmen des Projekts „SIMKOSI – Simulation von komplexen Service-Infrastrukturen“ entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des EFRE, „Europäischer Fonds für regionale Entwicklung“, und unter dem Slogan „Europa – Investition in unsere Zukunft“ gefördert (Förderkennzeichen 005-1112-009).

6 Literatur

[1] BMC (2011): BMC Atrium CMDB 7.6.04 User’s Guide, Houston, USA

[2] Casalicchio, E; Galli, E; Tucci, S (2009): Modeling and Simulation of Complex Interdependent Systems: A Federated Agent-Based Approach. Critical Information Infrastructure Security, Lecture Notes in Computer Science, Volume 5508. Springer Berlin Heidelberg, p. 72.

[3] Computerwoche (2008): Die CMDB - Drehscheibe für IT-Services http://www.computerwoche.de/software/software-infrastruktur/1855356/. Abgerufen am 17.09.2013.

[4] Dangelmaier, W; Mahajan, KR; Aufenanger, M; Seeger, T (2007): Simulation assisted match-up rescheduling of flexible production systems subject to execution exceptions. *Winter Simulation Conference*, p. 1805-1813.

[5] Giese, H; Seibel, A; Vogel, T (2009): A Model-Driven Configuration Management System for Advanced IT Service Management. *Proceedings of the 4th International Workshop on Models@run.time at the 12th IEEE/ACM International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MoDELS 2009)*, Denver, Colorado, USA, volume 509 of CEUR Workshop Proceedings, pages 61-70.

[6] Haberstroh, G (2008): CMDB ist für die Qualität des IT-Service-Managements bestimmend. http://www.computerpartner.at/sites/dynamic.pl?id=news20080805131652443. Abgerufen am 17.09.2013.

[7] Hecht, M (2002): Prediction of Information System Availability in Mission Critical and Business Critical Applications". *Twelfth Annual International Symposium of the International Council On Systems Engineering (INCOSE)*.

[8] Hecht, M; Handal, J (2002): A Discrete-Event Simulator for Predicting Outage Time and Costs as a Function of Maintenance Resources. *Proceedings of the 2002 Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*, Seattle, Washington.

[9] Hedtstück, U. (2013). Simulation diskreter Prozesse. Springer Berlin Heidelberg.

[10] Herden, S (2013): Model-Driven-Configuration-Management. Ein modellgetriebener Ansatz für das Konfigurationsmanagement von IT-Systemlandschaften, Springer Fachmedien, Wiesbaden.

[11] ISO/IEC 20000-1 (2005): Information technology – Service Management – Part 1: Specification.

[12] Klein, R (2009): Information Modelling and Simulation in Large Dependent Critical Infrastructures – An Overview on the European Integrated Project IRRIIS Critical Information Infrastructure Security Lecture Notes in Computer Science, 2009, Volume 5508. Springer Berlin Heidelberg, p. 131-143.

[13] Köhler, PT (2007): ITIL. Das IT-Servicemanagement Framework. 2. Auflage, Springer, Heidelberg.

[14] Kruse, T (2012): Entwicklung einer Schnittstelle für die Interaktion zwischen einer CMDB und einem Simulator. Dargestellt am Beispiel von i-doit und OMNeT++. Masterarbeit Fachhochschule Dortmund.

[15] Kuhn, A; Reinhardt, A; Wiendahl, HP (1993): Handbuch Simulationsanwendungen in Produktion und Logistik, Vieweg, Braunschweig und Wiesbaden.

[16] Laroque, C (2007): Ein mehrbenutzerfähiges Werkzeug zur Modellierung und richtungsoffenen Simulation von wahlweise objekt- und funktionsorientiert gegliederten Fertigungssystemen, Universität Paderborn, Dissertation.

[17] Liebl, F (1995): Simulation. 2. Aufl., Oldenbourg, München.

[18] Motta, M; Wagenitz, A; Hellingrath, B; Weller, R (2008): Design of Logistic Networks – A Case Study. Advances in Simulation for Production and Logistics Applications; Markus Rabe (ed.) Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.

[19] OGC (2007): Service Design. Norwich: Office of Government Commerce. The Stationery Office.

[20] Pidd, M (1989): Computer modelling for discrete simulation. Wiley, Chichester.

[21] Pidd, M (1992): Computer Simulation in Management Science. 3 Aufl., Wiley, Chichester.

[22] Stationery Office (2011): ITIL Service Operation 2011, The Stationery Office Ltd.

[23] Synetics GmbH (2013): i-doit Überblick. http://www.i-doit.com/features/ueberblick/. Abgerufen am 17.09.2013.

[24] Varga, A (2013): What is OMNeT++? http://www.omnetpp.org/home/what-is-omnet. Abgerufen am 17.09.2013.

Teilkonferenz: Service Engineering & Management

Durch die wachsende Bedeutung von Dienstleistungen wird deren Entwicklung und Management zur Schlüsselkompetenz in vielen Unternehmen. Dies bringt Herausforderungen mit sich, die in der Wissenschaft noch unzureichend untersucht sind. Beispielsweise bietet die Verknüpfung von Dienstleistung und Technologie zu Produkt-Dienstleistungssystemen im Rahmen der sogenannten hybriden Wertschöpfung weiterführende Forschungsperspektiven. Wir freuen uns, im Folgenden drei Beiträge präsentieren zu können, die sich diesem Themenfeld aus unterschiedlichen Richtungen widmen.

MATIJACIC, DÄUBLE, FELLMANN, ÖZCAN, NÜTTGENS UND THOMAS beschreiben die Unterstützung des Technischen Kundendienstes durch innovative Informationssysteme. Hierbei werden im Speziellen die Informationsbedarfe und die genutzten Anwendungssysteme näher betrachtet.

DÖRBECKER, TOKAR, HEDDAEUS UND BÖHMANN untersuchen die Modularisierung von Dienstleistungen anhand eines Fallbeispiels im klinischen Umfeld. Die von ihnen vorgestellte Methode eignet sich dafür Verbesserungspotentiale in Dienstleistungsprozessen zu identifizieren, wobei dieses Vorgehen auf andere Branchen übertragbar erscheint.

KLÖR, BRÄUER, BEVERUNGEN UND MATZNER stellen in ihrem Beitrag eine Literaturanalyse zur Dienstleistung in der Elektromobilität vor. Die gefundene Literatur wird in verschiedene Dimensionen eingeordnet und anschließend ausgewertet. Weniger gut abgedeckte Bereiche verweisen in besonderem Maße auf bisherige Forschungslücken.

Wir danken den Mitgliedern unseres Programmkomitees für ihre Bereitschaft an der Auswahl dieser Beiträge mitzuwirken und den Organisatoren der MKWI 2014 für die Ausrichtung der Tagung.

Dezember 2013

Tilo Böhmann, Ralf Knackstedt, Jan Marco Leimeister, Markus Nüttgens, Oliver Thomas

(Teilkonferenzleitung)

Evaluation der Multiple Domain Matrix Methode zur Modularisierung von Dienstleistungen am Beispiel eines Versorgungsnetzwerks für psychische Erkrankungen

Regine Dörbecker

Universität Hamburg, FB Informatik, 22527 Hamburg,
E-Mail: regine.doerbecker@uni-hamburg.de

Oksana Tokar

Universität Hamburg, FB Informatik, 22527 Hamburg,
E-Mail: oksana.tokar@uni-hamburg.de

Daniela Heddaeus

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Institut für Medizinische Psychologie,
E-Mail: d.heddaeus@uke.de

Tilo Böhmann

Universität Hamburg, FB Informatik, 22527 Hamburg,
E-Mail: tilo.boehmann@uni-hamburg.de

Abstract

Das Konzept der Modularisierung gewinnt in den letzten Jahren im Bereich der Dienstleistungen an Bedeutung. Ein kriterienbasierter Vergleich diverser methodischer Ansätze zur Modularisierung zeigt, dass die Multiple Domain Matrix Methode ein gut entwickelter Ansatz aus der Produktentwicklung ist, der spezifische Probleme der Dienstleistungsmodularisierung lösen kann. Daher wird diese Methode auf das Beispiel eines realen, komplexen Servicesystems angewendet. Hierbei handelt es sich um ein Versorgungsnetzwerk zur Behandlung von Depressionen, das Potentiale für eine stärkere Strukturierung besitzt. Im Beitrag wird die Methode auf das Servicesystem spezifiziert sowie Ziele für die Modularisierung entwickelt. Darauf aufbauend werden mit der MDM drei Szenarien unterschiedlicher Modularität abgeleitet. Die Methodenanwendung sowie die Ergebnisse werden diskutiert und hinsichtlich ihrer Schlussfolgerungen für weitere Forschung ausgewertet.

1 Einleitung

Die Dienstleistungswirtschaft ist zunehmend geprägt von der Herausforderung, kundenindividuelle Lösungen bei gleichzeitiger Standardisierung der angebotenen Leistung zu ermöglichen [5]. Hier erweist sich das Konzept der Modularisierung als besonders geeignet. Dieses ist seit vielen Jahrzehnten ein weitverbreitetes und etabliertes Konzept in verschiedenen Bereichen wie Produkt- und Softwareentwicklung oder Prozess- und Systemgestaltung [1][27][31]. Der damit verbundene Nutzen ist bewiesen und die Risiken werden vielseitig diskutiert. Seit einigen Jahren gewinnt daher die Modularisierung im Bereich der Dienstleistungen an Bedeutung und wird im Kontext verschiedener Typen von Dienstleistungen angewandt [13].

Dabei sind spezifische Methoden für die Modularisierung von Dienstleistungen entwickelt worden. Eine systematische Auswertung der Literatur zeigt aber, dass diese Methoden noch unzureichend zur Lösung bestimmter Anforderungen der Dienstleistungsmodularisierung sind, wie z.B. die gleichzeitige Berücksichtigung verschiedener Element- und Abhängigkeitstypen. Dies ist aber möglich mit einer bestehenden, allgemeinen Methode der Systemmodularisierung, der Design Structure Matrix (DSM) bzw. ihrer erweiterten Form, der Multiple Domain Matrix (MDM). Diese stellt in anderen Bereichen einen bereits voll etablierten Ansatz dar, für den auch eine Reihe von Werkzeugen und Verfahren entwickelt wurden [12][21][23][29][36]. Diese Methode muss jedoch für die Anwendung auf Dienstleistungen spezifiziert werden. Ferner fehlt bislang eine Evaluation dieser Methode für reale Servicesysteme. Der vorliegende Beitrag begegnet dieser Lücke anhand eines real existierenden Versorgungsnetzwerks für die Behandlung von Depressionen [17].

Das Beispiel stellt Gesundheitsdienstleistungen in den Mittelpunkt, die von Berry und Bendapudy [2] sowie Ostrom et al. [24] als zentrales Feld der Dienstleistungsforschung beschrieben werden. Ein Versorgungsnetzwerk wird dabei als komplexes, dynamisches Servicesystem [22] verstanden, welches zahlreichen Herausforderungen gegenübersteht. Insbesondere das Versorgungssystem der psychischen Gesundheit wird als ein System wenig effektiver Ressourcenverteilung mit Unterversorgung beschrieben [33]. Es besteht zudem ein Bedarf an stärkerer Strukturierung und Effizienzsteigerung [26]. Wegen der wachsenden Prävalenz psychischer Erkrankungen steigt der Bedarf einer Versorgungsverbesserung für psychische Gesundheit [30]. Die Grundzüge dieser Verbesserungen sind eine Dezentralisierung der Versorgung, Reduzierung der stationären Aufenthalte und Intensivierung der Präventionsmaßnahmen [35]. Vor allem die sektoren- und fachübergreifende Versorgung verschiedener Kanäle und Akteure bedarf einer verstärkten Integration verschiedener Versorgungssysteme sowie sozialer Institutionen in komplexere Netzwerke [35].

In diesem Artikel wird die Anwendbarkeit der MDM Methode auf Gesundheitsdienstleistungen erprobt und evaluiert. Das Ziel ist damit ein Beitrag zur methodischen Wissensbasis des Service Engineering [8] zu leisten und es wird eine gestaltungsorientierte Forschungsstrategie verfolgt [15][19]. Für die Anwendung der MDM ergeben sich die folgenden Ziele: (1) Identifikation der Elemente des vorliegenden Versorgungsnetzwerks, (2) Festlegung der Beziehungen zwischen diesen Elementen für die anschließende Modulbildung, (3) Evaluation des Modularisierungsprozesses und (4) Identifikation der Verbesserungspotenziale sowie Besonderheiten der resultierenden Module. Der Modularisierungsprozess führt zu Szenarien verschiedener Modularität. Wir vergleichen diese und diskutieren die damit verbundenen Vor- und Nachteile für den Aufbau eines stärker strukturierten Versorgungsnetzwerks mit effizienterer Ressourcennutzung.

2 Modularisierung von Dienstleistungen – Stand der Forschung

2.1 Literaturrecherche

In Anlehnung an vom Brocke et al. [32] wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Hierzu wurden die Datenbanken ABI/INFORM Complete, IEEE Xplore Digital Library, ACM Digital Library sowie Google Scholar genutzt. Nach Webster und Watson [34] wurden zusätzlich die einschlägigen Konferenzen in die Suche einbezogen, hierzu zählen u.a. die AIS Konferenzen. Als Suchbegriffe wurden „Dienstleistung*“ in Titel, „modular*“ sowie „Methode“ oder „Ansatz“ in Titel, Zusammenfassung oder Stichworten gewählt. Das Zeichen „*“ (bzw. das Pendant je nach Datenbank) diente als Platzhalter, um alle verwandten Suchbegriffe abzudecken. Die gleiche Suche wurde auf Englisch mit den Suchbegriffen „Service“, „modular*“ und „Method“ bzw. „Approach“ durchgeführt. Im Anschluss wurden im Rahmen einer Backward-Suche die Literaturverzeichnisse der identifizierten Artikel gesichtet, um weitere, relevante Artikel zu identifizieren [34].

Die im Rahmen der Literaturrecherche identifizierten Artikel wurden mittels bestimmter Kriterien eingeordnet und bewertet. Unser Ziel war es, Ansätze zu identifizieren, welche in der Lage sind, (1) Elemente verschiedener Domänen in Relation zu setzen („Multi-Domänen“), (2) verschiedene Typen von Relationen zwischen Elementen darzustellen („Multi-Interdependenzen“), (3) diese Relationen zu gewichten („Gewichte“) und (4) eine Neuordnung der Elemente in Abhängigkeit ihrer Relationen vorzunehmen, um potenzielle Module zu identifizieren („Modulbildung“). Zusätzlich waren wir daran interessiert, ob ein identifizierter Ansatz (5) an einem realen Anwendungsbeispiel erprobt wurde („validiert“), (6) in welchem Bereich der Dienstleistungen dies geschah („Fokus“) und (7) welchen Beitrag der jeweilige Artikel insgesamt generierte („Beitrag“). Für die Kriterien (1) bis (5) gilt: Erfüllt eine identifizierte Methode das Kriterium, so wurde dies mit einem „+“ vermerkt, andernfalls mit einem „o“. Die Kriterien (6) und (7) wurden in Form von Freitext notiert.

2.2 Ergebnisse der Recherche

Insgesamt wurden Ansätze in neun Artikeln identifiziert und anhand der in Kapitel 2.1 definierten Kriterien bewertet (vgl. Tabelle 1). Es stellte sich heraus, dass diese Ansätze in drei Gruppen eingeordnet werden können: (1) Ansätze, welche die DSM Methode nutzen: [10][11], (2) Ansätze, die eine Darstellung in Matrixform wählen und denen aus (1) ähnlich sind: [3][4][25] sowie (3) Ansätze, die eine andere Herangehensweise verfolgen: [5][6][9][18]. Hierzu zählen beispielsweise die Definition eines Konfigurationsgraphen [5] oder der Entwurf eines 5-Phasen-Vorgehensmodells [18].

Autoren	Multi-Domänen (1)	Multi-Interdependenzen (2)	Gewichte (3)	Modulbildung (4)	validiert (5)	Fokus (6)	Beitrag (7)
Böhmann, Krcmar [3]	+	+	+	+	o	IT	Entwurf einer Methode (Modularisierungsmatrix)
Böhmann et al. [4]	+	+	+	+	+	IT	Entwurf einer Methode (Modularisierungsmatrix)
Böttcher et al. [5]	o	o	o	+	o	allgemein	Entwurf eines Metamodells
Böttcher, Klingner [6]	o	o	o	+	o	allgemein	Definition "Komponente" im Kontext von Dienstleistungen
Burr [9]	o	o	o	+	o	IT, Facility	Gestaltungsempfehlungen für technische Dienstleistungen
Corsten et al. [10]	o	+	+	+	o	allgemein	Anwendung der DSM Methode
Corsten et al. [11]	o	+	+	+	o	Logistik	Anwendung der DSM Methode
Hermsen [18]	+	o	o	+	+	Investitionsgüter	Entwurf eines 5-Phasen-Vorgehensmodells
Peters, Leimeister [25]	o	+	o	+	o	Telemedizin	Entwurf einer 5-Phasen-Methode

Tabelle 1: Ergebnisse der Literaturrecherche und Bewertung (eigene Darstellung)

Eine Bewertung der identifizierten Ansätze anhand der Kriterien ergibt, dass sowohl die Ansätze in [3] und [4] als auch in [10] und [11] potenzielle Kandidaten für eine strukturierte Methode zur Modularisierung von Dienstleistungen darstellen. Bei der in [10] und [11] angewandten Methode handelt es sich um eine voll etablierte Methode u.a. im Bereich der Produktentwicklung [12][21][23][29][36]. Diese Methode ist in dieser Form nur auf eine Domäne anwendbar. Es existieren aber erweiterte Formen dieser Methode, welche eine Anwendung der DSM Methode auf mehrere Domänen ermöglichen. Eine dieser Methoden ist die MDM Methode [21][23]. Die Ansätze in [3] und [4] können als eine Art Vorstufe zur DSM Methode verstanden werden.

Wir entscheiden uns aus den o.g. Gründen für die MDM Methode und evaluieren diese als eine Methode zur Modularisierung von Dienstleistungen am Beispiel eines real existierenden Versorgungsnetzwerks zur Behandlung von Depressionen. Die Ergebnisse der Literaturrecherche zeigen, dass dies der erste Ansatz zur Evaluation der MDM Methode mit validierten Echtdaten ist.

2.3 DSM, DMM und MDM Methoden

Eine DSM dient der Beschreibung der Elemente einer Domäne sowie deren Abhängigkeiten zueinander. Eine DSM ist eine quadratische Matrix mit $n \times n$ Elementen. Die Beziehungen der Elemente werden in Binärmatrizen durch die Werte 0 und 1 oder in gewichteten Matrizen durch numerische Werte dargestellt. Die numerischen Werte geben die Stärke der Beziehungen an. Da ein Selbstbezug der Elemente zueinander i.d.R. ausgeschlossen wird, wird die Hauptdiagonale der Matrix von links oben nach rechts unten ausgegraut. Für die Lesbarkeit muss eine Leserichtung festgelegt werden, dies ist i.d.R. Zeile → Spalte [12][21][36]. Die grundlegende Vorgehensweise zum Aufbau einer DSM besteht aus zwei Schritten: (1) Zerlegen des vorliegenden Systems in dessen Elemente und (2) Identifikation der Beziehungen zwischen diesen Elementen [14]. Eine erweiterte Methode, welche die Elemente von zwei verschiedenen Domänen miteinander in Beziehung setzt, ist die Domain Mapping Matrix (DMM) Methode. Eine DMM ist eine rechteckige Matrix mit $m \times n$ Elementen. Die Darstellung der Beziehungen sowie die Leserichtung entsprechen denen bei der DSM [12][21]. Für eine integrierte Darstellung von Elementen verschiedener Domänen gibt es die MDM Methode, welche sich aus einer beliebigen Anzahl von DSM und DMM zusammensetzt [21][23].

Für die Auswertung dieser Matrizen bzw. die Modulbildung innerhalb dieser Matrizen benötigt man adäquate algorithmische Verfahren, die sog. Clusterverfahren. Mithilfe dieser Verfahren werden Blöcke innerhalb einer Matrix durch Gruppen voneinander abhängiger Elemente so gebildet, dass (1) die Anzahl an Beziehungen außerhalb der Blöcke und (2) die Größe dieser Blöcke minimiert werden [14]. Diese Auswertung ist bei hinreichend kleinen Matrizen manuell möglich [14].

3 Versorgungsnetzwerk

Das Versorgungsnetzwerk innerhalb des Hamburger Netzes für psychische Gesundheit (psychenet) besteht aus sieben Kliniken, 36 Hausärzten, neun Psychiatern und 40 Psychotherapeuten. Es verfolgt primär zwei Ziele: Die Implementierung eines Stepped-Care-Modells (SCM) und die Umsetzung einer nationalen Versorgungsleitlinie [17]. SCM ist ein medizinisches Modell, in dem sich in Abhängigkeit von Behandlungserfolgen einfache bis komplexe Behandlungsstufen entwickeln und welches dadurch einen effektiven Einsatz von Ressourcen erlaubt [7]. Die Versorgungsleitlinie gibt dabei Schlüsselempfehlungen zur Erkennung, Diagnostik und Behandlung von Depressionen vor [16]. Zusätzlich sorgt das Netzwerk für eine verbesserte Vernetzung der Akteure, die für die Diagnostik und Behandlung zuständig sind [17].

Wie jedes Servicesystem besteht auch das vorliegende Versorgungsnetzwerk aus zahlreichen tangiblen sowie intangiblen Ressourcen und Prozessen, die in einem dynamischen Prozess von value co-creation gebündelt sind [28]. Dabei geht es um die gemeinsame Nutzung diverser Ressourcen, Integration der Behandlungsprozesse sowie Verweisen der Patienten innerhalb des Netzwerks.

Insgesamt beinhaltet das Netzwerk 35 Elemente: 23 Ressourcen und 12 Prozesse. Um den Modularisierungsprozess auf die Elemente des Netzwerks anwenden zu können, werden für diese Elemente vier Interdependenzen definiert. In der Literatur wurden bereits unterschiedliche Arten von Interdependenzen für die Bildung von Modulen diskutiert [10][20][25]. Da es in unserem Fallbeispiel für die Evaluation des Modularisierungsprozesses wichtig ist, zu wissen, welche Elemente die Existenz eines anderen Elements erfordern, definieren wir eine sog. „operative Interdependenz“ als eine gegenseitige Abhängigkeit von fortlaufend eingesetzten Elementen, die für den operativen Betrieb des Netzwerks notwendig sind. Gleichzeitig ist es ein Ziel der Analyse, innerhalb des Gesamtkonzepts des Versorgungsnetzwerks Module zu identifizieren, die als geschlossene Bausteine an andere Standorte übertragen werden können. Um die Integration und Übertragbarkeit der Elemente zu bewerten, erweitern wir die Analyse um Interdependenzen aus Sicht dreier Bezugsgruppen der Elemente: Der Entwickler des Elements, sowie dessen Nutzer und Zielgruppe. Die Interdependenz „Entwickler“ besagt, ob zwei Elemente von gleichen Akteuren entwickelt wurden und ggfs. weiterentwickelt werden. Die Interdependenz „Zielgruppe“ besagt, ob zwei Elemente die gleiche Zielgruppe adressieren. Dies ist i.d.R. der Patient. Da der Weg vom Entwickler zur Zielgruppe in einem Versorgungsnetzwerk nicht direkt ist, sondern vom Projektteam (dies sind oft die Entwickler der Elemente) über die Behandler zur Zielgruppe führt, fügen wir eine Zwischeninterdependenz ein, den „Nutzer“. Diese Interdependenz besagt, ob die Elemente von gleichen Nutzern angewendet werden. Diese drei Interdependenzen können objektiv erfasst werden, da die Entwickler, Nutzer und Zielgruppen eindeutig definiert sind. Alle vier Interdependenzen können in drei Stärken auftreten (vgl. Tabelle 2).

Interdependenz	Stärke	Definition
Operative Interdependenz	2	Ein Element erfordert zwingend die Existenz eines anderen.
	1	Die Existenz eines anderen Elements ist förderlich, aber nicht notwendig.
	0	Ein Element benötigt ein anderes Element nicht.
Entwickler, Nutzer, Zielgruppe	2	Zwei Elemente haben den gleichen Entwickler / ...
	1	Zwei Elemente haben teilweise den gleichen Entwickler / ...
	0	Zwei Elemente haben nicht den gleichen Entwickler / ...

Tabelle 2: Stärken der Interdependenzen (eigene Darstellung)

Die Daten für die Erhebung der Elemente des Versorgungsnetzwerks wurden im ersten Halbjahr 2013 anhand leitfadengestützter Interviews gesammelt. Es handelt sich um Befragungen der Mitarbeiter sowie Leiter des Netzwerks. Die Liste der Elemente, deren Beschreibungen und Interdependenzen wurden in einem Workshop sowie über schriftliche Kommunikation verfeinert und validiert.

4 Evaluation der MDM Methode

Da wir im vorliegenden Versorgungsnetzwerk zwei Domänen (Ressourcen und Prozesse) untersuchen, konstruieren wir eine MDM bestehend aus einer DSM für Ressourcen, einer DSM für Prozesse sowie einer DMM, welche Ressourcen und Prozesse einander gegenüberstellt (vgl. Bild 1).

Die Ziele der Modularisierung mit der MDM Methode sind: (a) Interdependenzen zwischen den Ressourcen und Prozessen des Versorgungsnetzwerks zu erheben und zu dokumentieren, (b) stark interdependente Ressourcen und Prozesse zu Modulen zusammenzufassen und damit (c) eine effizientere Nutzung der Ressourcen und Prozesse zu ermöglichen, indem zusammenhängende Elemente als Module praxisrelevant für unterschiedliche Akteure bereitgestellt werden.

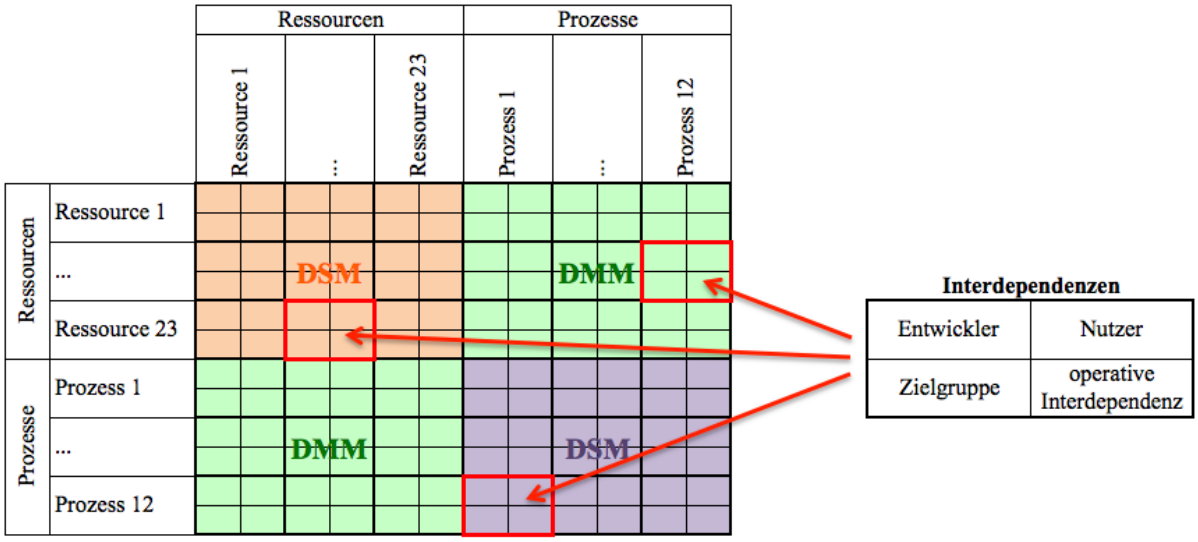


Bild 1: Aufbau der MDM für das vorliegende Versorgungsnetzwerk (eigene Darstellung)

Um die MDM Methode auf das vorliegende Netzwerk zielorientiert anwenden zu können, muss diese entsprechend den Eigenschaften des vorliegenden Servicesystems spezifiziert werden. Hierzu legen wir basierend auf den in Kapitel 3 identifizierten Elementen sowie deren Interdependenzen untereinander in Anlehnung an [14] sechs Methodenmerkmale vorab fest (vgl. Tabelle 3).

Merkmal	Definition
Grenzen des Systems	Prozesse, Ressourcen und Interdependenzen, welche im Erhebungsprozess identifiziert wurden
Interdependenzen	Operative Interdependenz, Entwickler, Nutzer, Zielgruppe
Beziehungsstärken	stark (2), schwach (1), nicht vorhanden (0)
Symmetrie	Zur Vereinfachung wird ein symmetrischer Zusammenhang der Elemente angenommen.
Granularität	Die Elemente werden auf einem einheitlichen Detaillierungsniveau definiert.
Beziehungen	Analyse vorliegender Dokumente und anschließende Validierung in Interviews mit Projektpartnern

Tabelle 3: Methodenmerkmale im Fallbeispiel (eigene Darstellung)

Im Anschluss daran werden die in Kapitel 3 definierten Interdependenzen sowie deren Stärken für die Anwendung der MDM Methode operationalisiert. Dies kann nach [10] mit einer 2×2-Matrix erfolgen, welche alle vier Interdependenzen je Beziehung zwischen zwei Elementen enthält (vgl. Bild 1).

Da es das Ziel der Modularisierung ist, stark interdependente Ressourcen und Elemente zu Modulen zusammenzufassen und damit eine effizientere Nutzung der Ressourcen und Prozesse für verschiedene Akteure zu ermöglichen, stellt sich die Frage nach der adäquaten Wahl der Vorgaben für die MDM Methode. Diese Wahl ist nicht trivial, denn es kann darüber entscheiden, ob bspw. Elemente innerhalb bzw. außerhalb von Modulen liegen oder ob Module überlappen, d.h. ob Elemente existieren, die ein Bindeglied zwischen zwei Modulen darstellen. Daher entscheiden wir uns in Anlehnung an [14] dazu, drei Szenarien verschiedener Modularität (fein, mittel und grob) abzuleiten und diese bzgl. ihrer Verbesserungspotentiale im vorliegenden Versorgungsnetz zu diskutieren. Diese Szenarien gestalten wir mit Hilfe der Vorgaben in Tabelle 4. Es gibt darüber hinaus weitere Möglichkeiten, andere Werte für diese Vorgaben zu wählen, die unter Umständen andere Szenarien ermöglichen.

Zur Erreichung der Ziele der Modularisierung werden in der MDM solange äquivalente Zeilen- und Spaltenvertauschungen vorgenommen bis die Matrix Blockdiagonalform hat [29]. Hierbei wird in Anlehnung an [14] angenommen, dass die MDM eine einzelne, große DSM ist. Es gilt dann, (1) die Anzahl der Beziehungen außerhalb der Module und (2) die Größe der Module zu minimieren [14].

		Vorgaben				
		Überlappung Module	Interdependenz	Interdependenz Stärke	Mehrere Lösungen	Anzahl Module (maximal)
Szenarien	1 - fein	ja	operative Interdependenz, Entwickler, Zielgruppe, Nutzer	2	Es wird eine von mehreren Lösungen bestimmt (nicht eineindeutig).	15
	2 - mittel	ja				10
	3 - grob	nein				5

Tabelle 4: Vorgaben für die Modulbildung (eigene Darstellung)

5 Ergebnisse

Die MDM in Bild 2 enthält alle Elemente des Versorgungsnetzwerks, gruppiert nach Ressourcen (R1 bis R23) und Prozessen (P1 bis P12). Da wir den Selbstbezug von Elementen ausschließen, bleibt die Diagonale der MDM leer.

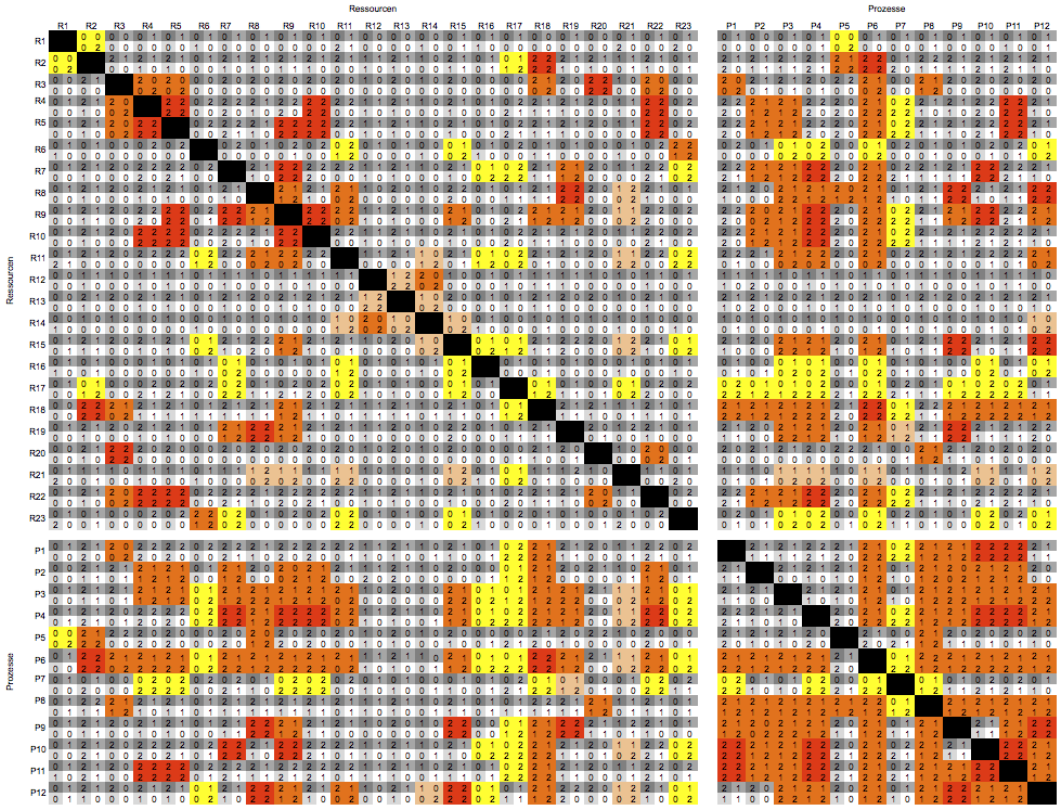


Bild 2: Ausgangsmatrix: MDM vor der Modulbildung (eigene Darstellung)

Für eine übersichtlichere grafische Darstellung sowie eine einfachere Identifizierung der Elemente und deren Beziehungen werden bestimmte Beziehungen in der MDM farbig hervorgehoben. In Anlehnung an Kapitel 3 gilt: Elemente, die eine starke operative Interdependenz und (1) stets den gleichen Entwickler, den gleichen Nutzer und die gleiche Zielgruppe haben, werden rot markiert, (2) stets den gleichen Entwickler, aber teilweise verschiedene Nutzer oder Zielgruppen haben, werden dunkel-orange markiert, (3) teilweise den gleichen Entwickler und beliebige Beziehungsstärken bzgl. der Nutzer und der Zielgruppe haben, werden hell-orange markiert, (4) nie den gleichen Entwickler und beliebige Beziehungsstärken bzgl. der Nutzer und der Zielgruppe haben, werden gelb markiert.

Schon vor der Modulbildung wird deutlich, dass relativ viele starke Interdependenzen zwischen den Elementen des Netzwerks bestehen (vgl. Bild 2). Ein Viertel der Ressourcen weisen starke operative Interdependenzen untereinander auf, ein Viertel weist schwache operative Interdependenzen auf und etwa die Hälfte der Ressourcen ist unabhängig von der Existenz anderer Ressourcen. Mehr als die Hälfte der Prozesse erfordert zwingend die Existenz anderer Prozesse. Ressourcen sind von Prozessen in weniger als der Hälfte aller Fälle stark operativ abhängig.

Entsprechend den in Kapitel 4 definierten Vorgaben werden mittels der MDM Methode drei Szenarien unterschiedlicher Modularität abgeleitet. Aufgrund der Annahme, dass die MDM eine große DSM ist und damit die Zeilen- und Spaltenvertauschungen über alle Elemente hinweg vorgenommen werden, kommt es zu einer Vermischung der Ressourcen und Prozesse (vgl. Bild 3, Bild 4 und Bild 5).

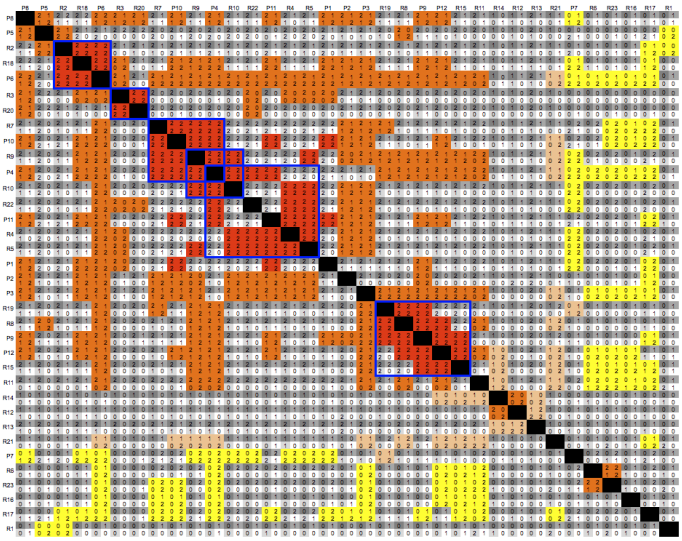


Bild 3: Modularisierungsszenarien: MDM nach der Modulbildung (fein) (eigene Darstellung)

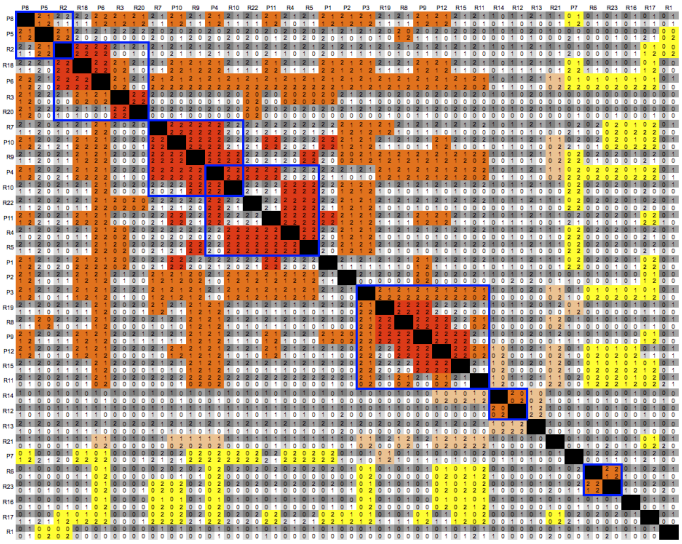


Bild 4: Modularisierungsszenarien: MDM nach der Modulbildung (mittel) (eigene Darstellung)

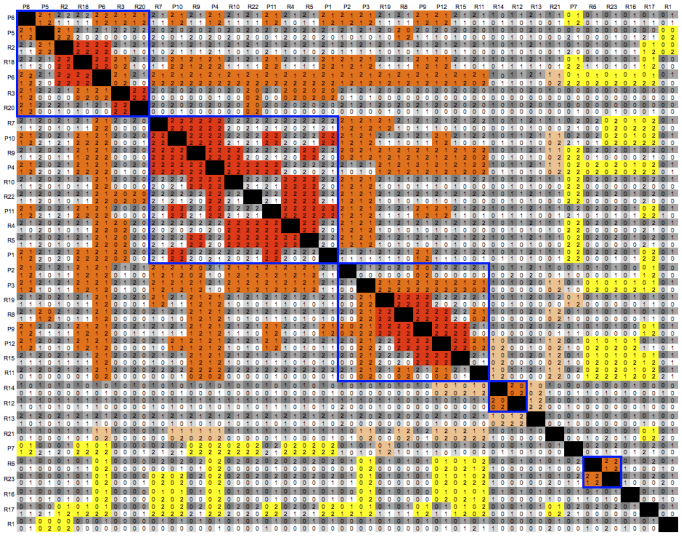


Bild 5: Modularisierungsszenarien: MDM nach der Modulbildung (grob) (eigene Darstellung)

Im Falle der feinen Modularität ergeben sich 11 Module mit diversen Überlappungen (vgl. Bild 3), im Falle der mittleren Modularität sieben Module mit zwei Überlappungen (vgl. Bild 4) und im Falle der groben Modularität fünf Module ohne Überlappungen (vgl. Bild 5).

Im vorliegenden Beispiel werden die Vorgaben vollständig erfüllt (vgl. Tabelle 5). In allen Modularisierungsszenarien werden allerdings Elemente in Module aufgenommen, die nicht für alle anderen Elemente im gleichen Modul an jeder Position starke operative Interdependenz aufweisen oder den gleichen Entwickler haben.

		Vorgaben				
		Überlappung Module	Interdependenz	Interdependenz Stärke	Mehrere Lösungen	Anzahl Module (maximal)
Szenarien	1 - fein	✔	✔	✔	✔	✔
	2 - mittel	✔				✔
	3 - grob	✔				✔

Tabelle 5: Überprüfung der Vorgaben für die Modulbildung (eigene Darstellung)

6 Diskussion

In diesem Kapitel diskutieren wir drei Aspekte: (1) Die Anwendbarkeit der MDM Methode auf das vorliegende Versorgungsnetzwerk, (2) die dadurch entstehenden Verbesserungspotenziale für dieses Netzwerk und (3) die Übertragbarkeit der resultierenden Module auf neue Versorgungsnetzwerke.

Die MDM Methode lässt sich auf das vorliegende Versorgungsnetzwerk anwenden, indem diese für das vorliegende Servicesystem individuell spezifiziert wird. Dies ist notwendig, da es sich um eine allgemeine Methode der Systemmodularisierung handelt. Es werden insbesondere spezifische Vorgaben festgelegt, die das resultierende Modularisierungsszenario beeinflussen. Die zahlreichen Parameter bieten eine Möglichkeit, verschiedenste Modularisierungsszenarien abzuleiten, zu vergleichen und im Idealfall eines auszuwählen. Das resultierende Szenario kann aufzeigen, dass

weitere Informationsbedarfe bzgl. der Elemente bestehen oder die Interdependenzen nicht ausreichend adäquat definiert wurden und damit die Modulbildung nicht sinnvoll erscheint.

Die inhaltliche Analyse der resultierenden Module im vorliegenden Netzwerk ergibt zahlreiche Verbesserungspotentiale, wie beispielsweise eine effizientere Ressourcennutzung, eine verbesserte Prozessintegration, einen verbesserten Informationsfluss sowie kürzere Kooperationswege. Eine Analyse der erzeugten Module zeigt darüber hinaus, dass diese Elemente enthalten, die nicht für alle anderen Elemente im gleichen Modul an jeder Position starke operative Interdependenz aufweisen oder den gleichen Entwickler haben. Eine inhaltliche Betrachtung dieser Elemente zeigt, dass diese dabei unterstützen kann, das generelle Zusammenspiel der Elemente innerhalb eines Moduls und dessen Integration in das vorliegende Versorgungsnetzwerk zu untersuchen. Insgesamt führt dies zu einer stärkeren Transparenz der vorliegenden Netzwerkstruktur.

Eine Anwendbarkeit auf ähnliche Versorgungsnetzwerke oder andere Servicesysteme ist basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen generell möglich, da eine individuelle Anpassung mit Hilfe spezifischer Vorgaben erfolgen kann. Eine Validierung der Übertragbarkeit kann und muss durch die Erprobung an weiteren Anwendungsbeispielen erfolgen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wird die MDM Methode als ein methodischer Ansatz zur Modularisierung von Dienstleistungen auf das Beispiel eines realen, komplexen Versorgungsnetzwerks zur Behandlung von Depressionen angewendet. Dazu werden die Elemente des vorliegenden Netzwerks identifiziert und deren Beziehungen zueinander festgelegt. Dann werden verschiedene Vorgaben für den Modularisierungsprozess festgelegt, drei Szenarien unterschiedlicher Modularität hergeleitet und anschließend verglichen. Es stellt sich heraus, dass relativ viele starke Interdependenzen zwischen den Elementen des Netzwerks bestehen, so dass bei der Modulbildung entweder relativ große Module entstehen oder kleinere Module, die jedoch zahlreiche Überlappungen aufweisen. Nichtsdestotrotz ermöglichen diese Module in allen drei Szenarien eine thematische Untergliederung des vorliegenden Versorgungsnetzwerks und können daher Potentiale für eine stärkere Strukturierung und Effizienzsteigerung bieten. Dies bedeutet, dass in einem nächsten Schritt die interne Struktur der einzelnen Elemente des Netzwerks analysiert werden muss. Dies kann Indizien für eine Zerlegung der Elemente in feinere Teilelemente liefern. Es können sich dann weitere Möglichkeiten für die Bildung anders gefasster Module ergeben.

In einem nächsten Schritt werden die in diesem Artikel erarbeiteten Ergebnisse der Zusammenfassung von Elementen zu Modulen bzgl. ihrer inhaltlichen Potentiale für eine stärkere Strukturierung und Effizienzsteigerung im Versorgungsnetzwerk vorgestellt, diskutiert und evaluiert.

Des Weiteren ist eine Evaluation der MDM Methode für komplexere Systeme geplant. Da das vorliegende Versorgungsnetzwerk aus einem größeren System zahlreicher Versorgungsnetzwerke stammt, welches sich mit diversen psychischen Erkrankungen beschäftigt, bestehen hier Möglichkeiten, mehrere integrierte und kooperierende Netzwerke in einem Forschungsobjekt zu betrachten.

DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung des Forschungsprojektes "psychenet – Hamburger Netz psychische Gesundheit", und insbesondere bei den Mitarbeitern des Teilprojekts Depressionen.

„psychenet – Hamburger Netz psychische Gesundheit" ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF-Förderkennzeichen: 01KQ1002C) von 2011 bis 2014 gefördertes Projekt, mit dem die Stadt Hamburg 2010 den Titel „Gesundheitsregion der Zukunft" erhalten hat. Ziel des Projektes ist es, heute und in Zukunft psychische Gesundheit zu fördern, psychische Erkrankungen früh zu erkennen und nachhaltig zu behandeln. Die Koordination des Verbundes übernimmt die Gesundheitswirtschaft Hamburg GmbH gemeinsam mit dem Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. Weitere Informationen sowie eine Liste aller Projektpartner unter www.psychenet.de.

8 Literatur

[1] Baldwin, CY; Clark, KB (1997): Managing in an Age of Modularity. In: Garud, R; Kumaraswamy, A; Langlois, RN (Hrsg), *Managing in an Age of Modularity: Architectures, Networks and Organizations.* Blackwell Publishing, Berlin.

[2] Berry, L; Bendapudi, N (2007): Health Care. A Fertile Field for Service Research. Journal of Service Research 10(2): 111-122.

[3] Böhmann, T; Krcmar, H (2005): Modularisierung: Grundlagen Anwendung bei IT-Dienstleistungen. In: Herrmann, T; Kleinbeck, U; Krcmar, H (Hrsg), *Konzepte für das Service Engineering*. Physica-Verlag, Heidelberg.

[4] Böhmann, T; Langer, P; Krcmar, H (2008): Systematische Überführung von kundenspezifischen IT-Lösungen in integrierte Produkt-Dienstleistungsbausteine mit der SCORE-Methode. Wirtschaftsinformatik 50(3): 196-207.

[5] Böttcher, M; Becker, M; Klingner, S (2011): Dienstleistungsmodularisierung zur kundenindividuellen Konfiguration. In: Heiß, HUH; Pepper, P; Schlinghoff, H; Schneider, J (Hrsg), Tagungsband der Informatik 2011: *Informatik schafft Communities*. Berlin.

[6] Böttcher, M; Klingner, S (2010): Der Komponentenbegriff der Dienstleistungsdomäne. In: Fähnrich, KP; Franczyk, B (Hrsg), Tagungsband der Informatik 2010: *Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik*. Leipzig.

[7] Bower, P; Gilbody, S (2005): Stepped Care in Psychological Therapies: Access, Effectiveness and Efficiency. British Journal of Psychiatry 186: 11-17.

[8] Bullinger, H-J; Scheer, A-W (2006): Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. Springer, Berlin Heidelberg.

[9] Burr, W (2002): Service-Engineering bei technischen Dienstleistungen: Eine ökonomische Analyse zur Modularisierung, Leistungstiefengestaltung und Systembündelung. Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden.

[10] Corsten, H; Dresch, K-M; Gössinger, R (2009): Prozess-Beziehungsmatrizen als Grundlage für die Modularisierung von Dienstleistungen. In: Gelbrich, K; Souren, R (Hrsg), *Kundenintegration und Kundenbindung*. GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.

[11] Corsten, H; Gössinger, R (2007): Modularisierung von Dienstleistungen: Untersucht am Beispiel von Logistikdienstleistungen. In: Gouthier, MHJ; Coenen, C; Schulze, HS; Wegmann, C (Hrsg), *Serviceexcellence als Impulsgeber*. GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.

[12] Danilovic, M; Browning, TR (2007): Managing Complex Product Development Projects with Design Structure Matrix and Domain Mapping Matrices. International Journal of Project Management 25(3): 300-314.

[13] Dörbecker, R; Böhmann, T (2013): The Concept and Effects of Service Modularity – A Literature Review. In: Sprague, RH Jr (Hrsg), *Proceedings 46th Hawaii International Conference on System Sciences*. Wailea.

[14] Eppinger, SD; Browning, TR (2011): Design Structure Matrix Methods and Applications. The MIT Press, Cambridge.

[15] Gregor, S; Hevner, AR (2013): Positioning and Presenting Design Science Research For Maximum Impact. MIS Quarterly 37(2): 337-355.

[16] Härter, M; Berger, M; Schneider, F; Ollenschläger, G (2010): S3 Praxisleitlinien in Psychiatrie und Psychotherapie. Springer, Berlin Heidelberg.

[17] Härter, M; Kentgens, M; Brandes, A; Bock, T; Dirmaier, J; Erzberger, M; Fürstenberg, W; Hillebrandt, B; Karow, A; von dem Knesebeck, O; König, H; Löwe, B; Meyer, H; Römer, G; Rouhiaien, T; Scherer, M; Thomasius, R; Watzke, B; Wegscheider, K; Lambert, M (2012): Rationale and Content of psychenet: the Hamburg Network for Mental Health. European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience 262(2): 57-63.

[18] Hermsen, M (2000): Ein Modell zur kundenindividuellen Konfiguration produktnaher Dienstleistungen: Ein Ansatz auf Basis modularer Dienstleistungsobjekte. Shaker Verlag GmbH, Aachen.

[19] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1): 75–105.

[20] Kruchten, P (1995): The 4+1 View Model of Architecture. IEEE Software 12(6): 42-50.

[21] Krüger, P; Arndt, H-K (2013): Adaption der Design Structure Matrix Methode für die Komponentenauswahl von IT-Infrastrukturen. In: Marx Gomez, J; Lang, C; Wohlgemuth, V (Hrsg), *Konferenzband zu den 5. BUIS-Tagen: IT-gestütztes Ressourcen- und Energiemanagement*. Oldenburg.

[22] Maglio, P; Cefkin, M; Haas, P; Selinger, P (2010): Social Factors in Creating an Integrated Capability for Health System Modeling and Simulation. Advances in Social Computing, Lecture Notes in Computer Science Volume 6007: 44-71.

[23] Maurer, M; Lindemann, U (2008): The Application of the Multiple Domain Matrix: Considering Multiple Domains and Dependency Types in Complex Product Design. In: IEEE (Hrsg), *Proceedings International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. Singapore.

[24] Ostrom, A; Bitner, M; Brown, S; Burkhard, K; Goul, M; Smith-Daniels, V; Demirkan, H; Rabinovich, E (2010): Moving Forward and Making a Difference: Research Priorities for the Science in Services. Journal of Service Research 13(4): 4-36.

[25] Peters, C; Leimeister, JM (2013): TM^3 – A Modularization Method for telemedical Services: Design and Evaluation. In: ECIS 2013 (Hrsg), *Proceedings 21st European Conference on Information Systems*. Utrecht.

[26] Ruprecht, T (2011): Ambulant statt stationär: „Managed Care“ in der Psychiatrie. In: Amelung, V; Eble, S; Hildebrandt, H (Hrsg), *Innovatives Versorgungsmanagement, Neue Versorgungsformen auf dem Prüfstand*. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.

[27] Schilling, MA (2000): Toward a general modular Systems Theory and its Application to inter firm Product Modularity. Academy of Management Review 25(2): 312-334.

[28] Spohrer, J; Vargo, S; Caswell, N; Maglio, P (2008): The Service System Is The Basic Abstraction Of Service Science. In: Sprague, RH Jr (Hrsg), *Proceedings 41st Hawaii International Conference on System Sciences*, Waikoloa.

[29] Steward, DV (1981): The Design Structure System: A Method for Managing the Design of complex Systems. Engineering Management, IEEE Transactions on (3): 71-74.

[30] Tokar, O; Böhmann, T (2013): Service Systems Integration in Mental Health Care. In: QUIS 2013 (Hrsg), *Proceedings QUIS13 International Research Symposium on Service Excellence in Management.* Karlstad.

[31] Ulrich, KT; Tung, K (1991): Fundamentals of Product Modularity. In: *Proceedings of the 1991 ASME Winter Annual Meeting Symposium on Issues in Design / Manufacturing Integration.* Atlanta.

[32] Vom Brocke, J; Simons, A; Niehaves, B; Riemer, K; Plattfaut, R; Cleven, A (2009): Reconstructing the giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: ECIS 2009 (Hrsg), *Proceedings 17th European Conference on Information Systems*. Verona.

[33] Weatherly, JN; Lägel, R (2009): Neue Versorgungsansätze in der Psychiatrie, Neurologie und Psychosomatik. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin.

[34] Webster, J; Watson, RT (2002): Guest Tutorial: Analyzing the Past to prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS quarterly 26(2): 13-23.

[35] Wisdom, J; Ford, J; Hayes, R, Edmundson, E; Hoffman, K; McCarty, D (2006): Addiction Treatment Agencies' Use of Data: A Qualitative Assessment. The Journal of Behavioral Health Services & Research 33(4): 394-407.

[36] Yassine, AA (2004): An Introduction to Modeling and Analyzing Complex Product Development Processes Using the Design Structure Matrix (DSM) Method. Urbana 51(9): 1-17.

Informationsbedarfe und -bereitstellung in technischen Serviceprozessen: Eine Bestandsaufnahme unterstützender IT-Systeme am Point of Service

Michel Matijacic

Universität Hamburg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 22765 Hamburg,
E-Mail: michel.matijacic@gmail.com

Gerald Däuble

Universität Hamburg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 22765 Hamburg,
E-Mail: gerald.daeuble@wiso.uni-hamburg.de

Michael Fellmann

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik,
49074 Osnabrück, E-Mail: michael.fellmann@uni-osnabrueck.de

Deniz Özcan

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik,
49074 Osnabrück, E-Mail: deniz.oezcan@uni-osnabrueck.de

Markus Nüttgens

Universität Hamburg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 22765 Hamburg,
E-Mail: markus.nuettgens@wiso.uni-hamburg.de

Oliver Thomas

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik,
49074 Osnabrück, E-Mail: oliver.thomas@uni-osnabrueck.de

Abstract

In der heutigen Zeit stellen mobile Informationssysteme einen entscheidenden Erfolgsfaktor für viele Unternehmen dar. Insbesondere im Technischen Kundendienst (TKD) ist eine geeignete mobile Unterstützung durch Informationssysteme notwendig. Der Servicetechniker muss während der Serviceerbringung zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort und in angemessener Weise unterstützt werden. Ziel dieses Beitrags ist es, einen Überblick über den Informationsbedarf im Verlauf der Bearbeitung eines Serviceprozesses zu geben (konkret: eines Instandhaltungsprozesses) sowie die dazugehörigen Systeme aufzuzeigen, die die Informationen bereitstellen, in Verbindung mit den Anforderungen, die die Informationsbereitstellung mit sich bringt.

1 Einleitung

Der wachsende Einsatz von Informationssystemen und die zunehmende Mobilität rufen einen Wandel der traditionellen Nutzung von Informationstechnologien hervor. Informationen sind nicht länger an eine bestimmte Örtlichkeit und den Arbeitsplatz gebunden, stattdessen können sie global durch den Einsatz moderner Technologien, insbesondere neuartiger Endgeräte, mobil abgerufen werden [5]. Diesem Trend folgend, spielen mobil bereitgestellte Informationen auch im Technischen Kundendienst (TKD) eine wichtige Rolle, da durch den Einzug mobiler Endgeräte die Autonomie und Flexibilität des TKD gestärkt wird, was sich wiederrum auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirkt [6]. Der TKD steht traditionell an der Schnittstelle zwischen Herstellung und Nutzung, in deren Aufgabenbereich die während des Produktlebenszyklus anfallenden Instandhaltungsarbeiten angehören [20], welche als Werkstatteinsatz am Ort des Kundendienstleisters oder vor Ort beim Kunden durchgeführt werden [21]. Während mobile Endgeräte zwar den Zugang zu Informationen beim Kunden vor Ort erleichtern, erhöhen sie gleichzeitig jedoch die Abhängigkeit von der IT-Unterstützung, um die Aufgabenvielfalt adäquat bewältigen zu können. Da Dienstleistungen des TKD im engen Zusammenhang mit Produkten stehen [18], sind nicht nur Informationen im Hinblick auf die Serviceleistung von Relevanz (beispielsweise eine Anleitung, wie eine Tätigkeit durchzuführen ist), sondern es werden auch Informationen über Produkte benötigt. Dabei kann es sich etwa um Bedienungsanleitungen, Teilelisten und weitere Dokumente des jeweiligen Produktes handeln [3]. Beide Informationen, sowohl zum Service als auch zum Produkt sind für die Wertschöpfung im TKD von großer Bedeutung [4][5]. Diese Informationen wiederum müssen durch weiteres Wissen, wie dem Zustand eines betrachteten Systems sowie Kunden- und Auftragsdaten [6] ergänzt werden, um die TKD Tätigkeit vor Ort effizient und effektiv erfüllen zu können [7][8]. In nahezu jeder Phase der Instandhaltung/Wartung/Reparatur werden dokumentierte Informationen konsumiert oder produziert [2]. Nachdem der Servicetechniker seine Arbeit fertiggestellt hat, sind seine Dokumentationen Basis für eine anschließende Berichterstattung und Leistungsbewertung der Dienstleistungserbringung [9][10]. Zusammengefasst können Informationen als elementarer Bestandteil einer Serviceleistung angesehen werden. Aus diesem Grund ist der Einsatz von Informationssystemen und die Bereitstellung der erforderlichen Informationen für den TKD ein kritischer Erfolgsfaktor, um eine qualitativ hochwertige Leistungserbringung sicherstellen zu können [12]. Aufgrund der Vielzahl an Informationsquellen, werden spezielle Informationssysteme benötigt, die alle erforderlichen Informationen in adäquater Weise integriert zur Verfügung stellen [13]. Zwar ist bekannt, dass integrierte Informationssysteme ein strategisch signifikanter Wettbewerbsfaktor sind [10], jedoch geht aus der Literatur nur unzureichend hervor, aus welchen Bestandteilen ein solches System zusammengesetzt ist und welche Sub-Systeme benötigt werden.

Um ein integriertes System zu entwickeln, welches gezielt die Tätigkeiten des TKD unterstützt, ist es notwendig, Kenntnis darüber zu haben, welcher Informationsbedarf in der Domäne des TKD besteht und welche Systeme genutzt werden müssen, um die benötigten Informationen zur Verfügung zu stellen. Dieser Artikel verfolgt das Ziel die Forschungslücke zu schließen, indem die folgenden vier Forschungsfragen (FF) beantwortet werden:

FF1: *Welcher Informationsbedarf existiert in einem typischen TKD-Prozess?*

FF2: *Welche Arten von Anwendungssystemen existieren, um diese Informationsbedarfe zu decken?*

FF3: *In welcher Phase eines typischen TKD-Prozesses entsteht welcher Informationsbedarf?*

FF4: *Welcher Informationsbedarf kann durch welches Anwendungssystem gedeckt werden und wie kann der damit verbundene Integrationsbedarf der Systeme charakterisiert werden?*

In Bezug auf die letzte Frage untersuchen wir die Aktualität der Informationen sowie die Richtung des Informationsflusses (Lesen/Schreiben). Die Ergebnisse unseres Beitrags geben einen Überblick über die Informationsbedarfe, die entlang den Phasen eines typischen Serviceprozesses auftreten und essentielle Anwendungssysteme, die zur Erfüllung dieser Informationsbedarfe genutzt werden. Auf Basis der Ergebnisse können die Eigenschaften der Integrationsaufgabe determiniert werden. Darüber hinaus werden Informationen breitgestellt, die im Rahmen der Anforderungserhebung im Zusammenhang mit integrierten Informationssystemen Verwendung finden können, was für die Spezifikation von IS-Architekturen in der TKD-Domäne genutzt werden kann.

Der weitere Gang der Untersuchung ist wie folgt. In Abschnitt 2 wird das methodische Vorgehen näher erörtert und dargelegt, auf welche Weise die aufgestellten Forschungsfragen beantwortet werden. In Abschnitt 3 wird aus bereits etablierten Modellen in der Literatur ein typischer TKD-Prozess abgeleitet, der für den weiteren Verlauf den Ausgangspunkt des Forschungsvorhabens darstellt. Auf Basis dieses TKD-Prozesses werden in Abschnitt 4 Informationsbedarfe und darauffolgend verschiedene Arten von Anwendungssystemen identifiziert, die in der Lage sind, diese Bedarfe zu decken. Aus den Ergebnissen der vorangegangenen Kapitel folgen in Abschnitt 5 die Herleitung von Handlungsempfehlungen und ein abschließendes Fazit des Forschungsbeitrags.

2 Vorgehen

Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über bestehende Informationsbedarfe innerhalb eines Instandhaltungsprozesses des TKD zu geben und aufzuzeigen, welche Arten von Anwendungssystemen existieren, die in diesem Bereich sowohl online als auch offline genutzt werden können, um die Bedarfe zu decken. Das Vorgehen im weiteren Verlauf ist wie folgt.

Im ersten Teil wird ein, für den TKD typischer, Prozess hergeleitet, der repräsentativ für einen Serviceprozess des TKD ist. Zu diesem Zweck wird ein Referenzprozess, unter Berücksichtigung dreier Quellen, entwickelt. Der generalisierte Prozess stellt einen Instandhaltungsprozess dar, der prototypisch die dominierende Aktivität des TKD wiederspiegelt. Der Begriff *Instandhaltung* umfasst hierbei sowohl präventive als auch korrektive Maßnahmen eines Servicetechnikers [15]. Auf Basis des Referenzprozesses, der dem Fluss eines typischen TKD-Arbeitsablaufs aus Sicht eines Serviceanbieters folgt, werden die benötigten Informationsarten in jeder Stufe des Prozesses identifiziert und aufgezeigt. Für die Ableitung der Informationsbedürfnisse aus dem Referenzprozess wird eine Norm des DIN (Deutsches Institut für Normung) für Instandhaltung, die DIN EN 13460 [7], verwendet. Nach der Identifikation der Informationsbedarfe werden die korrespondierenden Typen von Anwendungssystemen ermittelt. Abschließend werden die Bedarfe den individuellen Prozessphasen des zuvor generalisierten Instandhaltungsprozesses und den einzelnen Typen von Anwendungssystemen zugeordnet. Das Ergebnis ist eine integrierte Matrix, welche die Informationsbedarfe des TKD innerhalb eines Instandhaltungsprozesses kombiniert darstellt und sowohl den Informationsfluss als auch seine Eigenschaften (beispielsweise ob Informationen online/offline abrufbar sind) aufzeigt. Auf diese Weise wird eine ganzheitliche Übersicht über einen typischen TKD-Prozess und die verschiedenen Arten von Anwendungssystemen gegeben, um die Informationsversorgung innerhalb des TKD zu unterstützen.

3 Herleitung eines typischen TKD-Prozesses

In der Literatur ist eine Vielzahl verschiedener Darstellungen von Prozessen des TKD zu finden. KALLENBERG präsentiert ein detailliertes Rahmenwerk zur Beschreibung eines Instandhaltungsprozesses. Dabei liegt der Fokus auf dem Kundenauftrag unter Berücksichtigung weiterer Gesichtspunkte, namentlich *Kernfunktionen*, *Querschnittsfunktionen* sowie die *Datenverwaltung* [11]. Die Kernfunktionen dieses Modells sind insbesondere für das hier beschriebene Forschungsvorhaben von Relevanz, da sie konkrete Aufgaben innerhalb eines Instandhaltungsprozesses beinhalten. Ein vergleichbares Modell ist vom Deutschen Institut für Normung in der DIN EN 13460 standardisiert worden [7]. Die Norm beschreibt den Workflow eines Instandhaltungsprozesses und Arten von Dokumenten, die während des Prozesses benötigt werden. Vor der Durchführung der Arbeit erfolgt die Arbeitsplanung und -terminierung. Erst nach Freigabe des Arbeitsauftrags, sowie ihrer Zuweisung wird die Arbeit ausgeführt. Im Anschluss an diese Prozessphase wird der Arbeitsauftrag abgeschlossen und es kann mit der Erstellung von Berichten, die jegliche relevanten Informationen des Servicevorfalls beinhalten, begonnen werden. Diese Informationen werden zurückgemeldet und im Rahmen der Analysephase werden die Ergebnisse mit den vordefinierten Instandhaltungsaktivitäten, dem ursprünglich geplanten Workflow und der letztendlich durchgeführten Servicearbeit verglichen. HERMES beschreibt einen idealtypischen Reparaturprozess des TKD in Form einer Wertschöpfungskette (Bild 1) [10]. Die sechs Phasen in diesem Modell ähneln den Kernfunktionen des Referenzmodells von KALLENBERG [11]. In der Phase der Kontaktaufnahme tritt der Kunde an den TKD heran. Danach erfolgt die Fehleridentifizierung und Störungsdiagnose in einem nächsten Schritt, um Informationen über das Problem zu erhalten. Wenn der Fehler identifiziert wurde, beginnt die Phase der Nachbereitung, in dem abschließende Maßnahmen nach Beendigung der Serviceaktivitäten enthalten sind, sowie das Controlling.

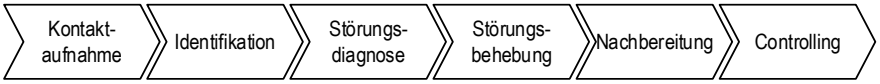


Bild 1: Wertschöpfungskette des TKD [10]

Um ein abstrakteres Modell mit Fokus auf den wichtigsten Aufgaben innerhalb eines Instandhaltungsprozesses zu bekommen, generalisieren wir den zuvor angeführten Referenzprozess, da sich dieser aufgrund seiner Simplizität als Vorlage eignet. Die Visualisierung eines TKD-Prozesses in Form einer Wertschöpfungskette zur Allokation von Informationsbedürfnissen scheint vor dem Hintergrund sinnvoll, da das Modell einfach zu lesen ist. Daher wird dieser Abstraktionsgrad und diese Form der Darstellung für das weitere Vorhaben ausgewählt. Um einen generalisierten Prozess für den TKD zu erstellen, wurden alle zuvor beschrieben Prozessmodelle berücksichtigt. Die DIN EN 13460 [7] umfasst neben einer Prozess-Perspektive auch erforderliche Unterlagen für die Instandhaltung und findet eine weite Verbreitung unter Praktikern. Ein Vergleich der drei Prozesse zeigt auf, dass lediglich HERMES [10] und KALLENBERG [11] die anfängliche Phase des Serviceprozesses aufzeigen. Aufgrund der Notwendigkeit einer initialen Phase ist die Phase *Initiierung* Ausgangspunkt für den zu konzipierenden generalisierten Instandhaltungsprozess (Bild 2).

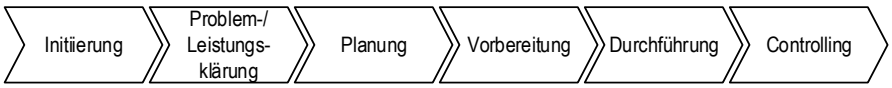


Bild 2: Generalisierter Instandhaltungsprozess

Diese Phase kann in regelmäßigen Abständen (also zyklisch) eintreten oder ausgelöst durch eintreten eines Zwischenfalls vom Kunden hervorgerufen werden. Zyklische Dienstleistungen sind proaktive Vereinbarungen, die von bereits existenten Kunden initiiert wurden. Ein Service außerhalb solch einer Vereinbarung (bspw. Reparatur) könnte durch bestehende aber auch durch neue Kunden eingeleitet werden [15]. Jeder TKD-Prozess benötigt eine klare Definition des Hauptziels. Daher ist es notwendig, einen Rahmen nach Beginn der Prozessinitiierung festzulegen. Alle drei Prozessmodelle decken diese Phase grundlegend ab. Im Prozessmodell von Hermes [10] ist die Phase der Identifizierung implizit abgedeckt, wobei der Fokus auf die Identifikation von Störungen gelegt wird. Der DIN EN 13460 – Workflow [9] beschreibt diese Phase mit der Planung und Festlegung von präventiven oder korrektiven Instandhaltungsarbeiten. Im Allgemeinen sind die wichtigsten Aktivitäten innerhalb der Phase zur Festlegung des Umfangs, die Identifikation und Bewertung der Untersuchung sowie die Präzisierung des Ziels. Um die erwarteten Ergebnisse zu erreichen, müssen die spezifischen Aufgaben rational betrachtet und geplant werden. Im Rahmen dieser Aufgaben sollten bereits Zeitpläne festgelegt und eine Priorisierung, welche Informationen für den weiteren Verlauf von Relevanz sind, vorgenommen werden. Zusätzlich muss eine Prüfung der Verfügbarkeit benötigter Ressourcen erfolgen. Diese Ressourcen können Servicetechniker, Material, Ersatzteile, Werkzeuge und andere menschliche Ressourcen sein [17]. Im Modell von HERMES ist solch eine Phase nicht aufgeführt. Im Anschluss an die *Planung* der notwendigen Aufgaben müssen zusätzliche Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Zu diesem Zweck müssen Termine, spezifische Arbeitsaufträge und die benötigten Ressourcen bereitgestellt werden. Diese spezielle Phase verbindet die zwei Aktivitäten des DIN-Workflows *Arbeitsterminierung* und *Freigabe – Zuweisung des Arbeitsauftrags*. In der nächsten Phase folgt die *Realisierung* des Arbeitsauftrags unter Verwendung der benötigten Ressourcen. Hierfür muss der Servicetechniker die spezifizierten Aufgaben verrichten, um das vordefinierte Ziel zu erreichen. Im DIN-Workflow sind diese Aktivitäten in den Phasen *Ausführung der Arbeit* und *Abschluss des Arbeitsauftrags* enthalten [7]. Hermes benennt diese Phase als *Störungsbehebung* [10]. Unser generalisierter Instandhaltungsprozess endet mit der *Controlling-Phase*, wo die Arbeit innerhalb des spezifischen Arbeitsauftrags analysiert und reflektiert wird. Die Leistungen müssen überprüft und in die Reporting-Systeme übertragen werden. Ziel dieser Phase ist die Überwachung der Qualität sowie das Aufzeigen von Schwachstellen innerhalb des Instandhaltungsprozesses [16]. Nützliche Erkenntnisse über die Betriebshistorie des Serviceobjekts können der Forschungs- und Entwicklungsabteilung übermittelt werden, um diese für weitere Zwecke zu verwenden. KALLENBERG unterteilt diese Phase in zwei weitere und benennt diese als *Service steuern* und *Auftrag rückmelden* [11]. Auch das DIN verwendet im Workflow zwei Phasen und bezeichnet diese als *Erstellung von Berichten* und *Analyse der Berichte*.

Insgesamt bietet der generalisierte Instandhaltungsprozess auf einer abstrakten Ebene einen Überblick über die Hauptaktivitäten innerhalb des TKD. Der verwendete Grad an Abstraktion ist nützlich für die Identifizierung des Informationsbedarfs und daraus abgeleitet die Identifikation von Arten an Anwendungssystemen, die den Informationsbedarf des TKD decken können. Ein detaillierterer Prozess wäre für unser Vorhaben zu spezifisch und würde sich nachteilig für eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auswirken. Um die benötigten Erkenntnisse zu erhalten, ist im nachfolgenden eine Analyse der benötigten Informationen und Anwendungssysteme erforderlich.

4 Informationsbedarf und Typen von Anwendungssystemen in der Domäne des Technischen Kundendienstes

Um den Technischen Kundendienst bei der Ausführung seines Auftrags adäquat zu unterstützen, ist es erforderlich, den Informationsbedarf entlang des Geschäftsprozesses zu ermitteln. Als Basis dient der zuvor hergeleitete generalisierte Instandhaltungsprozess. Bei erster Betrachtung der Aktivitäten wird deutlich, dass der Informationsbedarf je nach Aktivität und Kontext variieren kann. Zudem bestehen Abhängigkeiten zwischen einzelnen Aktivitäten. Für die Entwicklung eines mobilen Assistenzsystems sollte der zugrundeliegende Instandhaltungsprozess samt dem dabei entstehenden Informationsbedarfs berücksichtigt werden. Neben der Bereitstellung von Informationen ist die Beschaffung ein wesentlicher Aspekt des Informationsmanagements. Hierzu beschreibt die DIN EN 13460 [7] notwendige Dokumente innerhalb eines Instandhaltungsprozesses, aus denen sich die Informationsbedarfe ableiten und gruppieren lassen. Die DIN-Norm ordnet jeder Phase bestimmte Dokumententypen zu, weist jedoch explizit darauf hin, dass ein Dokumententyp als Informationsbedarf und weniger als explizites Dokument zu verstehen ist. Die in der DIN-Norm angeführten 55 Dokumententypen sind unterschiedlich umfangreich und nicht überschneidungsfrei weshalb diese im Folgenden abstrahiert und segmentiert werden. Die Segmentierung/Zusammenfassung der Dokumententypen ist das Ergebnis von drei unabhängigen Untersuchungsvorgängen. In Anlehnung an CORBIN & STRAUSS sind Überschneidungen und Unterschiede der einzelnen Untersuchungen intensiv durch das Forschungsteam diskutiert worden [6]. Ein Beispiel um die Notwendigkeit der Segmentierung zu verdeutlichen: Der *Dokumentenindex* spezifiziert die Anforderung der eindeutigen Identifikation eines Dokuments bspw. anhand einer (trivialen) Nummern- und Zahlenkombination. Im Gegensatz dazu beinhaltet die *Produktionsplanung* detaillierte und komplexe Informationen bzgl. der Tages-/Wochen- und Jahresplanung eines Unternehmens hinsichtlich sämtlicher benötigter Ressourcen und deren Abhängigkeiten. Die nicht vorhandene Überschneidungsfreiheit lässt sich am genannten Beispiel verdeutlichen, da Produktionsplanungsdokumente wiederum Dokumentenindizes beinhalten. Aus diesem Grund werden die 55 Dokumententypen zu 13 abstrahierten Informationsbedarfen zusammengefasst. Das Verhältnis von Dokumententypen zu Informationsbedarfen lässt sich durch n:1 beschreiben. Sowohl ein einzelner Dokumententyp als auch mehrere Dokumententypen können einen Informationsbedarf darstellen. Mithilfe der Ableitung von Informationsbedarfen pro Phase auf Basis der DIN-Spezifikation lässt sich die erste Forschungsfrage beantworten „*Welcher Informationsbedarf existiert in einem typischen TKD-Prozess?“*

N1. Informationen des Herstellers. Informationen des Herstellers, welche aus der Phase vor dem Markteintritt des Produktes stammen. Unter dieser Phase wird der „Zeitraum der Konzeption, Entwicklung, Produktion/Fertigung und Kommissionierung eines Gutes“ verstanden [7]. Dieser Informationsbedarf wird wichtig, wenn Hersteller Produktes und Betreiber des TKD zwei separate Entitäten sind. **N2. Auftragsanfragen.** Anfragen für Arbeitsaufträge können periodisch (etwa für Routine- oder präventive Instandhaltungen) oder ereignisgesteuert (etwa im Störfall) erstellt werden. Die Anfrage ist der Zeitpunkt, an dem der Instandhaltungsprozess beginnt. **N3. Informationen des Serviceobjektes.** Neben N1 *Informationen des Herstellers* enthalten diese Informationen Details über das Serviceobjekt wie der Seriennummer, Servicehistorie, Ausstattung oder Einbauten. **N4. Informationen zum Instandhaltungsvertrag.** Formale Vereinbarung zwischen Dienstleister und Kunde, welche die Instandhaltungstätigkeiten an einem Serviceobjekt regelt. Es werden der Geltungsbereich, der Zeitraum des Vertrags sowie Zahlungsbedingungen definiert. **N5. Informationen zur Vorgehensweise.** Informationen zur Vorgehensweise des TKD etwa über eine

Checkliste – vornehmlich in chronologischer Reihenfolge, obwohl auch weitere Darstellungen möglich sind. **N6. Ressourceninformationen.** Unter Ressourcen werden Infrastruktur, Mitarbeiter und finanzielle Mittel verstanden, die für die Leistungserbringung eingesetzt werden. Sie werden als Vermögensgegenstände des Unternehmens verstanden. Informationen über die Ressourcen beinhalten unter anderem den aktuellen Zustand der Ressource oder deren Verfügbarkeit. **N7. Werkzeuginformationen.** Informationen über die technische Ausrüstung, welche für die Instandhaltung eines spezifischen Serviceobjektes notwendig ist. Zur technischen Ausrüstung gehören unter anderem mechanische Werkzeuge, wie bspw. Schraubendreher, oder elektronische Werkzeuge, wie bspw. Messinstrumente und Diagnoseapparate. **N8. Ersatzteilinformationen.** Informationen über die in einem Instandhaltungsprozess notwendigen Ersatzteile. Sie beinhalten umfangreiche Daten über ein Ersatzteil sowie zu den mit ihm korrespondierenden Produkten. Darüber hinaus können Lagerbestände enthalten sein. **N9. Informationen zu Gesetzen und Regelungen.** Informationen zu Gesetzen und Regelungen, die eine Auswirkung auf den Instandhaltungsprozess haben (etwa im Gesundheitsbereich oder in der Lebensmittelindustrie). Neben Gesetzen müssen in einigen Bereichen auch kundeninterne Regularien berücksichtigt werden. **N10. Planungsinformationen.** Informationen die sowohl Leistungserstellungsressourcen (bspw. Personal oder Installationen) als auch die Zeitplanung (bspw. Verfügbarkeit von Ressourcen) enthalten. Planungsinformationen stellen die Grundlage für eine Terminplanung dar. **N11. Informationen zur Terminplanung.** Zu den Planungsinformationen (siehe N10. *Planungsinformationen*) werden spezifische bzw. komplementäre Informationen hinzugenommen, wodurch eine konkrete Terminplanung vorgenommen werden kann (festgelegte Ressourcen werden in die Planung einbezogen). Die Informationen zur Terminplanung sind die Grundlage für Auftragsinformationen. **N12. Auftragsinformationen.** Der Kundenauftrag enthält sämtliche Informationen für die Erbringung einer Instandhaltungsdienstleistung und beinhaltet zudem Verknüpfungen zu notwendigen Dokumenten und Informationen [7]. **N13. Feedbackinformationen.** Unter Feedbackinformationen werden Informationen verstanden, die von einem Kundendiensttechniker an die Zentrale übermittelt werden. Dies beinhaltet sowohl den Erfüllungsgrad des Auftrags als auch Rückmeldungen an weitere Entitäten, wie der Produktion, dem Rechnungswesen oder der Rechtsabteilungen. Um die zuvor aufgeführten Informationsbedarfe zu erfüllen, können spezielle IT-Anwendungen eingesetzt werden. Diese tragen dazu bei, den Instandhaltungsprozess des TKD adäquat zu unterstützen. Zum Anwendungsbereich gehören sowohl komplexe Expertensysteme als auch einfache Applikationen zur Unterstützung der Dokumentation. Diese Anwendungssysteme werden nachfolgend kategorisiert und beschrieben [8][14]. Hierdurch wird die zweite Forschungsfrage FF2 *„Welche Arten von Anwendungssystemen existieren, um diese Informationsbedarfe zu decken?“* beantwortet.

S1. Instandhaltungsplanungs- und Management System (IPMS). IPMS sind die am weitesten verbreiteten Systeme im Bereich des Technischen Kundendienstes [3][8][14]. In der Literatur wird der Begriff *Elektronisches Instandhaltungsmanagement System* synonym verwendet. IPMS unterstützen die effiziente Planung, Terminplanung, das Controlling und Monitoring von Instandhaltungsprozessen innerhalb der folgenden Gebiete: (a) Auftragsplanung, (b) Serviceobjekt Management, (c) Finanzplanung (Controlling), (d) Ersatzteil und Auftragsmanagement sowie (e) Analyse und Berichtswesen.

S2. Wissensmanagement-System (WMS). Unter WMS werden Anwendungen verstanden, die eine Verwaltung des unternehmensinternen Wissens erlauben [1]. Das Ziel von WMS ist die Unterstützung und Verbesserung des Wissensgenerierungsprozesses, der Speicherung und/oder des Abrufs, des Transfers und der Anwendung von Wissen [1]. KMS erlauben es (a) Best Practices zu erzeugen und

abzurufen, (b) unternehmensweite Wissensverzeichnisse zu erstellen und (c) Wissensnetzwerke zu bilden [1]. Darüber hinaus ist eine Integration in andere Anwendungen möglich.

S3. Condition-Monitoring-System (CMS). Der Einsatz von CMS richtet sich auf die Auswertung des aktuellen Zustands von technischen Komponenten. Im Bereich des TKD erlauben CMS potentielle Fehler oder Erosionen frühzeitig zu erkennen und den Technischen Kundendienst zu informieren, um diese Erkenntnisse im Verlauf des Instandhaltungsprozesses zu berücksichtigen. Hierzu werden spezielle Sensoren vorausgesetzt, welche sich an das vorgesehene Serviceobjekt hinzufügen lassen oder darin integriert sind. Die Sensoren übertragen Informationen zu anderen Systemen (etwa zum CMS), in denen sie empfangen, gespeichert und analysiert werden.

S4. Diagnosesystem (DS). Unter zu Hilfenahme von DS werden Kundendiensttechniker während eines Instandhaltungsprozesses in die Lage versetzt Serviceobjekte zu analysieren. DS arbeiten – im Großteil der Fälle – nicht als einzelne, isolierte Anwendungen, sondern lassen sich mit CMS verbinden, um sowohl vor Ort als auch aus der Ferne Informationen für die Lösung von Problemen zur Verfügung zu stellen.

S5. Parametrisierungssystem (PS). PS erlauben eine teilautomatische Konfiguration von Serviceobjekten. Dies kann sowohl vor Ort als auch aus der Ferne vorgenommen werden.

S6. Ersatzteilkatalog (ETK). Ersatzteilkataloge enthalten umfangreiche Informationen über Ersatzteile (etwa technische Zeichnungen, detaillierte Beschreibungen oder Handbücher und Preisinformationen). Sie werden in regelmäßigen Abständen von den Herstellern aktualisiert. Weiterhin können sie zur automatischen Ersatzteilbestellung eingesetzt werden.

S7. Engineering- und Product-Data-Management-System (EDMS/PDMS). EDMS/PDMS stellen Informationen entlang des gesamten Produktionsprozesses zur Verfügung. Hierzu zählen Produktinformationen, Informationen aus dem Dokumenten-Management, Informationen zur Produktstruktur und zur Konfiguration, Informationen zur Klassifikationen des Produktes, Prozess- und Workflowmanagement-Informationen sowie Informationen aus der Mitarbeiterverwaltung und dem Projektmanagement.

Die oben aufgeführten Kategorien beschreiben die Gebiete, in denen der TKD Prozess unterstützt werden kann. Um redundante Eingaben zu vermeiden und die Transparenz zu erhöhen, sollten die zuvor definierten Informationen zwischen den Applikationen verknüpft werden. Dies kann durch ein ganzheitliches Vorgehen in Form einer integrierten Serviceplattform umgesetzt werden.

5 Informationsbedarfe im Kontext des TKD

In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, wie die zuvor beschriebenen Informationsbedarfe mit dem generalisierten Instandhaltungsprozess verbunden sind und welche der identifizierten Systemtypen zur Deckung der Bedarfe eingesetzt werden können.

5.1 Informationsbedarfe im Kontext des generalisierten Instandhaltungsprozesses

Dieser Abschnitt beantwortet die Forschungsfrage FF3 „*In welcher Phase eines typischen TKD-Prozesses entsteht welcher Informationsbedarf?“*. Hierzu ist eine Analyse der Phasen des generalisierten Instandhaltungsprozesses durchgeführt worden, in der ermittelt wurde, ob ein Informationsbedarf in der betrachteten Phase aufgekommen ist und wenn dies zutraf, um welchen es sich handelt. Bei der Durchführung dieser Analyse waren drei Wissenschaftler unabhängig voneinander tätig. Dieses Prinzip wird auch in der qualitativen Inhaltsanalyse verwendet, um die

Verlässlichkeit der Ergebnisse zu steigern [16]. Die einzelnen Ergebnisse wurden anschließend erschöpfend diskutiert, woraus schließlich ein gemeinsames konsensuales Ergebnis resultierte, das Tabelle 1 zeigt. In den ersten beiden Phasen werden zunächst nur die *Informationen des Herstellers* (bspw. Benutzerhandbücher), *Auftragsanfragen*, welche die originalen Kundenanfragen enthalten, *Serviceobjektinformationen*, welche Erkenntnisse über Objektspezifika oder Logbücher enthalten sowie *Informationen zum Instandhaltungsvertrag*, aus denen etwa vorhandene Service-Level-Agreements gelesen werden können, *benötigt.* Informationsbedarfe, die zusätzlich ab der Planungsphase und bis zum Ende des Prozesses bestehen, sind: *Informationen zur Vorgehensweise*, *Ressourceninformationen*, *Werkzeuginformationen*, *Ersatzteilinformationen*, *Informationen zu Gesetzen und Regelungen*, *Planungsinformationen*, *Informationen zur Terminplanung*, *Auftragsinformationen* und *Feedbackinformationen*.

Tabelle 1: Informationsbedarfe im generalisierten Instandhaltungsprozess

		Phasen des generalisierten Instandhaltungsprozesses					
	Informationsbedarf	Initiierung	Problem-/ Leistungsklärung	Planung	Vorbereitung	Durchführung	Controlling
N 1	Informationen des Herstellers	✓	✓	✓	✓	✓	✓
N 2	Auftragsanfragen	✓	✓	✓	✓	✓	✓
N 3	Informationen des Serviceobjektes	✓	✓	✓	✓	✓	✓
N 4	Informationen zum Instandhaltungsvertrag	✓	✓	✓	✓	✓	✓
N 5	Informationen zur Vorgehensweise			✓	✓	✓	✓
N 6	Ressourceninformationen			✓	✓	✓	✓
N 7	Werkzeuginformationen			✓	✓	✓	✓
N 8	Ersatzteilinformationen			✓	✓	✓	✓
N 9	Informationen zu Gesetzen und Regelungen			✓	✓	✓	✓
N 10	Planungsinformationen			✓	✓	✓	✓
N 11	Informationen zur Terminplanung			✓	✓	✓	✓
N 12	Auftragsinformationen				✓	✓	✓
N 13	Feedbackinformationen					✓	✓

Ab der Vorbereitungsphase kann zusätzlich der nach dem Eingang der Kundenanfrage erzeugte Auftrag in Form der *Auftragsinformationen* notwendig sein, etwa um im Rahmen der Vorbereitung oder Durchführung die konkrete Zuordnung eines Kundendiensttechnikers zu einer Kundenanfrage nachzuvollziehen. Zusätzlich zu den vorangehenden Informationsbedarfen ergibt sich der Bedarf nach Feedbackinformationen während der Durchführung und dem Controlling eines Instandhaltungsprozesses. Wie aus der Tabelle 1 deutlich wird, bestehen die 13 identifizierten Informationsbedarfe während der Controlling-Phase. Dies bedeutet, dass alle Informationen für sämtliche Controlling Aktivitäten des Instandhaltungsprozesses vorhanden sein sollten. Hierbei müssen jedoch die geltenden Gesetze zum Schutz der Privatsphäre von Mitarbeitern berücksichtigt werden. Bei Betrachtung der Tabelle 1 wird insgesamt deutlich, dass der potenzielle Informationsbedarf entlang der Phasen des Instandhaltungsprozesses kontinuierlich zunimmt. Dies verdeutlicht die komplexe und verantwortungsvolle Tätigkeit des Technischen Kundendienstes.

5.2 Informationsbedarfe und relevante Typen von Anwendungssystemen

Dieser Abschnitt beantwortet die Forschungsfrage FF4 „*Welcher Informationsbedarf kann durch welches Anwendungssystem gedeckt werden und wie kann der damit verbundene Integrationsbedarf der Systeme charakterisiert werden?*“. Hierbei wird beschrieben, welcher Informationsbedarf durch welchen Anwendungssystemtyp gedeckt werden kann. Darüber hinaus wird der Integrationsbedarf der

Systeme dahingehend charakterisiert, ob Lese-, Schreib- und/oder Echtzeitzugriffe erforderlich sind. Wie schon zuvor in Kapitel 5.1 beschrieben, wurden auch in diesem Forschungsschritt die Ergebnisse durch drei Wissenschaftler unabhängig voneinander erarbeitet und anschließend diskutiert. Das Ergebnis dieser Diskussion zeigt Tabelle 2. Beim Betrachten der Tabelle 2 wird deutlich, dass nicht alle Anwendungssystemtypen für das Decken aller Informationsbedarfe notwendig sind. Aus dem Blickwinkel der Informationsbedarfe kann festgestellt werden, dass einige Bedarfe bereits lediglich durch einen Lesezugriff auf ein Anwendungssystem gedeckt werden können. Ein Beispiel dafür ist der Bedarf an *Informationen des Herstellers*, der durch einen lesenden Zugriff auf WMS, ETK und EDMS/PDMS gedeckt werden kann. Andere Informationsbedarfe wiederum setzen einen Schreibzugriff voraus, wie bspw. *Informationen zum Instandhaltungsvertrag*, bei dem Datensätze während des Instandhaltungsprozesses bearbeitet werden können.

Tabelle 2: Informationsbedarfe und Informationsbereitstellung durch Anwendungssysteme

	Typen von Anwendungssystemen im TKD						
Informationsbedarfe	S1 IPMS	S2 WMS	S3 CMS	S4 DS	S5 PS	S6 ETK	S7 EDMS/PDMS
N 1 Informationen des Herstellers		r				r	r
N 2 Auftragsanfragen	r		r				
N 3 Informationen des Serviceobjektes	r/w		RT, r	r	r/w		
N 4 Informationen zum Instandhaltungsvertrag	r/w						
N 5 Informationen zur Vorgehensweise	r	r					
N 6 Ressourceninformationen	RT, r/w					RT, r/w	
N 7 Werkzeuginformationen	r	r					
N 8 Ersatzteilinformationen	r	r				RT, r/w	r
N 9 Informationen zu Gesetzen und Regelungen	r	r					
N 10 Planungsinformationen	r/w		r/w			r/w	
N 11 Informationen zur Terminplanung	RT, r/w		RT, r/w			RT, r/w	
N 12 Auftragsinformationen	RT, r/w						
N 13 Feedbackinformationen	r/w	r/w					

Legende:
Datenzugriff Characteristik: RT = Echtzeit (real-time) Anforderung (wenn keine Markierung, wird nicht-real-time Anforderung angenommen); r = Lesezugriff; w = Schreibzugriff
Systemtypen: IPMS = Instandhaltungsplanungs- und Management System; WMS = Wissensmanagement System; CMS = Condition Monitoring System; DS = Diagnosesystem; PS = Parametrisierungssystem; ETK = Ersatzteilkatalog; EDMS/PDMS = Engineering und Product Data Management System

Darüber hinaus ist für manche Informationsbedarfe auch ein lesender und/oder schreibender Echtzeitzugriff notwendig, wie bspw. bei *Informationen zum Serviceobjekt*, indem Daten über den aktuellen Zustand des Serviceobjektes in Echtzeit aus einem Condition-Monitoring-System gelesen werden. Ein weiteres Beispiel ist die Kommunikation zwischen dem Kundendiensttechniker und der Zentrale. Hierbei ist es notwendig, dass die Zentrale möglichst in Echtzeit Statusmeldungen des Kundendiensttechnikers erhält, wie beispielsweise bei der Annahme eines Kundenauftrags. So kann in diesem Fall sichergestellt werden, dass der Techniker bei einem Update der Ressourceninformationen keinem anderen Auftrag zugeordnet wird.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bestimmte Anwendungssysteme lediglich einen Lesezugriff bereitstellen müssen (wie EDMS/PDMS), andere wiederum auch einen Schreibzugriff erlauben sollten (wie ETK). Zusätzlich ist es in einigen Fällen erforderlich, dass Echtzeitinformationen vorhanden sind, wie bspw. bei IPMS und ETK. Bei genauerer Betrachtung der Ergebnisse wird deutlich, dass IPMS und ETK die meisten schreibenden und lesenden Zugriffe haben und dadurch von größerer Bedeutung sind. Darüber hinaus erscheint die Integration dieser beiden Anwendungssystemtypen im Rahmen der Konzeption einer integrierten Serviceplattform als relevant, da sie zudem die meisten Echtzeitzugriffe erfordern.

6 Résumé und Ausblick

Integrierte Informationssysteme sind von großer Bedeutung für die Unterstützung von komplexen Produkt-Dienstleistungssystemen. Insbesondere in der Domäne des Technischen Kundendienstes ist es notwendig, dass Informationsbedarfe über den gesamten Instandhaltungsprozess gedeckt werden. Obwohl die strategische Relevanz von integrierten Informationssystemen in der Literatur hinreichend bekannt ist, existiert wenig Forschung darüber, welche Informationsbedarfe in einem typischen Instandhaltungsprozess bestehen und durch welche Typen von Anwendungssystemen sie zu decken sind. Dieser Artikel hat sich dieser Forschungslücke angenommen und entwickelt systematisch einen generalisierten Instandhaltungsprozess, welcher die Basis für die Untersuchung des Informationsbedarfes darstellt. Die darin enthaltenen Bedarfe werden phasenweise durch eine strukturierte Analyse der DIN EN 13460, einer bekannten Norm im Bereich des TKD, erfasst und in Klassen geteilt. Hierdurch konnte die Forschungsfragen FF1 „*Welcher Informationsbedarf existiert in einem typischen TKD-Prozess?“* und FF3 „*In welcher Phase eines typischen TKD-Prozesses entsteht welcher Informationsbedarf?“* beantwortet werden. Anhand der identifizierten Informationsbedarfe wurden die Anwendungssystemtypen systematisch erhoben. Dadurch konnte die Forschungsfrage FF2 „*Welche Arten von Anwendungssystemen existieren, um diese Informationsbedarfe zu decken?“* beantwortet werden. Unter Berücksichtigung der gewonnen Erkenntnisse ist es möglich, die relevanten Anwendungssysteme für die Entwicklung einer integrierten Lösung zu bestimmen. Diese Systeme lassen sich zum einen direkt aus Tabelle 2 herleiten, indem die Zuordnung der Informationsbedarfe zu den Anwendungssystemtypen betrachtet wird. Zum anderen können die relevanten Systeme indirekt über die Betrachtung der Phasen des generalisierten Instandhaltungsprozesses und der Zuordnung der Informationsbedarfe von Tabelle 1 und Tabelle 2 abgeleitet werden. Außerdem wird durch diese Erkenntnis deutlich, welche Systeme Lese-, Schreib- und Echtzeitzugriffe gewährleisten müssen. Diese Attribute sind von besonderem Interesse für Integrationsaktivitäten. Damit verbunden konnte die Forschungsfrage FF4 “ *Welcher Informationsbedarf kann durch welches Anwendungssystem gedeckt werden und wie kann der damit verbundene Integrationsbedarf der Systeme charakterisiert werden?“* beantwortet werden. Mit diesem Beitrag wurde der erste Grundstein für eine Informationsbedarfsanalyse im Technischen Kundendienst gelegt. Dieser Beitrag ist Teil eines Projektvorhabens, aus dem als Ergebnis u. a. eine DIN SPEC resultieren wird, weshalb zu diesem Zweck vorrangig eine DIN EN verwendet wurde, um ein gleichwertiges Verständnis und Konsens zum Thema Informationsbedarf herzustellen. In einem nächsten Schritt planen wir zusätzlich als weiterführende Maßnahme die empirische Überprüfung der Ergebnisse, indem Informationsbedarfe im Rahmen von real stattfindenden Serviceprozessen in der Praxis erhoben werden.

Literatur

[1] Alavi, M; Leidner, D (2001): Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. MIS Quarterly 25(1):107–136.

[2] Arnaiz, A; Iung, B; Al-Najjar, B; Jantunen, E; Holmberg, K; Naks, T; Baglee, D (2010): A New Integrated E-maintenance Concept. In Holmberg, K; Adgar, A; Arnaiz, A; Jantunen, E; Mascolo, J; Mekid, S (Hrsg), *E-Maintenance*. Springer London.

[3] Blinn, N; Nüttgens, M; Schlicker, M; Thomas, O; Fellmann, M (2011): Produktivitätssteigerung im TKD – Ein Ansatz auf Basis des IT-gestützten Mitarbeiterempowerments. In Bruhn, M; Hadwich, K (Hrsg), *Dienstleistungsproduktivität*. Gabler.

[4] Blinn, N; Nüttgens, M; Schlicker, M; Thomas, O; Walter, P (2008): Lebenszyklusmodelle hybrider Wertschöpfung: Modellimplikationen und Fallstudie an einem Beispiel des Maschinen- und Anlagenbaus. In: Bichler, M; Hess, T; Krcmar, H; Lechner, U; Matthes, F; Picot, A; Speitkamp, B; Wolf, P (Hrsg) , *Tagungsband der MKWI 2008.* München.

[5] Budzik, J; Hammond, K (1999): Watson: Anticipating and Contextualizing Information Needs. In: Woods, L (Hrsg), *Proc. of the 62 Annual Meeting of the American Society for Information Science*. Washington.

[6] Corbin, J., Strauss, A. (1990). Grounded Theory Research: Procedure, Canons and Evaluative Criteria. Qualitative Sociology 13(1):3-21.

[7] Coursaris, C., Hassanein, K., & Head, M. (2008). Mobile technology and the value chain: Participants, activities and value creation. *International Journal of Business Science and Applied Management*, *3*(3), 14–30.

[8] Deuse, J; Wischniewski, S; Birkmann, S (2009): Knowledgebase für die kontinuierliche Innovationsarbeit im Technischen Kundendienst. In Herrmann, T; Kleinbeck, U; Ritterskamp, C (Hrsg), *Innovationen an der Schnittstelle zwischen technischer Dienstleistung und Kunde*. 2. Auflage, Physica, Heidelberg.

[9] DIN (2009): DIN EN 13460:2002-08 - Dokumente für die Instandhaltung. Beuth, Berlin.

[10] Hänsch, K; Endig, M (2010): Informationsmanagement in der Instandhaltung. In Schenk, M (Hrsg), *Instandhaltung technischer Systeme*. Springer, Berlin.

[11] Harms, V (1999): Kundendienstmanagement. Dienstleistung, Kundendienst, Servicestrukturen und Serviceprodukte; Neue Wirtschaftsbriefe, Herne.

[12] Hermes, P. (1999): Entwicklung eines Customer-self-service-Systems im technischen Kundendienst des Maschinenbaus. Jost-Jetter, Heimsheim.

[13] Kallenberg, R. (2002): Ein Referenzmodell für den Service in Unternehmen des Maschinenbaus. Shaker, Aachen.

[14] Kallenberg, R; Gudergan, G; Rühmann, N (2004): Referenzmodell für den Service des Maschinenbaus. In Luczak, H; Stich, V (Hrsg), *Betriebsorganisation im Unternehmen der Zukunft*. Springer, Berlin.

[15] Klostermann, T (2008): Optimierung kooperativer Dienstleistungen im Technischen Kundendienst des Maschinenbaus. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.

[16] Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen/Techniken. 11. Aufl. Beltz, Weinheim.

[17] Thomas, O; Krumeich, J; Fellmann, M (2010): Integrierte Informationssysteme zur Unterstützung technischer Kundendienstleistungen. In Thomas, O; Loos, P; Nüttgens, M (Hrsg), *Hybride Wertschöpfung*. Springer Berlin.

[18] Österle, H; Senger, E (2006): Innovative Geschäftskonzepte im After Sales Service. Erfolgreich mit After Sales Services. Springer, Berlin.

[19] Ray, G; Muhanna, W; Barney, J (2005): Information Technology and the Performance of the Customer Service Process: A Resource-Based Analysis. MIS Quarterly, 29(4):625–652.

[20] Reinecke, W; Schauer, A (2006): Anwendungsfelder. In May, M (Hrsg), *IT im Facility Management erfolgreich einsetzen*. Springer, Berlin.

[21] Stille, F (2003): Produktbegleitende Dienstleistungen gewinnen weiter an Bedeutung. Wochenbericht des DIW.

[22] Walter, P. (2009). Modellierung technischer Kundendienstprozesse des Maschinen- und Anlagenbaus als Bestandteil hybrider Produkte. In O. Thomas & M. Nüttgens (Eds.), Dienstleistungsmodellierung (pp. 129–145). Berlin: Physica.

[23] Walter, P. (2010). Technische Kundendienstleistungen: Einordnung, Charakterisierung und Klassifikation. In O. Thomas, P. Loos, & M. Nüttgens (Eds.), Hybride Wertschöpfung (pp. 24–41). Berlin: Springer.

IT-basierte Dienstleistungen für die Elektromobilität – Konzeptioneller Rahmen und Literaturanalyse

Benjamin Klör

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, European Research Center for Information Systems (ERCIS), 48149 Münster, E-Mail: benjamin.kloer@ercis.uni-muenster.de

Sebastian Bräuer

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, European Research Center for Information Systems (ERCIS), 48149 Münster, E-Mail: sebastian.braeuer@ercis.uni-muenster.de

Daniel Beverungen

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, European Research Center for Information Systems (ERCIS), 48149 Münster, E-Mail: daniel.beverungen@ercis.uni-muenster.de

Martin Matzner

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, European Research Center for Information Systems (ERCIS), 48149 Münster, E-Mail: martin.matzner@ercis.uni-muenster.de

Abstract

Die sogenannte „Energiewende“ ist eine der zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Durch ihre zunehmende Eignung als Instrument zur Erfüllung individueller Mobilitätsanforderungen werden die Elektromobilität im Allgemeinen und Elektrofahrzeuge im Speziellen regelmäßig als Schlüsselkomponenten für die Herbeiführung dieser Energiewende genannt. Die Verbreitung von Elektrofahrzeugen wird jedoch noch durch substanzielle technische und nicht-technische Restriktionen erschwert. Die Wirtschaftsinformatik steht in der gesellschaftlichen Verantwortung, mit der Entwicklung von IT-Artefakten und Theorien einen Beitrag zur Überwindung dieser Restriktionen zu leisten. Ein Kernhandlungsfeld ist hierbei die Entwicklung und Erbringung innovativer Dienstleistungskonzepte, die das Zusammenspiel vieler Akteure in innovativen Dienstleistungssystemen erfordern. Der Beitrag untersucht daher bisherige Forschungsarbeiten im Schnittbereich der Handlungsfelder Wirtschaftsinformatik, Dienstleistungsforschung und Elektromobilität im Rahmen eines theoriegeleiteten Literaturreviews. Die systematische Auswertung von 36 Beiträgen zeigt, dass Forschungsarbeiten, die den Systemcharakter der Elektromobilität und rigorose gestaltungsorientierte Forschungsansätze fokussieren, die existierende Forschung ergänzen könnten.

1 Motivation

Der öffentliche Ruf nach einer „Energiewende“ fußt u. a. auf zwei Gründen. Der Vorrat fossiler Energieträger ist begrenzt, sodass in rund 50 Jahren der Menschheit das Öl ausgehen könnte [14]. Zudem ist er eine Antwort auf die weltweit steigenden Kohlenstoffdioxid-, Feinstaub- und Lärmemissionen [57,58]. Zugleich steigt jedoch der weltweite Bedarf nach individueller Mobilität [55]. Mobilitätslösungen auf der Basis von Elektrofahrzeugen werden deshalb als eine große Chance gesehen, um die Energiewende zu gestalten. Elektrofahrzeuge verursachen kaum umweltschädliche Emissionen [46], wenn sie mit elektrischem Strom aus regenerativen Quellen betrieben werden. Bislang haben Elektrofahrzeuge jedoch noch keine flächendeckende Verbreitung gefunden, da sie die Anforderungen an individuelle Mobilität noch nicht in gleicher Weise bedienen können wie Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb (Kraftstofffahrzeuge). Als generelle Defizite werden in der Literatur z. B. höhere Anschaffungsauszahlungen bei geringerer Reichweite und Fahrleistung der Fahrzeuge sowie eine lückenhafte Ladeinfrastruktur genannt [55]. Als anwendungsorientierte Gesellschaftswissenschaft sollte die Wirtschaftsinformatik Beiträge zum besseren Verständnis und zur Überwindung der Hindernisse bei Elektromobilitätskonzepten liefern.

Erfolgreiche Dienstleistungskonzepte erfordern das Zusammenwirken vieler Akteure, die einzelne Leistungsbeiträge in komplexen Dienstleistungssystemen zusammenführen, um integrierte Gesamtlösungen anzubieten. Diese Akteure schließen zum Beispiel Hersteller von Fahrzeugen und Ladetechnik sowie Ladedienstleister und Informationsdienstanbieter ein. Die Integration von Produkten und Dienstleistungen zu hybriden Leistungsbündeln sowie die Analyse kooperativer Wertschöpfungsprozesse bei der Integration komplementärer Ressourcen wurde in der Wirtschaftsinformatikforschung [18] in den vergangenen Jahren in anderen Anwendungskontexten intensiv untersucht. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass die Modelle, Methoden und Werkzeuge der Wirtschaftsinformatik einen wertvollen Beitrag zum besseren Verständnis und zur Gestaltung innovativer Elektromobilitätskonzepte leisten können.

Auch aus einer domänenbezogenen Betrachtung bietet die Wirtschaftsinformatik Anknüpfungspunkte für das Handlungsfeld Elektromobilität. So wurden zum Beispiel in dem Gebiet der Energieinformatik bzw. der Green IT [64] erste Strukturierungen verwandter Themenfelder vorgenommen, ohne jedoch die Entwicklung von IT-Artefakten zur Etablierung innovativer Dienstleistungskonzepte explizit zu betrachten. Gleichzeitig waren die in den vergangenen Jahren im Rahmen der öffentlichen Forschungsförderung (z. B. durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Initiativen „Forschung für die Produktion von morgen“ und „Innovationen mit Dienstleistungen“) durchgeführten Dienstleistungsforschungsprojekte zu einem großen Teil auf die Entwicklung, Vermarktung und Erbringung hybrider Leistungsbündel im Maschinen- und Anlagenbau ausgerichtet. Diese Forschungsaktivitäten könnten Potenziale für die Übertragbarkeit und Weiterentwicklung von Forschungsergebnissen für das Handlungsfeld der Elektromobilität eröffnen.

Der vorliegende Beitrag verfolgt das Ziel, das Handlungsfeld der Elektromobilität für die Wirtschaftsinformatik aus einer Dienstleistungsperspektive zu erschließen, indem die folgende Forschungsfrage beantwortet wird: Welche Lösungsbeiträge kann die wirtschaftsinformatikorientierte Dienstleistungsforschung zur Überwindung der bestehenden Restriktionen der Elektromobilität beitragen und welche Forschungsarbeiten wurden im Schnittbereich dieser Forschungsfelder bereits durchgeführt?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage wird das Forschungsfeld Elektromobilität in Kapitel 2 zunächst als ein Handlungsfeld für die Dienstleistungsforschung identifiziert, indem grundlegende

Eigenschaften von Dienstleistungssystemen sowie der hybriden Wertschöpfung zur Untersuchung und Gestaltung dieses Handlungsfelds motiviert werden. In Kapitel 3 wird das Vorgehen der Literaturstudie auf der Basis der einschlägigen Literatur vorgestellt. In Kapitel 4 wird ein Ordnungsrahmen zur Analyse der gefundenen Beiträge entwickelt. Der Ordnungsrahmen integriert Handlungsbereiche der Elektromobilität und der Dienstleistungsforschung mit Forschungsmethoden, die in der Wirtschaftsinformatik angewendet werden. In Kapitel 5 werden die aufgefundenen Forschungsbeiträge vor dem Hintergrund dieses Ordnungsrahmens klassifiziert. Darauf aufbauend werden in Kapitel 6 Thesen zum aktuellen Stand des betrachteten Themenfeldes entwickelt. Ein Ausblick auf die weiteren Forschungsaktivitäten zur Entwicklung von Dienstleistungen für die Elektromobilität schließt den Beitrag in Kapitel 7 ab.

2 Elektromobilitätslösungen als Dienstleistungssysteme

Ein hybrides Leistungsbündel ist ein „Leistungsbündel, das eine auf die Bedürfnisse des Kunden ausgerichtete Problemlösung darstellt, indem Sach- und Dienstleistungsanteile integriert werden, wobei die angestrebte Lösung die zu verwendenden und aufeinander abzustimmenden Sach- und Dienstleistungsanteile determiniert"[18]. Aus der Sicht der hybriden Wertschöpfung können Mobilitätslösungen daher durch eine Integration von Sach- und Dienstleistungen erbracht werden. Hierzu können unterschiedliche Geschäftsmodelle [18] zur Anwendung kommen, wie die Bereitstellung von Dienstleistungen zusätzlich zum Kauf eines Automobils, oder aber die Bereitstellung der gesamten Lösung „as-a-service", ohne dass der Kunde das Automobil kaufen muss.

Die Analyse und Synthese hybrider Leistungsbündel erfolgt im Rahmen von Dienstleistungssystemen (englisch: Service Systems) [4,39]. Service Systems bezeichnen den organisatorischen Rahmen, in dem verschiedene Akteure komplementäre Ressourcen in kooperativen Wertschöpfungsprozessen integrieren, um integrierte Lösungen zu schaffen, die kein Akteur allein anbieten könnte [6]. Für das Handlungsfeld der Elektromobilität bedeutet dies, dass Akteure verschiedene Ressourcen und Kernkompetenzen bereitstellen, deren bedarfsgerechte Kombination in der Bildung einer für Kunden akzeptablen Mobilitätslösung mündet, die aufgrund der bestehenden Einschränkungen von Elektrofahrzeugen allein nicht geleistet werden kann.

Jedoch ist die notwendige Integration komplementärer Ressourcen in kooperativen Wertschöpfungsprozessen mit konzeptionellen Schwierigkeiten verbunden, da Arbeitsteilung zu einer Zersplitterung von Wissen führt [9]. Die Wirtschaftsinformatik sieht sich daher mit der Anforderung konfrontiert, ihre Methoden zur Analyse und Gestaltung von Informationen und Informationsflüssen einzusetzen, um die Integration von Ressourcen, Geschäftsprozessen und Lösungsbausteinen auf der Grundlage geeigneter informationstechnologischer Konzepte und Softwarewerkzeuge zu ermöglichen [6].

3 Forschungsmethodik

Zur Untersuchung des Schnittbereichs der Handlungsfelder Elektromobilität, Dienstleistungsforschung und Wirtschaftsinformatik wird in diesem Artikel ein strukturiertes Literaturreview durchgeführt. Das Review folgt der Prämisse von Webster und Watson: "A literature review is concept-centric. Thus, concepts determine the organizing framework of a review."[65] Dieser Konzeptzentrierung wird im nachfolgenden Kapitel Rechnung getragen, indem die Domäne der Elektromobilität gemäß ihrer

Kernherausforderungen strukturiert wird, um somit geeignete Dimensionen zur Klassifikation der aufgefundenen Literatur zu entwickeln.

3.1 Suchstrategie

Zur strukturierten Literatursuche wurde ein Suchstring aus deutschen und englischen Suchbegriffen definiert, um Publikationen im Schnittbereich der drei Forschungsfelder Elektromobilität, Wirtschaftsinformatik und Dienstleistungsforschung zu identifizieren.

Eine zunächst unstrukturierte grobe Sichtung der Literatur zeigte eine Vielzahl von Synonymen für den Elektromobilitätsbegriff, die zunehmend inkonsistent und vor allem in der englischen Literatur in unterschiedlichen begrifflichen Ausprägungen verwendet werden. So benutzen z. B. Hudert et al. den Begriff „electromobility“ [32], Werther und Hoch kürzen den Ausdruck mit „e-mobility“ ab [66] und Brandt bedient sich dem Term „electric mobility“ [11].

Aufgrund dieser Inkonsistenzen wurde ein Expertenpanel bestehend aus Wirtschaftsinformatikern zur Auswahl relevanter Synonyme befragt, um den Suchstring und somit den gesamten Suchprozess rigoroser zu gestalten. Diese Synonyme wurden wie folgt zu einem Suchstring zusammengefügt:

```
(("elektromobilität" OR "e-mobilität" OR "elektrofahrzeug" OR "elektroauto" OR "e-auto" OR "electric mobility" OR "electromobility" OR "electro mobility" OR "e-mobility" OR "emobility" OR "electric vehicle" OR "all-electric vehicle" OR "electric powered vehicle" OR "electric drive vehicle" OR "electric car" OR "e-car" OR "green vehicle" OR "green car" OR "battery vehicle" OR "battery car" OR "plug-in electric" OR "plug-in vehicle" OR "plug-in car" OR "electric motorcycle" OR "electric bicycle" OR "pedal electric cycle" OR "pedelec" OR "electric bike" OR "e-bike" OR "new mobility") AND ("wirtschaftsinformatik" OR "information systems") AND ("dienstleistung" OR "service"))
```

Die Literatursuche[1] wurde zunächst auf der Basis der Datenbanken Scopus[2] und Web of Knowledge[3] durchgeführt. Eine erste Sichtung der Ergebnisse ergab z. B. thematische Treffer in verschiedenen Volumes der *Americas Conference on Information Systems* (AMCIS) des Jahres 2012. Deshalb wurde die Suchbasis um Beiträge führender Konferenzen und Journals erweitert, die in allen Repositorien der *Association of Information Systems Electronic Library*[4] (AISEL) auffindbar waren, da AISEL im Bereich der Wirtschaftsinformatik eine profunde Grundlage zum Durchsuchen von Journals und Konferenzbänden darstellt. Zudem wurden die Konferenzbände der für den deutschsprachigen Raum wichtigen Konferenzen der *Multikonferenz für Wirtschaftsinformatik* (MKWI, drei Konferenzbände der Jahre 2008, 2010 und 2012) und der *Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik* (WI, vier Konferenzbände der Jahre 2007, 2009, 2011 und 2013) manuell durchsucht, da sie nicht im AISEL Index vertreten sind. Die auf den Datenbanken und Outlets angewandten Suchkonfigurationen sind in Tabelle 1 dokumentiert.

[1] Ausgeführt am 29.08.2013
[2] https://www.scopus.com/
[3] https://apps.webofknowledge.com/
[4] https://aisel.aisnet.org/

Tabelle 1: Suchkonfiguration für Datenbanken und Outlets.

Datenbank / Outlet	Suchkonfiguration
Scopus	Suche in "Abstract, Title, Keywords"
Web of Knowledge	"Topic"
AISEL	Suche in "All fields" und "across all repositories"
MKWI	Manuelle Volltextsuche nach den Begriffen 'elektrom*', 'elektrof*', 'e-mob*', 'electrom*' und 'electric*'
WI	

Nach ihrer Zusammenstellung wurden die Suchergebnisse einer ersten inhaltlichen Überprüfung zugeführt, indem die Titel und Abstracts der Beiträge gesichtet wurden, um augenscheinlich thematisch unpassende Beiträge auszuschließen. Schließlich wurde die gesamte Ergebnismenge, die aus den Teilergebnissen der verschiedenen Suchstellen besteht, um etwaige Dubletten bereinigt, um sie dann der inhaltlichen Analyse zuführen zu können.

3.2 Methodisches Vorgehen zur Begutachtung der identifizierten Forschungsbeiträge

Der direkte Ausschluss von Beiträgen wurde durch eine zweite Autorensichtung verifiziert. Die eigentliche inhaltliche Analyse der Literaturfunde wurde entsprechend dem Vieraugenprinzip durchgeführt, indem jedes Paper von zwei Forschern unabhängig voneinander gelesen und analysiert wurde. Unterschiedliche Klassifikationen wurden eingehend diskutiert sowie unter Einbezug einer zuvor unbeteiligten dritten Person aufgelöst.

4 Ordnungsrahmen zur Klassifizierung der Forschungsbeiträge

Nachfolgend wird ein dreidimensionaler Ordnungsrahmen entwickelt, auf dessen Grundlage die Forschungsbeiträge im Schnittbereich der Themenkomplexe Elektromobilität, Dienstleistungsforschung und Wirtschaftsinformatik untersucht werden.

4.1 Dimension der Paradigmen und Methoden der Wirtschaftsinformatikforschung

Auf einer hohen Abstraktionsebene können Forschungsergebnisse im Bereich der Wirtschaftsinformatik mit Bezug zu vier verschiedenen Forschungsmethoden entwickelt werden. Erstens können Forschungsergebnisse auf der Grundlage eines gestaltungsorientierten Forschungsparadigmas (*Design Research*) [30] entwickelt werden und als IT-Artefakte vorliegen. IT-Artefakte umfassen Sprachkonstrukte (z. B. Modellierungssprachen, Programmiersprachen), Modelle, Methoden und Softwareimplementierungen [41].

Zweitens können Forschungsergebnisse als Ergebnis eines empirischen Forschungsprozesses auf der Grundlage der Auswertung von Daten aus dem Feld oder aus dem Labor vorliegen. Dies kann auf der Basis qualitativer (z. B. Interviews, Beobachtungen) und quantitativer Forschungsmethoden (z. B. Umfragen, Experimente) erfolgen (*empirische Forschung*) [47].

Drittens können Forschungsergebnisse das Ergebnis einer systematischen *Literaturanalyse* sein, die verschiedene andere Beiträge vergleichend analysiert, um Aussagen über die Beschaffenheit eines Forschungsfeldes zu treffen [50].

Viertens können Forschungsergebnisse im Rahmen einer theoriegeleiteten Betrachtung konzeptionell entwickelt werden, ohne dass es einer (systematischen) Sammlung und Auswertung von Felddaten oder der Entwicklung von IT-Artefakten bedarf (*konzeptionelle Forschung*) [43]. Die Entwicklung und Simulation von Modellen verorten wir ebenfalls als konzeptionelle Forschung, da diese Studien in der Regel nicht auf Felddaten basieren, sondern Modelle auf der Grundlage von Daten zur Anwendung bringen, die vor dem Hintergrund angenommener Verteilungsfunktionen künstlich generiert werden.

4.2 Dimension der Handlungsfelder der Dienstleistungsforschung

Aus Sicht der Dienstleistungsforschung [5,15,18,20,51] werden im Folgenden vier Handlungsfelder zur Integration von Dienstleistungen und Sachgütern betrachtet.

Erstens sind im Rahmen eines Service Systems Ressourcen miteinander zu integrieren, die verschiedenen Akteuren, die am Dienstleistungssystem beteiligt sind, gehören (*Potenzialdimension*) [5,15].

Zweitens erfordern Dienstleistungsprozesse eine Zusammenarbeit der beteiligten Akteure im Rahmen eines arbeitsteilig organisierten Wertschöpfungsprozesses, durch den die Leistung kooperativ erstellt wird (*Prozessdimension*) [18]. Über eine Integration des Kunden als externen Wertschöpfungspartner [15] hinaus betrifft dies vielmehr die Vernetzung der Aktivitäten aller Akteure, die an der Erstellung einer Dienstleistung oder eines hybriden Leistungsbündel beteiligt sind [5,15].

Drittens resultieren diese kooperativen Wertschöpfungsprozesse in einem Leistungsergebnis, das im Sinne einer hybriden Wertschöpfung aus Sachleistungsanteilen und Dienstleistungsanteilen bestehen kann, die zum Zwecke der Lösung eines Kundenproblems bedarfsgerecht miteinander kombiniert werden (*Ergebnisdimension*). In Bezug auf das Leistungsergebnis wird an dieser Stelle der Standpunkt vertreten, dass in der Ergebnisdimension nicht nur das Ergebnis für einen bestimmten Kunden fokussiert wird, sondern Dienstleistungen und hybride Leistungsbündel auch ohne das Vorhandensein eines bestimmten Kunden abstrakt vorentwickelt werden können [5,7], um eine Standardisierung des Leistungsergebnisses zu ermöglichen [15].

Viertens findet die Zusammenarbeit der Akteure vor dem Hintergrund der Gegebenheiten eines ökonomischen Umfelds statt. Dieses Umfeld wird neben der spezifischen Situation jedes einzelnen Kunden auch durch die Gesamtheit potenzieller Kunden und durch vorhandene oder fehlende Konkurrenz beeinflusst (*Marktdimension*). Während Bullinger und Schreiner [15] auf die Berücksichtigung des Marktes insgesamt hinweisen, fokussiert das Framework von Becker et al. [5] auf die Zahlungsbereitschaft des Kunden sowie das Vorhandensein von Mitbewerbern am Markt als Determinanten für die Preisfindung einer Dienstleistung oder eines hybriden Leistungsbündels. Beide Aspekte können im Rahmen der Marktdimension berücksichtigt werden.

4.3 Dimensionen der Kernherausforderungen der Elektromobilität

Im Folgenden wird ein argumentativer Ansatz verfolgt, um die fünf größten Herausforderungen der Elektromobilität herauszustellen. Es werden die Konzepte (1) Flexibilität, (2) Wirtschaftlichkeit, (3) Marktpotenzial, (4) Institutionelles und (5) Kundenakzeptanz als wichtig erachtet, die durch die wirtschaftsinformatikorientierte Dienstleistungsforschung Berücksichtigung finden müssen.

Als erste zentrale Herausforderung der Elektromobilität ist das Konzept der *Flexibilität* zu nennen. So ist die Nützlichkeit von Elektromobilität momentan aufgrund fehlender flexibler Servicekonzepte eingeschränkt. Kunden müssen beispielsweise lange Ladezeiten zur Betankung der Elektrofahrzeuge

akzeptieren [36,46]. Traktionsbatterien (im Englischen auch Electric Vehicle Batteries (EVB) genannt) sind unverzichtbare Komponenten von Elektrofahrzeugen, da sie die für den Betrieb des Elektromotors notwendige Antriebsenergie speichern. Weiterführende Probleme ergeben sich dadurch, dass Traktionsbatterien heutzutage noch erhebliche Nachteile hinsichtlich ihrer Technologie und Energieeffizienz aufweisen [19,36], die außerdem weitere Unsicherheiten für die Akzeptanz der Elektromobilität bedeuten. Zum einen wird die Performance der Traktionsbatterie durch die Umgebungstemperatur beeinflusst [36,46] und zum anderen nimmt der Nutzen einer Traktionsbatterie über die Einsatzdauer zwangsläufig ab, da sich ihre Restkapazität kontinuierlich verringert [36]. Diese technologischen Nachteile wirken sich maßgeblich auf die Reichweite von Elektrofahrzeugen aus, weshalb ein aus Ladestationen bestehendes, kostenintensives, engmaschiges Netzwerk benötigt wird [46].

Zweitens steht die *Wirtschaftlichkeit* der Elektromobilität als Herausforderung gegenüber. Die Elektromobilität wird sich nur bei einem günstigeren bzw. vergleichbaren Kosten-Nutzen-Verhältnis gegenüber vorhandenen Konzepten durchsetzen. Investitionsentscheidungen in Forschung und Entwicklung, die sowohl von öffentlicher als auch privater Hand getragen werden müssen, sind somit Grundvoraussetzungen für die Diffusion der Elektromobilität. Obwohl Expertenschätzungen günstigere Total Costs of Ownership (TCO) für Elektrofahrzeuge im Vergleich zu Kraftstofffahrzeugen prognostizieren [55,56], sorgen weiterhin hohe Anschaffungskosten und große Werteverluste für geringe bzw. stagnierende Absätze von Elektrofahrzeugen [26]. Der hohe Werteverlust kann maßgeblich auf die notwendige Traktionsbatterie zurückgeführt werden [55], die einen erheblichen Anteil der Anschaffungskosten eines Elektrofahrzeugs ausmacht [61], ihre Nützlichkeit mit zunehmender Einsatzdauer durch Degradierung jedoch abnimmt [36]. Zwar ist die positive Entwicklung der TCO nicht ausschließlich verantwortlich für die Diffusion von Elektrofahrzeugen [44]. Dennoch sind geeignete, anschlussfähige Geschäftskonzepte, wie z. B. die Weiternutzung (Reuse), die Wiederaufbereitung (Refabricate), der Wiederverkauf (Resell) oder die Wiederverwertung (Recycling) der Traktionsbatterie unerlässlich, um die Preisbildung für Elektrofahrzeuge und deren TCO positiv zu beeinflussen [29,45,48].

Als dritte zentrale Herausforderung ist die Erschließung der mit der Elektromobilität verbundenen *Marktpotenziale* zu nennen. Dieses Konzept reflektiert somit das Potenzial zur Marktentwicklung, das die Elektromobilität hinsichtlich anschlussfähiger Geschäftsmodelle und -szenarien birgt. Elektromobilität beschreibt das Zusammenwirken von Hochtechnologien, die wiederrum von einer Vielzahl von Ressourcen und Komponenten abhängen, was auch im „systemischen Ansatz“[46] der Nationalen Plattform Elektromobilität zu erkennen ist [46]. Diese Ressourcen und Komponenten werden z. B. zur Herstellung und zum Betrieb von Traktionsbatterien, Elektrofahrzeugen und der umgebenden Infrastruktur benötigt. Eine Behandlung bzw. Rückführung der Ressourcen verbrauchter Komponenten im Sinne von Geschäftsmodellen der Kreislaufwirtschaft (z. B. Wiederverwertung oder Wiederaufbereitung) sind somit unerlässlich [55]. Insbesondere haben Elektrofahrzeuge mitsamt der spezifischen Infrastruktur, als Hauptkomponenten von Elektromobilität, erheblichen Einfluss auf die Lebenswirklichkeit der Konsumenten, da der Durchdringungsgrad mobilitätsbezogener Konzepte in den menschlichen Lebensbereich hoch ist. Folglich kann die allgegenwärtige Nutzung dieser Technologie nicht nur die Mobilitätsbedürfnisse der Nutzer befriedigen, sondern in Zeiten gesellschaftlichen Umbruchs z. B. durch Geschäftsmodelle wie Vehicle-to-Grid (V2G) die Energieversorgung unterstützen [19]. Zudem sind bestehende oder weiterführende Geschäftsmodelle, die sich um Elektromobilitätskonzepte erweitern oder daraus ableiten lassen, anschlussfähig und von

wirtschaftlicher Bedeutung, wie z. B. die „Integration [von Elektrofahrzeugen] in Car-Sharing-Flotten“[49].

Unter dem vierten Konzept *Institutionelles* wird die Notwendigkeit nationaler und internationaler Initiativen zur Standardisierung und rechtlichen Durchdringung der Elektromobilität verstanden. So muss die hohe universale Verflechtung der Elektromobilität, als ein Garant für ihren Erfolg, durch die Legislative sowie nationale und internationale Standardisierungen begleitet werden [16,46,56,63]. Beispielsweise erfordert der Aufbau und Betrieb einer Ladeinfrastruktur einer Harmonisierung unterschiedlicher Standards und unterliegt zugleich mehreren gesetzlichen Grundlagen, die z. B. durch das Datenschutz-, Umwelt- und Eichrecht geregelt sind [55]. Die angestrebte Dezentralisierung der Ladestruktur ist mit hohen Risiken und rechtlichen Fragestellungen verbunden, z. B. bezüglich Haftungs-, Beschädigungs-, Verfügbarkeits- und Abrechnungsfragen [55]. Außerdem müssen standardisierte, gesetzeskonforme Prozesse etabliert werden, um die Kommunikation und Interaktion zwischen den Stakeholdern (z. B. im B2B oder B2C) zu verbessern und somit Risiken und Unsicherheiten zwischen ihnen abzubauen. Des Weiteren muss die Incentivierung vorangetrieben werden, weshalb gesetzliche Rahmenbedingungen vorrangig für privatwirtschaftliche Förderinitiativen durch die öffentliche Hand erarbeitet werden müssen, um der Elektromobilität zum Durchbruch zu verhelfen [44,55,56].

Fünftens hängt die vollständige Diffusion der Elektromobilität schließlich von der *Kundenakzeptanz* ab, die als integratives Konzept durch mehrere Faktoren beeinflusst wird. Die Elektromobilität wird den automobilen Markt nicht durchdringen, wenn die Kunden nicht von der Vorteilhaftigkeit der Elektromobilität überzeugt werden können [56]. Vorrangig müssen hier die Technologien der Elektromobilität hinsichtlich der Energieeffizienz aber auch hinsichtlich Sicherheits-, Zuverlässigkeits- und Ökologieaspekten verbessert werden, um mit den heute vorhandenen Technologiekonzepten konkurrieren zu können [55]. Zudem weisen soziale Akzeptanzfaktoren eine hohe Relevanz auf, um die Attraktivität der Elektromobilität zu steigern. So ist z. B. die Angst vor Neuerungen maßgeblich dafür verantwortlich, dass ein breiter Skeptizismus seitens der Kunden besteht, da die resultierende Nützlichkeit und die erfolgreiche Implementierung des neuartigen Mobilitätskonzepts Elektromobilität nicht vorausgesehen werden können. Diese Angst vor Innovationen wird außerdem durch die zuvor diskutierten technologischen und monetären Nachteile geschürt [1,55]. Ebenfalls führen eine mangelhafte Informationspolitik und Kundenorientierung dazu, dass unzureichende Informationen oder gar Fehlinformationen gestreut werden, die Kundenbedürfnisse nicht ausreichend gewürdigt werden und somit Informationsasymmetrien und Intransparenz im Markt entstehen, die aus Nachfragesicht zur Ablehnung der Elektromobilität als ersetzendes Mobilitätskonzept führen [55,56]. Insgesamt gesehen müssen daher Informationsasymmetrien aufgelöst, bürokratische Hürden abgebaut und spezifische Subventionsmaßnahmen (z. B. Preisgarantien, Steuererleichterungen, Abwrackprämien etc.) und Bevorrechtigungsstrategien (z. B. eigens für Elektrofahrzeuge eingerichtete Fahrspuren, kostenlose Parkplätze etc.) eingeführt werden, um die Kundenakzeptanz und folglich die Durchdringung von Elektromobilität nachhaltig zu fördern [26,55]. Gegenstand dieses Konzepts ist somit die wissenschaftliche Erforschung zur Ausgestaltung und Kopplung geeigneter Maßnahmen- und Strategiebündel, um zukünftige Investitions- und Kaufentscheidungen zu stimulieren.

4.4 Resultierender Ordnungsrahmen

Aus einer Zusammenführung der vorgestellten Dimensionen resultiert ein dreidimensionaler Ordnungsrahmen, der zur Klassifikation und Analyse der aufgefundenen Forschungsbeiträge im

Spannungsfeld der Elektromobilität, der Wirtschaftsinformatik und der Dienstleistungsforschung eingesetzt werden kann (Abbildung 1).

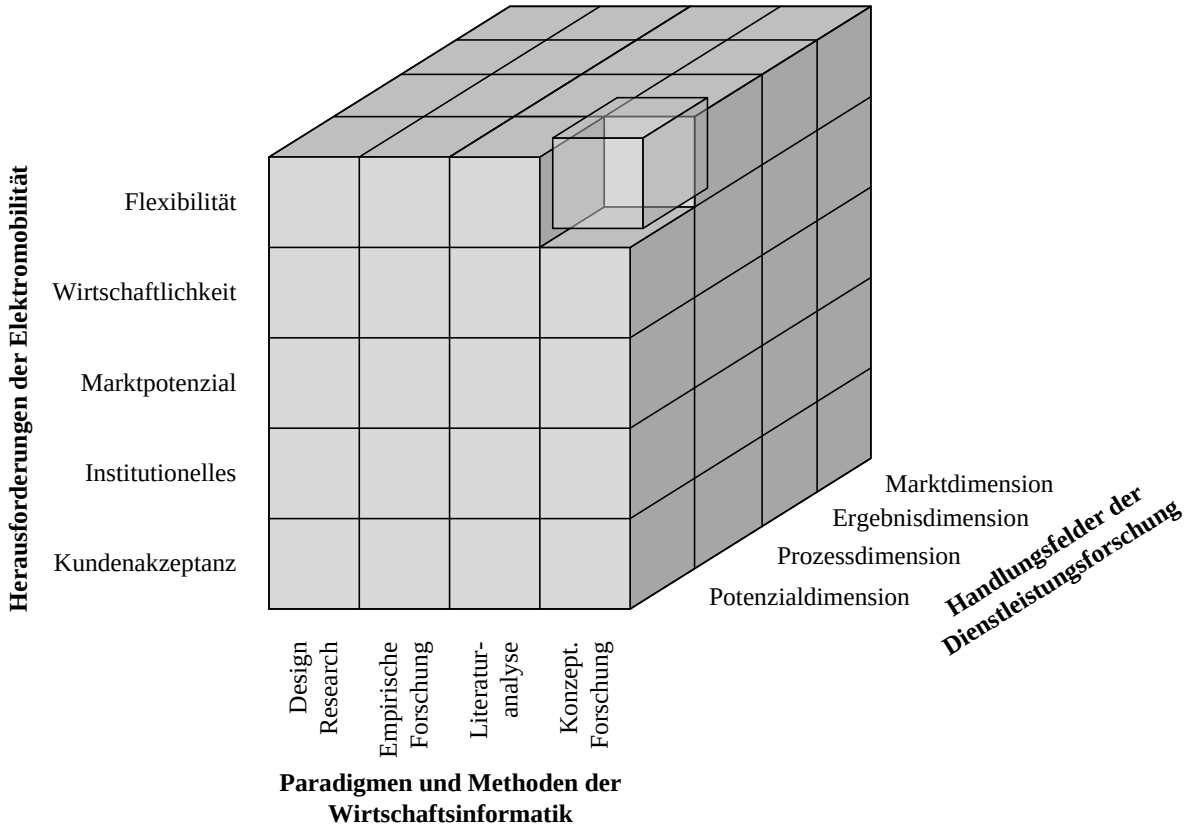


Abbildung 1: Dreidimensionaler Ordnungsrahmen zur Klassifikation von Forschungsbeiträgen.

5 IT-basierte Dienstleistungssysteme für die Elektromobilität: Ein strukturiertes Literaturreview

5.1 Ergebnisse des Literatursuchprozesses

Zunächst wurden gemäß dem in Abschnitt 3 beschriebenen Datenbank- und Outlet-basierten Literatursuchprozess 104 Beiträge gefunden. Die genauen Ergebnisse pro Suchabfrage sind in Tabelle 2 dokumentiert. Die grobe Überprüfung der Beiträge, d. h. die Analyse von Beitragstitel und Abstract, resultierte im Ausschluss von 64 Beiträgen. Anschließend wurden zwei Dubletten aus der Ergebnismenge entfernt. Zudem waren zwei Beiträge [24,28] nicht zugänglich und wurden daher ebenfalls entfernt. Somit steht eine Literaturbasis von insgesamt 36 Beiträgen für die im nächsten Abschnitt durchgeführte inhaltliche Analyse zur Verfügung.

Tabelle 2: Quantitative Suchergebnisse pro Datenbank bzw. Outlet.

Datenbank / Outlet	Gesamte Treffer	Bereinigte Treffer
Scopus	32	15
Web of Knowledge	8	4
AISEL	55	15
MKWI 2008	0	0
MKWI 2010	1	1
MKWI 2012	5	4
WI 2007	0	0
WI 2009	1	0
WI 2011	1	0
WI 2013	1	1
Summe	104	40
Bereinigte Summe	**36**	

5.2 Klassifikation der Literaturfunde

Die zuvor grob gesichteten 36 Beiträge wurden gemäß dem entwickelten dreidimensionalen Ordnungsrahmen inhaltlich analysiert. Während der inhaltlichen Analyse wurden acht Beiträge ermittelt, die keinen übergeordneten Bezug zur Elektromobilität aufgewiesen haben, weshalb insgesamt 28 Beiträge als Literaturbasis für die Klassifikation zur Verfügung standen. Die Klassifikationsergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Klassifikation der Literaturfunde gemäß dem dreidimensionalen Ordnungsrahmen.

		Herausforderungen der Elektromobilität					Dienstleistungs-forschung				Paradigmen und Methoden der WI			
Autor(en)	**Referenz**	**Flexibilität**	**Wirtschaftlichkeit**	**Marktpotenzial**	**Institutionelles**	**Kundenakzeptanz**	**Potenzialdimension**	**Prozessdimension**	**Ergebnisdimension**	**Marktdimension**	**Design Research**	**Empirische Forschung**	**Literaturanalyse**	**Konzept. Forschung**
Adany und Tamir (2012)	[2]	X					X				X			
Al Junaibi und Farid (2013)	[3]	X		X			X				X			
Bradshaw und Donnellan (2013)	[10]					X		X	X			X		
Brandt (2013)	[11]		X			X				X				X
Brandt et al. (2013)	[12]		X				X							X
Brandt et al. (2012)	[13]		X	X			X							X
Ciechanowicz et al. (2012)	[17]		X	X						X	X			
Eisen (2013)	[21]				X	X	X							X
Flath et al. (2012)	[22]	X	X				X				X			
Gao et al. (2012)	[23]	X					X				X			
Günther und Pfeiffer (2012)	[25]	X					X	X						X
Hara et al. (2000)	[27]			X				X				X		
Hoerstebrock und Hahn (2012)	[31]		X							X	X			
Isert und Stamm (2013)	[33]	X					X				X			
Karbowski et al. (2012)	[34]	X	X											X
Khanna und Venters (2013)	[35]	X		X			X					X	X	
Lee et al. (2011)	[37]	X					X	X			X			
Lewandowski et al. (2012)	[38]			X			X				X			
Mählmann et al. (2012)	[40]		X			X	X			X				X
Masuch et al. (2011)	[42]	X							X		X			
Schmidt und Busse (2013)	[52]		X	X			X							X
Schuh et al. (2013)	[53]				X		X							X
Svarcas (2012)	[54]				X		X		X			X		
Wagner et al. (2013)	[59]			X				X	X					X
Wagner vom Berg et al. (2010)	[60]	X		X		X								X
Wang et al. (2010)	[62]	X			X		X							X
Werther und Hoch (2012)	[66]	X					X		X		X			
Yi und Kandukuri (2012)	[67]	X					X							X
Summe		14	9	9	**4**	**5**	19	**5**	**5**	**4**	11	**4**	**1**	13

6 Diskussion und Implikationen

Nach der Klassifikation der analysierten Literatur sind sämtliche Ausprägungen des Ordnungsrahmens in allen seinen Dimensionen – „Herausforderungen der Elektromobilität“, „Paradigmen und Methoden

der Wirtschaftsinformatik“ und „Handlungsfelder der Dienstleistungsforschung“ – abgedeckt. Es können jedoch große Unterschiede bei der Verteilung der Beiträge auf die einzelnen Ausprägungen beobachtet werden. Nachfolgend werden die bei der Analyse der Beiträge gefundenen Ergebnisse im Rahmen von Thesen zusammengefasst.

In der Dimension *Paradigmen und Methoden der Wirtschaftsinformatik* folgt der überwiegende Teil der Beiträge entweder dem Design Research Paradigma oder einer konzeptionellen Forschungsmethode, während Beiträge der empirischen Forschung oder auch systematische Literaturanalysen kaum in der Ergebnismenge vertreten sind. Ausnahmen bilden etwa die Beiträge von Bradshaw und Donnellan, Hara et al. sowie Khanna und Venters [10,27,35]. So beschreiben Bradshaw und Donnellan eine Erweiterung des originären Energy Informatics Frameworks nach Watson et al. um das Konzept der „eco-collaboration“, d. h. der Notwendigkeit gemeinsamer Anstrengungen von Partnern zu „Green IS“, und reflektieren diese Erweiterung vor dem Hintergrund von drei Fallstudien in der Bikesharing-Domäne [10]. Hara et al. werten in ihrem Beitrag die Ergebnisse einer Benutzerbefragung zu einer Carsharing-Plattform aus, die im Jahr 2000 in Yokohama umgesetzt wurde [27]. Khanna und Venters explizieren zunächst Forschungslücken bei der Berücksichtigung von Intermediären im Entwurf von Informationsinfrastrukturen anhand einer Literaturanalyse und stellen anschließend die kritische Rolle entsprechender Intermediäre auf der Basis einer Fallstudie zur Integration von E-Carsharing in den öffentlichen Nahverkehr in Berlin heraus [35].

Der Mangel an empirischen Forschungsarbeiten im Schnittbereich der drei Dimensionen Elektromobilität, Wirtschaftsinformatik und Dienstleistungsforschung lässt sich mit der bisher nur rudimentären konzeptionellen Entwicklung des betrachteten Schnittbereichs begründen. Aufgrund der noch unzureichenden Diffusion der Elektromobilität fehlen bislang Felddaten, die der Wirtschaftsinformatikforschung im Rahmen empirischer Studien zugänglich sind.

These 1: Der Beitrag der Wirtschaftsinformatik zu Dienstleistungen für die Elektromobilität beschränkt sich derzeit aufgrund der mangelhaften Diffusion der Elektromobilität noch auf konzeptionelle Arbeiten und die Entwicklung erster IT-Artefakte.

Ein genauerer Blick auf die Forschungsprozesse, die zur Entwicklung der IT-Artefakte in den betrachtetet Beiträgen angewendet worden sind, legt zudem nahe, dass keiner der Beiträge die Entwicklungsprozesse im Sinne der Standards des Design Science Research dokumentiert. So wurden bei einer weitergehenden inhaltlichen Analyse der als Design Research klassifizierten Beiträge insgesamt ein Sprachkonstrukt [66], vier Modelle [22,23,31,37], zwei Methoden [2,3] und vier Softwareimplementierungen [17,33,38,42] als zentrale Artefakte identifiziert. Die beschriebenen IT-Artefakte werden jedoch häufig nicht in praxisnahen Einsatzszenarien demonstriert oder evaluiert. Lediglich Al Junaibi und Farid, Isert und Stamm, Lewandowski et al., Masuch et al. sowie Werther und Hoch [3,33,38,42,66] evaluieren das IT-Artefakt an einem praxisnahen Beispiel. So wenden z. B. Lewandowski et al. [38] das entwickelte Flottenoptimierungssystem, das zur Datensammlung (Fahrtunterbrechungen, Beschleunigungen etc.), Auswertung der Energieeffizienz und Bestimmung optimaler Ladepunkte dient, während einer Testfahrt in Dortmund an. Masuch et al. definieren zur Evaluation der entwickelten App, die zur Energiepreis- und Weg-optimalen Buchung und Nutzung von Ladestationen dient, ein qualitatives, „typisches Szenario“ [42], das interaktive Elemente einer alltäglichen Elektrofahrzeugnutzung kombiniert und die Anwendbarkeit des Systems sowie des zugrunde liegenden Algorithmus zeigt [42]. Es ist zu erkennen, dass die zuvor benannten Evaluationsbeispiele nicht von besonderer Rigorosität geprägt sind.

Eine Erklärung für die oftmals nicht (ausreichend) praxisnahe Evaluation der IT-Artefakte könnte sein, dass die meisten der aufgefundenen Beiträge nicht auf dem Gebiet der Wirtschaftsinformatik bzw. der Information Systems Forschung entstanden sind, so dass die Entwicklung der Ergebnisse mithilfe der Methoden verwandter Fachdisziplinen erfolgt ist. Diese Beobachtung motiviert aus Sicht der Wirtschaftsinformatik die Entwicklung und Evaluation eigener IT-Artefakte anhand der in der Disziplin tradierten Forschungsmethoden, um bestehende Ergebnisse kumulativ weiterentwickeln zu können. Insbesondere erscheint die Durchführung multimethodischer Studien notwendig, um den Anforderungen von Rigorosität und Relevanz im Rahmen der Entwicklungsprozesse gleichermaßen Rechnung zu tragen.

These 2: Bestehende IT-Artefakte für Dienstleistungen im Bereich der Elektromobilität wurden kaum mit Bezug zu den in der Wirtschaftsinformatik tradierten Methoden des Design Science Research entwickelt und weisen häufig keine (ausreichend) praxisnahe Evaluation auf.

Der fehlende praktische Bezug der Elektromobilität manifestiert sich auch in der Erzeugung hauptsächlich konzeptioneller Artefakte, insbesondere repräsentiert durch Modelle und Methoden. So sind auch die zumeist prototypischen Softwareimplementierungen von einem konzeptionellen Charakter geprägt und stützen sich im Wesentlichen auf Modellansätze. So haben z. B. Ciechanowicz et al. ein Excel-Tool entwickelt, um verschiedene V2G-Szenarien ökonomisch zu bewerten [17]. Isert und Stamm haben ein Prognosesystem prototypisch implementiert, um Zeit-Ort-Kombinationen auf der Basis von Foursquare- und Google-Latitude-Daten zu prognostizieren, die u. a. für optimierte Ladestrategien in Recommender Systemen verwendet werden können [33].

Eine Implementierung der konzeptionellen IT-Artefakte mithilfe von Software scheint jedoch notwendig zu sein, um die Diffusion der entwickelten IT-Artefakte in die Praxis zu ermöglichen. Zudem ist die Implementierung von IT-Artefakten häufig eine wichtige Voraussetzung für ihre Evaluation in realen Einsatzszenarien.

These 3: Bisherige Forschungsarbeiten zu IT-basierten Dienstleistungen für die Elektromobilität umfassen nur selten eine Implementierung konzeptioneller Artefakte mithilfe von Software, so dass die Lösungen nur ansatzweise angewendet und evaluiert werden können.

Im Hinblick auf die im Rahmen der Wirtschaftsinformatikforschung adressierten Herausforderungen der Elektromobilität lässt sich festhalten, dass sich dieses Themenfeld zunehmend etabliert. Auf den wichtigsten deutschen Konferenzen MKWI und WI wurde das Thema in den letzten Jahren zwar nur ansatzweise adressiert (siehe Tabelle 2). Jedoch etabliert sich das Forschungsfeld im Rahmen von inhaltlich verwandten Teilkonferenzen auf der MKWI 2012 und 2014, während sich auf der WI-Konferenz erste Beiträge zur Elektromobilität ab 2010 identifizieren lassen. Jedoch ist die Forschung eher geprägt durch Themen der Energieinformatik (z. B. „Smart Grid“) und generelle ökologische Themen (z. B. „Green IT“), ohne dass bislang das generelle Themenfeld Elektromobilität fokussiert wird. Auch ein Fokus auf dienstleistungsspezifische Themen ist im Rahmen dieser Forschungsaktivitäten selten expliziert worden.

These 4: Die Wirtschaftsinformatikforschung untersucht verwandte Themenfelder zum Bereich der Elektromobilität, ohne jedoch die Entwicklung IT-basierter Dienstleistungskonzepte explizit zu verfolgen.

Die hohe Konzentration von Ergebnissen der Dienstleistungsforschung auf die Potenzialdimension zeigt, dass viele Forschungsarbeiten auf die zur Erbringung von Dienstleistungen und hybriden Leistungsbündeln notwendigen Produktionsfaktoren fokussieren. Diese Fokussierung erscheint als ein

nachvollziehbarer erster Schritt zur Untersuchung und Gestaltung des innovativen Forschungsthemas Elektromobilität. So befassen sich einige der untersuchten Beiträge mit der Entwicklung von Konzepten für die Standardortplanung von Ladesäulen für Elektrofahrzeuge (z. B. [31,38,67]). Ähnliche Beobachtungen wurden auch im Rahmen einer Retrospektive der im Rahmen öffentlich geförderter Forschungsprojekte entwickelten IT-Artefakte in der Dienstleistungsforschung gemacht [8]. Hingegen zeigt sich, dass die Entwicklung neuartiger Dienstleistungen im Rahmen der innovativen Integration verschiedener Potenziale sowie die Entwicklung von Prozessen zu deren Umsetzung bislang nur sehr rudimentär stattgefunden haben.

Entsprechend adressieren nur wenige Beiträge die Prozess- und Ergebnisdimension. So beschreiben Bradshaw und Donnellan in ihrem Beitrag drei Bikesharing Dienstleistungen und explizieren dabei rudimentär die diesen Dienstleistungen zugrunde liegenden Prozesse [10]. Hara et al. sowie Lee et al. spezifizieren in ihren Beiträgen jeweils den Ausleihprozess bei der Nutzung einer Carsharing-Dienstleistung [27,37]. Masuch et al. stellen verschiedene Dienstleistungen wie etwa Ladezustand- und Fahrpräferenz-abhängige Routenempfehlungen oder Informationen über die potenziell nutzbare Ladeinfrastruktur vor, die das Managementsystem eines Elektrofahrzeugs ergänzen und somit die Mobilitätserfahrung des Nutzers prägen [42]. Ähnlich zu Masuch et al. beschreiben Werther und Hoch eine technische Dienstleistungskomponente innerhalb des Elektrofahrzeugs, die sowohl mit dem Benutzer als auch mit der Ladeinfrastruktur interagiert, um eine optimale Nutzung des Autos und der Infrastruktur zu erreichen – etwa durch „smart charging“, „energy routing“ oder „car and ride sharing“ [66]. Günther und Pfeiffer beschreiben technische und prozessuale Anforderungen an ein Informationssystem, das die Kommunikation von onlinefähigen Ladesäulen aus der Sicht eines Ladesäuleninfrastrukturbetreibers ermöglicht [25]. Schließlich präsentieren Wagner et al. in ihrem Beitrag ein auf dem Energy Informatics Framework von Watson et al. basierendes V2G-Geschäftsmodell und erörtern prozessual dessen regulativen Einsatz [59].

Die Ergebnisse legen zudem nahe, dass ein stärkerer Fokus auf die spezifischen Anforderungen und Bedürfnisse von Kunden gelegt werden könnte, um die entwickelten Dienstleistungen zu kundenspezifischen Problemlösungen zu integrieren. Diese Beobachtungen motivieren insbesondere gestaltungsorientierte Arbeiten der Wirtschaftsinformatik.

These 5: Bisherige Forschungsarbeiten fokussieren die Potenzialdimension von Dienstleistungen, während diese Potenziale nur selten zur Entwicklung neuartiger Dienstleistungskonzepte und Prozesse kombiniert werden.

Im Hinblick auf die zu überwindenden Herausforderungen der Elektromobilität ist festzustellen, dass insbesondere die Konzepte *Institutionelles* und *Kundenakzeptanz* kaum adressiert worden sind. Hinsichtlich der Kundenakzeptanz identifizieren beispielsweise Mählmann et al. anhand eines angepassten Erfolgsmodells (nach DeLone und McLean) Erfolgsfaktoren für die Etablierung einer Infrastruktur für Informationssysteme in der Elektromobilität, die u. a. Qualitäts-, Nutzen-, Zufriedenheits- und Ertragsaspekte umfassen [40]. Unter Einbezug dieser Aspekte bei der Herstellung von Informationssystemen im Bereich der Elektromobilität versprechen sich die Autoren eine gesteigerte Nutzerakzeptanz, die insgesamt als zentraler Faktor für die Durchdringung der Elektromobilität angesehen wird. Hinsichtlich institutioneller Herausforderungen wird beispielsweise durch Svarcas eine Datenschutzanalyse für das von Toyota entwickelte Telematiksystem für Elektrofahrzeuge durchgeführt, um Risiken bezüglich der mit dem System einhergehenden Datenerhebungen (z. B. Standort, Aufenthaltszeit etc.) und Datentransfers benennen, einordnen und bewerten zu können [54].

Dagegen sind die Herausforderungen *Flexibilität, Wirtschaftlichkeit* und *Marktpotenzial* ein regelmäßiger Betrachtungsgegenstand der analysierten Beiträge. Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtung ist, dass die mangelnde Reichweite und Leistungsfähigkeit von Elektrofahrzeugen sowie die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu den anderen Herausforderungen als besonders wichtig erscheint. Eine andere Erklärung ist, dass sich diese Herausforderungen besonders gut mit den tradierten Methoden der Wirtschaftsinformatikforschung untersuchen lassen, so dass eine naheliegende Anschlussfähigkeit an bestehende Verfahren und Instrumente existiert.

Dennoch präsentieren sich auch die institutionellen Faktoren und die Akzeptanz der Elektromobilität durch die Verbraucher als vielversprechende Betrachtungsgegenstände der zukünftigen Wirtschaftsinformatikforschung.

These 6: Bisherige Forschungsarbeiten der Wirtschaftsinformatik fokussieren die Herausforderungen der Flexibilität, der Wirtschaftlichkeit und des Marktpotenzials der Elektromobilität. Eine stärkere Diversifizierung des Forschungsprofils der Wirtschaftsinformatik erscheint wünschenswert zur Entwicklung integrierter Lösungen für die identifizierten Herausforderungen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Literaturanalyse untersucht Beiträge der Wirtschaftsinformatik, die das Verständnis von Dienstleistungssystemen in der Elektromobilität verbessern oder Hinweise zu ihrer Gestaltung liefern. Dabei wurden drei Hauptergebnisse entwickelt. Kernkonzepte der *Dienstleistungsforschung* wurden mit den dominanten *Paradigmen und Methoden der Wirtschaftsinformatik* und aktuellen *Herausforderungen der Elektromobilität* zu einem Ordnungsrahmen verknüpft. Anhand dieses Ordnungsrahmens konnten Forschungsarbeiten klassifiziert und zueinander in Beziehung gesetzt werden. Das Vorgehen ist insofern beschränkt, dass nicht alle relevanten Beiträge mit der angewendeten Suchstrategie entdeckt werden konnten. So wurde zum Beispiel auf die von Webster und Watson empfohlenen Vorwärts- und Rückwärtssuchen [65] bewusst verzichtet, um den umfassenden Gegenstandsbereich dieses Literaturreview handhabbar zu gestalten. Darüber hinaus sind nicht nur die im Ordnungsrahmen genannten Aspekte für den Erfolg mit Dienstleistungsinnovation in der Elektromobilität wichtig. Vielmehr kommt in der Auswahl auch eine Priorisierung der Autoren zum Ausdruck.

Im Rahmen einer umfangreichen Diskussion erläutert der Beitrag weiterhin Schwerpunktfelder der bisherigen Forschung. Diese Diskussion liefert Anregungen für künftige Forschungsarbeiten, die den Stand der Forschung ergänzen.

Berücksichtigung des spezifischen Elektromobilitätskontexts: Aus einer inhaltlichen Perspektive bedarf insbesondere die Rolle des Kunden und des institutionellen Rahmens der Elektromobilität einer ausführlicheren Betrachtung. Die mangelnde Akzeptanz von Elektromobilität durch potenzielle Kunden ist eine Kernherausforderung, die bislang selten untersucht wird. Forschungsbedarf besteht auch beim Verständnis des Einflusses des institutionellen Rahmens, der insbesondere durch den moderierenden Einfluss von Standardisierungsvorhaben und des Rechts zum Ausdruck kommt. Aus einer methodischen Perspektive kann die zunehmende Verbreitung von Elektromobilität neue Möglichkeiten für empirische Studien ermöglichen, die zum Beispiel die Rolle des Kunden und des institutionellen Rahmens fokussieren.

Anwendung rigoroser Prozesse in der gestaltungsorientierten Forschung: Viele der beobachteten Forschungsergebnisse sind in gestaltungsorientierten Prozessen erarbeitet worden. Die meisten

Forschungsergebnisse wurden jedoch nicht gründlich demonstriert und evaluiert. Die Anwendung rigoroserer Forschungsprozesse verspricht zusätzliche Hinweise für die erfolgreiche Gestaltung von Artefakten und liefert Beiträge zu einem besseren Domänenverständnis. Dies schließt auch die Bereitstellung von IT-Artefakten in konkreten Softwareimplementierungen ein, die im Verhältnis zur Gesamtzahl der identifizierten IT-Artefakte nur selten beobachtet werden konnten. Softwarewerkzeuge machen Forschungsergebnisse einfacher zugänglich und erhöhen die Chance, konkrete Beiträge zur Überwindung der Herausforderungen bei der Etablierung von Elektromobilität zu leisten.

Berücksichtigung des Systemgedankens in der Elektromobilität: Dienstleistungsnetzwerke beruhen auf dem Paradigma der Integration. Die Auswertung der Literatur zeigt jedoch, dass Prozessbetrachtungen unterrepräsentiert sind und stattdessen häufig konkrete Ressourcen im Fokus stehen. Aus einer methodischen Sicht sind umfangreiche Fallstudien erfolgreicher Elektromobilitätskonzepte ein vielversprechender Ansatz, um Erfolgsfaktoren geglückter Integration zu identifizieren.

8 Danksagung

Dieser Beitrag wurde durch die Förderungen der BMBF-Projekte ‘CrowdStrom‘ (Crowdsourcing-Ladedienste durch Kleinanbieter als innovatives Geschäftsmodell; Förderkennzeichen 01FE13019) und ‘EOL-IS‘ (End-Of-Life Solutions für eCar-Batterien – Entwicklung hybrider Leistungsbündel und Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung; Förderkennzeichen 01FE13023) im Rahmen des Förderprogramms „Dienstleistungsinnovationen für Elektromobilität“ ermöglicht. Die Autoren danken dem Projektträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) für die Unterstützung.

9 Literaturverzeichnis

[1] ADAC (2013): ADAC Elektromobilität 2013: Umfrage im Auftrag des ADAC Technik Zentrums (Landsberg am Lech). http://www.konferenz-elektromobilitaet.de/programm/vortraege/Umfrage-Elektromobilitaet-2013.pdf. Abgerufen am 02.09.2013.

[2] Adany, R; Tamir, T (2012): Online algorithm for battery utilization in electric vehicles. In: *2012 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2012*. Warschau.

[3] Al-Junaibi, R; Farid, AM (2013): A method for the technical feasibility assessment of electrical vehicle penetration. In: *SysCon 2013 - 7th Annual IEEE International Systems Conference*. Orlando, Florida.

[4] Becker, J; Beverungen, D; Knackstedt, R (2008): Wertschöpfungsnetzwerke von Produzenten und Dienstleistern als Option zur Organisation der Erstellung hybrider Leistungsbündel. In Becker, J; Knackstedt, R; Pfeiffer, D (Hrsg), *Wertschöpfungsnetzwerke — Konzepte für das Netzwerkmanagement und Potenziale aktueller Informationstechnologien*. Physica, Heidelberg, Germany, 3–31.

[5] Becker, J; Beverungen, D; Knackstedt, R; Matzner, M; Müller, O; Pöppelbuß, J (2009): A Framework for Design Research in the Service Science Discipline. In: *Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2009)*. San Francisco.

[6] Becker, J; Beverungen, D; Knackstedt, R; Matzner, M; Müller, O; Pöppelbuß, J (2013): Bridging the Gap Between Manufacturing and Service Through IT-Based Boundary Objects. IEEE Transactions on Engineering Management 60(3):468–482.

[7] Becker, J; Beverungen, D; Knackstedt, R; Müller, O (2009): Model-Based Decision Support for the Customer-Specific Configuration of Value Bundles. EMISA 4(1):26–38.

[8] Becker, J; Beverungen, D; Matzner, M; Müller, O; Pöppelbuß, J (2011): Design Science in Service Research: A Framework-Based Review of IT Artifacts in Germany. In: H., Sinha, A. P., & Vitharana, P (Hrsg), *Service-Oriented Perspectives in Design Science Research: Proceedings of the 6th International Conference DESRIST 2011*. Milwaukee, Wisconsin.

[9] Berger, PL; Luckmann, T (1966): The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge. Anchor Books, New York.

[10] Bradshaw, R; Donnellan, B (2013): Optimizing Flow Network Design With A Green IS Framework: An Exploration Of The Bikeshare Domain. In: *ECIS 2013 Proceedings. Paper 36*. Utrecht.

[11] Brandt, T (2013): Information Systems in Automobiles–Past, Present, and Future Uses. In: *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems*. Chicago.

[12] Brandt, T; Feuerriegel, S; Neumann, D (2013): A Household-Oriented Approach to The Benefits of Vehicle-To-Grid-Capable Electric Vehicles. In: *Proceedings of 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik*. Leipzig.

[13] Brandt, T; Wagner, S; Neumann, D (2012): Road to 2020: IS-Supported Business Models for Electric Mobility and Electrical Energy Markets. In: *Thirty Third International Conference on Information Systems*. Orlando, Florida.

[14] British Petroleum (2013): BP Statistical Review of World Energy June 2013. http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf. Abgerufen am 27.08.2013.

[15] Bullinger, H-J; Schreiner, P (2006): Service Engineering: Ein Rahmenkonzept für die systematische Entwicklung von Dienstleistungen. In Bullinger, H-J; Scheer, A-W (Hrsg), *Service Engineering - Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistung*. Springer, Berlin, Heidelberg, 53–84.

[16] CEN; CENELEC (2011): Focus Group on European Electro-Mobility: Standardization for road vehicles and associated infrastructure. o. A.

[17] Ciechanowicz, D; Leucker, M; Sachenbacher, M (2012): Ökonomische Bewertung von Vehicle-to-Grid in Deutschland. In: *Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012*. Braunschweig.

[18] Deutsches Institut für Normung e.V. (2009): PAS 1094: Hybride Wertschöpfung - Integration von Sach- und Dienstleistung. Berlin.

[19] Döring, T (2012): Hat die Elektromobilität eine Zukunft? Wirtschaftsdienst 92(8):563–571.

[20] Edvardsson, B; Olsson, J (1996): Key Concepts for New Service Development. The Service Industries Journal 16(2):140–164.

[21] Eisen, JB (2013): Smart Regulation and Federalism for the Smart Grid. Harvard Environmental Law Review 37(1):1–56.

[22] Flath, CM; Ilg, J; Weinhardt, C (2012): Decision Support for Electric Vehicle Charging Decision Support for Electric Vehicle Charging. In: *AMCIS 2012 Proceedings*. Seattle, Washington.

[23] Gao, D; Zhang, Y; Li, X (2012): Information perception and intelligent management for electric vehicle charging-swap networks with the Internet of Things. In: *Proceedings - 2012 IEEE 12th International Conference on Computer and Information Technology, CIT 2012*. Chengdu, Sichuan.

[24] Gao, D; Zhang, Y; Li, X (2013): The internet of things for electric vehicles: Wide area charging-swap information perception, transmission and application. Advanced Materials Research 608-609:1560–1565.

[25] Günther, M; Pfeiffer, A (2012): Anforderungen an eine Software für den Betrieb von Ladeinfrastruktur aus Sicht eines Stadtwerkes. In: *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012 - Tagungsband der MKWI 2012*. Braunschweig.

[26] Hanna, R; Hazimeh, O; Kuhnert, F; et al. (2013): Charging forward. PwC's 2012 electric vehicle survey. Delaware.

[27] Hara, K; Teramoto, M; Takayama, M (2000): Electric vehicle sharing demonstration: the ITS/EV project urban rent-a-car system in the Yokohama Minato Mirai 21 area. In: *IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings*. Dearborn, Michigan.

[28] Hattori, Y; Shimoda, T; Ito, M (2011): Development of its information system for ev (electric vehicle). In: *18th World Congress on Intelligent Transport Systems and ITS America Annual Meeting 2011*. Orlando, Florida.

[29] Hein, R; Kleindorfer, PR; Spinler, S (2012): Valuation of electric vehicle batteries in vehicle-to-grid and battery-to-grid systems. Technological Forecasting and Social Change 79(9):1654–1671.

[30] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1):75–105.

[31] Hoerstebrock, T; Hahn, A (2012): Schema zur Ladeinfrastrukturbewertung für Elektromobilität. In: *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012 - Tagungsband der MKWI 2012*. Braunschweig.

[32] Hudert, S; Ditze, M; Konig, S; Fassler, V (2012): Transactional service life cycle management in smart electromobility ecosystems. In: *IEEE Symposium on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA*. Barcelona.

[33] Isert, C; Stamm, O (2013): Pre- and postdrive predictions. In: *SAE-China and FISITA (eds.), Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress, Lecture Notes in Electrical Engineering 200*. Beijing.

[34] Karbowski, D; Pagerit, S; Calkins, A (2012): Energy consumption prediction of a vehicle along a user-specified real-world trip. In: *26th Electric Vehicle Symposium 2012, EVS 2012*. Los Angeles, California.

[35] Khanna, A; Venters, W (2013): The Role Of Intermediaries In Designing Information Infrastructures In Strategic Niches : The Case Of A Sustainable Mobility Infrastructure Experiment In Berlin. In: *ECIS 2013 Proceedings. Paper 46*. Sofia.

[36] Lache, R; Nolan, P; Crane, J (2008): Electric Cars : Plugged In Batteries must be included. http://www.electricdrive.org/index.php?ht=a/GetDocumentAction/id/27929. Abgerufen am 29.08.2013.

[37] Lee, J; Nah, J; Park, Y; Sugumaran, V (2011): Electric Car Sharing Service Using Mobile Technology. In: *International Conference on Information Resources Management*. Natal.

[38] Lewandowski, C; Groning, S; Wietfeld, C (2012): Metropol-e: A system for analyzing and optimizing urban electric vehicle fleets. In: *Proceedings - 2012 International Conference on Connected Vehicles and Expo, ICCVE 2012*. Beijing.

[39] Maglio, PP; Vargo, SL; Caswell, N; Spohrer, J (2009): The service system is the basic abstraction of service science. Information Systems and e-Business Management 7(4):395–406.

[40] Mählmann, J; Groß, P-O; Breitner, MH (2012): Analysis and Discussion of Critical Success Factors of E-mobility Interconnected IS Infrastructure. In: *Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012: Neue Mobilität und Erneuerbare Energien*. Braunschweig.

[41] March, ST; Smith, GF (1995): Design and natural science research on information technology. Decision Support Systems 15(4):251–266.

[42] Masuch, N; Lützenberger, M; Ahrndt, S; Heßler, A; Albayrak, S (2011): A context-aware mobile accessible electric vehicle management system. In: *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2011*. Warschau.

[43] Mora, M; Gelman, O; Paradice, D; Cervantes, F (2008): The Case for Conceptual Research in Information Systems. In: *International Conference on Information Resources Management CONFIRM*. Niagara Falls, ON.

[44] Mosquet, X; Devineni, M; Mezger, T; et al. (2011): Powering Autos to 2020. The Era of the Electric Car. http://www.bcg.com/documents/file80920.pdf. Abgerufen am 29.08.2013.

[45] Nissan Motor Co. Ltd. (2010): NISSAN Sustainability Report 2010. http://www.nissan-global.com/EN/DOCUMENT/PDF/SR/2010/SR10E_P017_Environment.pdf. Abgerufen am 29.08.2013.

[46] NPE (2012): Progress Report of the German National Platform for Electric Mobility (Third Report). Berlin.

[47] Oates, BJ (2006): Researching information systems and computing. SAGE Publications, London ; Thousand Oaks, Calif.

[48] Peters, A; Agosti, R; Ryf, B (2011): Electric mobility – a survey of different consumer groups in Germany with regard to adoption. In: Lindström, T; Nilsson, L (Hrsg), *eceee 2011 Summer Study - Energy efficiency first: The foundation of a low-carbon society*. Belambra Presqu'île de Giens.

[49] Peters, A; Dütschke, E (2010): Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität Analyse aus Expertensicht. http://publica.fraunhofer.de/documents/N-145013.html. Abgerufen am 29.08.2013.

[50] Raghuram, S; Tuertscher, P; Garud, R (2009): Research Note--Mapping the Field of Virtual Work: A Cocitation Analysis. Information Systems Research 21(4):983–999.

[51] Ramaswamy, R (1996): Design and management of service processes. Addison Wesley, Upper Saddle River, NJ, USA.

[52] Schmidt, J; Busse, S (2013): The Value of IS to Ensure the Security of Energy Supply–The Case of Electric Vehicle Charging. In: *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems*. Chicago.

[53] Schuh, G; Fluhr, J; Birkmeier, M; Sund, M (2013): Information system architecture for the interaction of electric vehicles with the power grid. In: *10th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, ICNSC 2013*. Evry.

[54] Svarcas, F (2012): Turning a New LEAF: A Privacy Analysis of CARWINGS Electric Vehicle Data Collection and Transmission. Santa Clara Computer & High Technology Law Journal 29(1):165–197.

[55] Teichmann, GA; Trützschler, J; Hahn, C; Schäfer, PK; Hermann, A; Höhne, K (2012): Elektromobilität Normen bringen die Zukunft in Fahrt. http://www.pwc.de/de_DE/de/offentliche-unternehmen/assets/studie_normung.pdf. Abgerufen am 29.08.2013.

[56] Trigg, T; Telleen, P (2013): Global EV Outlook - Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVOutlook_2013.pdf. Abgerufen am 29.08.2013.

[57] United Nations (1992): Agenda 21.

[58] United Nations (1998): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html. Abgerufen am 29.08.2013.

[59] Wagner, S; Brandt, T; Neumann, D (2013): Beyond Mobility-An Energy Informatics Business Model For Vehicles In The Electric Age. In: *ECIS 2013 Proceedings. Paper 177*. Utrecht.

[60] Wagner vom Berg, B; Köster, F; Gómez, JM (2010): Elektromobilität : Gegenwart oder Zukunft? Förderung der Elektromobilität durch innovative Infrastruktur- und Geschäftsmodelle. In: *Tagungsband der Multikonferenz für Wirtschaftsinformatik 2010: Automotive Services 2010*. Göttingen.

[61] Wallentowitz, H; Freialdenhoven, A; Olschewski, I (2010): Strategien zur Elektrifizierung des Antriebstranges: Technologien, Märkte und Implikationen. Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.

[62] Wang, H; Xu, H; Jones, AK (2010): Crucial issues in logistic planning for electric vehicle battery application service. In: *Proceedings - 2010 International Conference on Optoelectronics and Image Processing, ICOIP 2010*. Haiko.

[63] Warrier, D; Osborne, J; Odama, Y (2009): THE RACE FOR THE ELECTRIC CAR : A Comprehensive Guide To Battery Technologies And Market Development. http://www.emic-bg.org/files/tweisel_electric_cars.pdf. Abgerufen am 29.08.2013.

[64] Watson, R; Boudreau, M; Chen, A (2010): Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. MIS quarterly 34(1):23–38.

[65] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. Management Information Systems Quarterly 26(2):xiii–xxiii.

[66] Werther, B; Hoch, N (2012): E-mobility as a challenge for new ICT solutions in the car industry. In: *6th International Symposium on Trustworthy Global Computing. Revised Selected Papers*. Aachen.

[67] Yi, P; Kandukuri, Y (2012): Optimum Location Identification of Plug-In Electric Vehicle Charging Stations Based on Graphic Weighting. In: *CICTP 2012: Multimodal Transportation Systems - Convenient, Safe, Cost-Effective, Efficient - Proceedings of the 12th COTA International Conference of Transportation Professionals*. Beijing.

Teilkonferenz: Student Track

Ziel des Student Tracks ist es, Studierenden die Möglichkeit zu eröffnen, sich aktiv in die Multikonferenz Wirtschaftsinformatik einzubringen. Angesprochen werden Studierende auf Master-Ebene, die sich entweder für eine IT-bezogene Position in der Wirtschaft oder für eine Promotion in der Wirtschaftsinformatik interessieren. Der Student Track soll eine Plattform bieten, über die sich Studierende, Wissenschaftler und Praktiker begegnen und im fachlichen Diskurs intensiv kennenlernen. Studierende aller Standorte und Fachrichtungen der Wirtschaftsinformatik wurden aufgerufen, qualitativ hochwertige Arbeiten einzureichen. Die Beiträge wurden von mindestens zwei unabhängigen Mitgliedern des internationalen Programmkomitees begutachtet. Eingereicht wurden sowohl Work-in-Progress-Paper als auch kürzlich abgeschlossene Qualifikationsarbeiten. Eine Mitwirkung der Betreuer als Co-Autoren wurde dabei begrüßt. Ferner wurden Gruppenarbeiten von mehreren Studierenden berücksichtigt. Weitere vielversprechende Arbeiten sind als Poster-Präsentationen akzeptiert worden.

Unser besonderer Dank gilt den zahlreichen Kollegen, die im Programmkomitee mitgewirkt haben: Jörg Becker, Werner Esswein, Torsten Eymann, Ulrich Frank, Thomas Hess, Roland Holten, Reinhard Jung, Dimitris Karagiannis, Ulrike Lechner, Peter Loos, Ronald Maier, Florian Matthes, Kathrin Möslein, Markus Nüttgens, René Riedl, Detlef Schoder und Alfred Taudes.

Das Liechtenstein Chapter of the AIS hat einen Best Paper Award ausgelobt, für den vier Arbeiten nominiert worden sind. Dies sind in alphabetischer Reihenfolge der Erstautoren die Arbeiten von Mario Hanselmann, Alexander Simons und Oliver Müller zu „Toward a Method for Developing a Service Portfolio for a Supply Chain Center of Excellence“ von der Universität Liechtenstein, Pouya Aleatrati Khosroshahi, Matheus Hauder und Sascha Roth zu „Impact of Solvency II on the Enterprise Architecture of Insurances: A Qualitative Study in Germany“ von der Technischen Universität München, Frederik Leonhardt, Andreas Emrich, Alexandra Theobalt und Peter Loos zu „Disconnected Query Evaluation and Proactive Caching in Distributed Mobile Recommender Systems“ von der Universität des Saarlandes und von Peter Trier, Paul Glowalla und Ali Sunyaev zu „Globales Life-Cycle-Trackingsystem für elektronische Konsumgüter“ von der Universität zu Köln. Die Vergabe des Preises wird durch ein Komitee auf der Konferenz erfolgen.

Wir möchten allen Studierenden, die ihre Arbeiten im Student Track präsentieren werden, noch einmal herzlich gratulieren. Der Begutachtungsprozess war sehr kompetitiv. Zugleich empfehlen wir alle Beiträge des Konsortiums sehr zur Lektüre. Sie enthalten viele spannende Anregungen für zukünftige Forschungsarbeiten.

Februar 2014

Jan vom Brocke, Bernd Schenk

(Teilkonferenzleitung)

Nutzen von In-Memory Computing am Beispiel von SAP HANA

Johannes Werner

Universität Göttingen, 37073 Göttingen, E-Mail: johannes.werner@stud.uni-goettingen.de

Kevin Spiekermann

Universität Göttingen, 37073 Göttingen, E-Mail: kevin.spiekermann@stud.uni-goettingen.de

Abstract

In-Memory Computing verspricht große Leistungssteigerungen und Vereinfachungen, vor allem, aber nicht ausschließlich, im Bereich der Datenbanken, und es werden bereits erste kommerzielle Produkte vertrieben. Allerdings konnte die Frage nach dem tatsächlichen betriebswirtschaftlichen Nutzen dieser Technologie noch nicht ausreichend beantwortet werden. Der vorliegende Beitrag leitet auf Basis einer Literaturstudie den betriebswirtschaftlichen Nutzen der in der Literatur erkannten Potenziale mithilfe von Wirkungsketten systematisch her. Er stellt eine Grundlage für die Nutzenbeurteilung der neuen Technologie sowie weitergehender Forschung dar.

1 Einleitung

Dass In-Memory Computing (IMC) weitreichende Umbrüche in der Unternehmens-IT hervorrufen könnte, wurde von Plattner erstmalig diskutiert [14]. In-Memory Computing bedeutet, dass die gesamte Datenhaltung einer Datenbank im Arbeitsspeicher stattfindet und sämtliche Abfragen dort bearbeitet werden. In Verbindung mit modernen Multikernprozessoren und neuen Datenbanktechnologien wird dadurch die Geschwindigkeit maßgeblich gesteigert. Plattner prognostiziert, dass der Geschwindigkeitsvorteil neue Möglichkeiten des Betriebsablaufs schaffen könnte [14]. Die Idee wurde schon in den 1980er Jahren diskutiert. Allerdings fehlten damals noch die technischen Möglichkeiten, sie umzusetzen [27]. Da die hardwareseitigen Voraussetzungen mittlerweile gegeben sind, haben Anbieter wie bspw. SAP damit begonnen, entsprechende Lösungen zu entwickeln. Allerdings wurde der betriebswirtschaftliche Nutzen dieser Technologie bisher nur in einzelnen Anwendungsbereichen untersucht. Eine breit aufgestellte Analyse des Nutzens wurde noch nicht vorgenommen. Daher regte Winter bereits weitere Forschung in diesem Bereich an [25].

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der systematischen Erfassung von in verschiedenen Artikeln identifizierten Potenzialen dieser neuen Technologie. Die Herleitung des Nutzens geschieht anhand von Wirkungsketten. Durch diese Methodik werden die Herleitung und Beurteilung des Nutzens vereinfacht und Zusammenhänge aufzeigt. Im Fokus dieser Arbeit steht die In-Memory Appliance von SAP, genannt HANA. Dieses Produkt wurde als eines der ersten kommerziellen Produkte aus dem Bereich der In-Memory Appliances, d. h. einer Kombination aus Hard- und Software, ausgewählt.

Der vorliegende Artikel gliedert sich wie folgt: zunächst wird in Abschnitt 2 der Begriff des In-Memory Computing erläutert. Danach werden in Abschnitt 3 die Literaturstudie sowie die Methode der Wirkungsketten erklärt und die einzelnen Wirkungsketten für IMC vorgestellt, die aus der ermittelten Literatur abgeleitet wurden. Zuletzt werden in Abschnitt 4 die Ergebnisse des Artikels zusammengefasst.

2 In-Memory Computing

Unter dem Begriff „In-Memory Computing“ wird die Verwendung des Hauptspeichers anstelle magnetischer Speichermedien wie Festplatten zur Datenhaltung von Datenbanken verstanden. Neben diesem werden auch Begriffe wie In-Memory Datenbank (IMDB), Main-Memory Datenbank (MMDB) oder Hauptspeicherdatenbanksystem (HDBS) verwendet [6; 7]. Dieses Konzept ist nicht neu, sondern stammt aus den 1980er Jahren. Allerdings kann es technisch erst seit einigen Jahren realisiert werden. Die Begründung liegt zum einen darin, dass die Preise für Arbeitsspeicher gefallen sind und zum anderen, dass das Datenvolumen der Speichermedien gestiegen ist [27]. Dadurch können heutzutage die gesamten Datenbestände von Unternehmen im Arbeitsspeicher gehalten werden [8].

Als größter Vorteil von In-Memory Computing ist die erhöhte Geschwindigkeit, im Gegensatz zur Datenhaltung auf herkömmlichen Speichermedien, zu sehen [13; 20; 26]. So benötigt bspw. ein Festplattenzugriff 5.000.000 ns wohingegen ein Arbeitsspeicherzugriff nur 100 ns in Anspruch nimmt, was nur 0,002 % des Festplattenzugriffs sind. In Kombination mit Optimierungen durch neuere Algorithmen und spezielle Konzepte wie spaltenbasierter Datenspeicherung kann der Geschwindigkeitszuwachs beim Datenzugriff noch gesteigert werden [15]. Derzeitige In-Memory Appliances, wie SAP HANA oder Oracle TimesTen stellen daher eine grundlegende Veränderung des klassischen Datenbankdesigns dar [7].

Seit ungefähr drei Jahren ist verstärkt Literatur zum Thema IMC zu finden. Bisher liegt jedoch wenig praktische Erfahrung mit der Technologie vor und die Forschung hierzu steht noch am Anfang. Daher beschränken sich aktuelle Artikel vor allem darauf, zukünftige Potenziale zu prognostizieren. Insgesamt wird der Technologie hohe Nützlichkeit zugesprochen, die bisher noch nicht belegt werden konnte [8, 25]. Ebenfalls werden durch SAP und Oracle bereits erste Appliances kommerziell vertrieben [7]. Im folgenden Kapitel werden Potenziale anhand einer Literaturstudie ermittelt und mithilfe von Wirkungsketten systematisch geordnet.

3 Nutzen des In-Memory Computing

In diesem Kapitel wird zunächst das Vorgehen bei der Literaturstudie beschrieben und die Methode der Wirkungsketten zur Nutzenbestimmung von IT dargestellt. Anschließend werden verschiedene Wirkungsketten, die durch IMC auftreten können, aufgezeigt.

3.1 Vorgehen bei der Literaturstudie

Das Vorgehen der durchgeführten Literaturstudie orientiert sich an der von Fettke [4] beschriebenen Methodik. Die Literaturstudie wurde in drei Schritten durchgeführt, der Literatursuche, der Literaturauswertung und der Analyse und Interpretation der ermittelten Literatur. Im Folgenden werden zunächst die Literatursuche und die Literaturauswertung beschrieben. Anschließend folgt ab Abschnitt 3.2 die Analyse und Interpretation der Literatur mittels der Methode der Wirkungsketten.

Zunächst wurde eine Literaturrecherche über Bibliotheks- und Bibliotheksverbundkataloge durchgeführt. Die zu untersuchende Thematik ist erst durch den technologischen Fortschritt in den letzten Jahren in den Fokus der wissenschaftlichen und praktischen Diskussion gelangt. Deshalb wurde die Recherche über spezielle Literaturdatenbanken betrieben, die neben wissenschaftlichen Zeitschriften auch Konferenzbeiträge abdecken, wodurch aktuellere Beiträge berücksichtigt wurden. Bei der Verwendung von Literaturdatenbanken wurden die Titel, Abstracts und Volltexte nach den verwendeten Suchbegriffen durchsucht. Da keine einzelne Datenbank alle wissenschaftlichen Zeitschriften und Artikel abdeckt, wurden verschiedene Datenbanken zur Suche verwendet. Als Suchbegriffe wurden die im vorherigen Kapitel vorgestellten Begriffe für IMC sowie Übersetzungen und Synonyme verwendet. Daneben wurde auch nach der Produktbezeichnung SAP HANA gesucht, da dies eines der ersten kommerziellen In-Memory Datenbank Produkte ist und durch die Arbeit von Plattner auch in der wissenschaftlichen Diskussion steht [14]. Es wurden Artikel im Zeitraum von 2009 bis 2012 gesucht, um die Aktualität der Ergebnisse sicherzustellen. Als Anfangszeitpunkt wurde der Diskussionsanstoß von Plattner [14] gewählt und als Endzeitpunkt der Abschluss der Literaturrecherche für diesen Artikel. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die verwendeten Literaturdatenbanken und Suchbegriffe, wobei alle Suchbegriffe in allen aufgeführten Datenbanken verwendet wurden.

Verwendete Literaturdatenbanken	Verwendete Suchbegriffe
Academic Search Complete (EBSCOHost) ACM Digital Library Business Source Complete (EBSCOHost) Business Source Premier (EBSCOHost) IEEE Explore ProQuest Science & Technology Gartner.com Konferenzen der WI & MKWI Americas Conference on Information Systems (AMCIS) International Conference on Information Systems (ICIS)	„In-Memory Computing“ „In-Memory Datenbank“ „In-Memory Database“ „IMDB“ „Main-Memory Datenbank“ „Main-Memory Database“ „MMDB“ „SAP HANA“

Tabelle 1: Verwendete Literaturdatenbanken und Suchbegriffe

Die ermittelten Ergebnisse wurden anschließend gesichtet. Dazu wurden die Abstracts der gefundenen Artikel gelesen. Wenn ein Artikel nicht im Zusammenhang mit der Thematik stand, wurde er unmittelbar verworfen. Wenn dies nicht der Fall war, wurde der Artikel in den weiterführenden Auswertungsprozess übernommen. Bei besonders einschlägigen und daher gut zur Thematik passenden Artikeln wurde eine Zitationsanalyse mittels Rückwärtssuche gemäß Webster und Watson [24] durchgeführt. Stellenweise wurde ebenfalls eine Vorwärtssuche verwendet, um weitere Artikel zu identifizieren [24]. Um alle Entwicklungen in diesem noch jungen Forschungsfeld zu erfassen wurden an dieser Stelle der Literaturrecherche keine Einschränkungen hinsichtlich der genutzten Zeitschriften oder Konferenzbeiträge getroffen. In diesem Abschnitt der Studie wurden insgesamt 123 Beiträge ermittelt.

Nachdem im ersten Schritt potenziell relevante Artikel ermittelt wurden, folgte im zweiten Schritt die detaillierte Analyse der Artikel. Dazu wurden die ermittelten Artikel inhaltlich hinsichtlich ihrer Relevanz begutachtet. Von den ursprünglich identifizierten 123 Beiträgen zeigen 21 Beiträge konkrete Nutzenpotenziale auf und konnten daher für die Analyse mittels der Wirkungsketten genutzt werden. Daher wurden nur diese in den weiteren Auswertungsprozess übernommen.

Der gesamte Prozess ist in Bild 1 dargestellt, aus dem auch die Anzahl der ermittelten Literatur in den einzelnen Schritten deutlich wird.

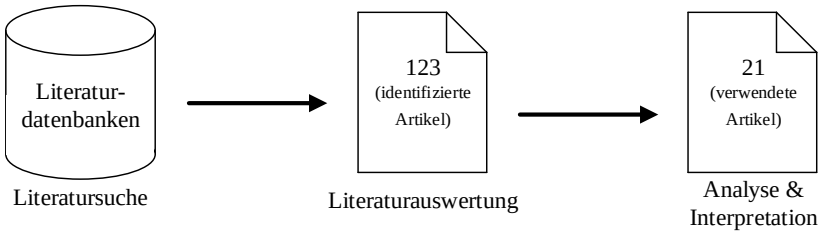


Bild 1: Prozess der Literaturstudie

3.2 Wirkungsketten

Beim Einsatz von IT tritt zunächst ein primärer Nutzen im Unternehmensbereich des Einsatzes auf. Neben diesem primären Nutzen kann auch sekundärer Nutzen in anderen Bereichen des Unternehmens auftreten. Um diesen Zusammenhang zwischen den lokalen und den unternehmensweit auftretenden Nutzeffekten zu beschreiben, können Wirkungsketten eingesetzt werden. Mit dieser Methode können Nutzeffekte strukturiert und vollständig dargestellt werden. Darauf aufbauend ist auch eine monetäre Bewertung der Wirkungen möglich [19]. Zudem können mittels Wirkungsketten auch Abhängigkeiten

zwischen einzelnen Nutzeffekten aufgedeckt und beschrieben werden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nachverfolgung der Nutzeffekte [16].

Nachdem die Wirkungen des IT-Einsatzes mittels einer Wirkungskette beschrieben wurden, kann weiterführend eine Bewertung des Nutzens vorgenommen werden. Dabei ist die abschließende Bewertung monetär. In einem vorgelagerten Schritt kann der Nutzen jedoch nach Schröder und Kesten zunächst in die folgenden Nutzenkategorien eingeteilt werden:

- Prozessbezogene Wirkungen (z. B. Arbeitszeiteinsparung, schnellere Reaktionsmöglichkeiten, bessere Entscheidungsgrundlagen, Verbesserung der Prozessqualität)
- IT-Bezogene Wirkungen (Verbesserung der Datensicherheit, Verringerung von Administrations- und Wartungskosten)
- Ressourcenbezogene Wirkungen (z. B. Verringerung des Raumbedarfs, Materialeinsparungen)
- Kunden- und marktbezogene Wirkungen (z. B. Verbesserung der Produktqualität) [18].

Im Folgenden sind die durch IMC in der Literatur beschriebenen Potenziale anhand von Wirkungsketten strukturiert dargestellt. In einer primären Wirkungskette werden die technischen Neuerungen dargestellt, welche zur erhöhten Performanz des IMC führen. Dies bildet die Ausgangsbasis für weitere Wirkungsketten und wird dort entsprechend als Ausgangsbasis übernommen. Die restlichen Wirkungsketten sind nach den thematischen Bereichen, in denen die Wirkung einzuordnen ist, zur besseren Übersichtlichkeit getrennt dargestellt.

3.3 Primäre Wirkungskette

Als bedeutendster Vorteil des IMC sind die kurzen Antwortzeiten der Datenbank zu nennen [13; 20; 26]. Dadurch ist es dem Nutzer möglich, ad-hoc-Abfragen auf einer operationalen Datenbank zu stellen und dabei auf den Übertragungsprozess in eine analytische Datenbank sowie die Erstellung von Datenaggregaten zu verzichten [6; 9; 10; 12; 22]. Dies erhöht die Performanz der Datenbank. Die erhöhte Performanz setzt sich aus den kurzen Antwortzeiten und der Möglichkeit von zeilen- und spaltenbasierter Datenverarbeitung zusammen, wie in Bild 2 dargestellt. Mithilfe von In-Memory Computing ist eine Unterteilung in spalten- und zeilenbasierte Datenbanken nicht mehr notwendig. Bspw. ist SAP HANA fähig, mit beiden Formaten umzugehen, ohne dass es zu Beeinträchtigungen für den Betrieb kommt [3; 21]. Zeilen- und spaltenbasierte Datenbanken bieten unterschiedliche Vorteile. So eignet sich eine zeilenbasierte Datenbank vor allem für viele schreibende Zugriffe und daher für operative Systeme, welche häufig Daten ändern, löschen oder hinzufügen. Spaltenbasierte Datenbanken hingegen sind sehr schnell bei lesenden Zugriffen, was sie für die Verwendung als analytische Datenbanken prädestiniert [6]. Untersuchungen haben ermittelt, dass in Unternehmen hauptsächlich lesende Zugriffe auf Datenbanken genutzt werden. Deshalb bietet sich eine spaltenbasierte Datenbank an, da hierdurch die Performanz insgesamt gesteigert werden kann [22]. Die spaltenbasierte Ablage von Daten ermöglicht außerdem eine bessere Komprimierung, wodurch wiederum Speicherplatz eingespart werden kann [6]. Auch dies beeinflusst die Performanz positiv. Nachfolgend sind in Bild 2 die beschriebenen Wirkungen als Wirkungskette dargestellt. Die in den folgenden Abschnitten dargestellten, an Bild 2 anschließenden, Wirkungsketten beschreiben Wirkungen, die erst durch erhöhte Performanz möglich werden.

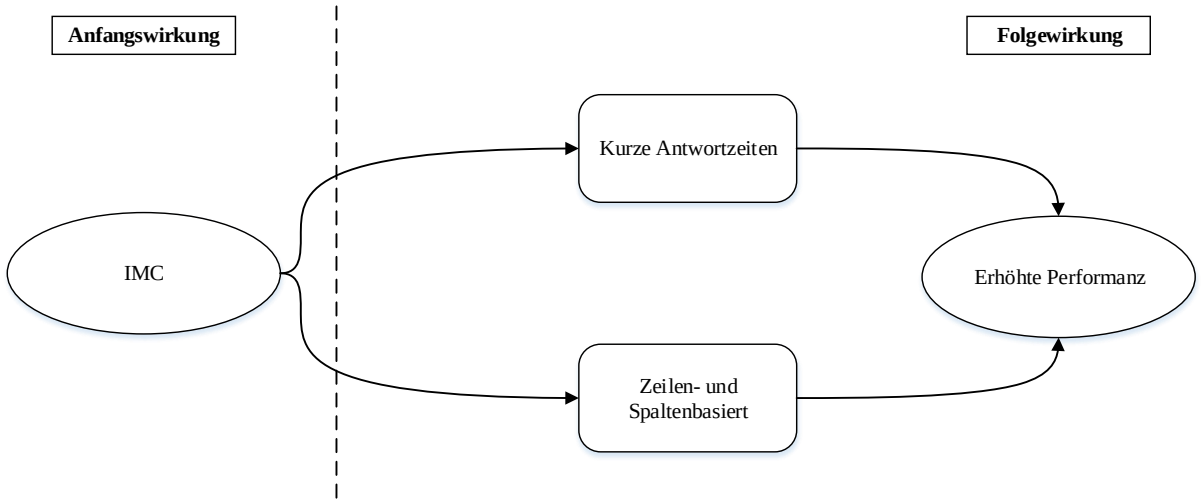


Bild 2: Primäre Wirkungskette

3.4 Administrative Wirkungskette

Von Piller und Hagedorn wird erwähnt, dass die Beschleunigung von Abfragen einen Releasewechsel von großen Softwaresystemen im laufenden Betrieb leichter machen soll. Bisher bieten sich hierfür nur eine begrenzte Anzahl an Gelegenheiten im Jahr an, da auf viele Batch-Prozesse gewartet werden muss. Diese Batch-Prozesse führen Transaktionen auf den Datenbanken aus, welche teilweise viele Stunden in Anspruch nehmen. Für einen Releasewechsel des darüber liegenden Systems muss auf die Batch-Prozesse gewartet werden. Das in der Literatur vorliegende Beispiel stammt aus dem Einzelhandel. Im selben Beispiel wird auch die Entlastung der Unternehmens-IT zu Spitzenzeiten genannt. Ohne die Performanzsteigerung durch In-Memory Computing sei es schwer möglich, bestimmte Batch-Prozesse, wie etwa die Warenverbuchung oder Fakturierung eines Tages im Einzelhandel, in ausreichender Geschwindigkeit abzuwickeln [13; 20].

Daneben werden viele Schnittstellen zur Kommunikation mit der Datenbank angeboten. Bei SAP HANA sind diese: SQL, SQLScript und domänenspezifische Sprachen [3]. Da es sich um weit verbreitete Standards handelt, die auch von anderen Softwareanbietern verwendet werden, können potenzielle Lock-In Effekte vermieden werden. Der Wechsel zu anderen Datenbankanbietern kann hierdurch vereinfacht werden. Die beiden genannten Potenziale führen zu schnelleren Reaktionsmöglichkeiten, da sich das Unternehmen schneller auf seine Umwelt einstellen kann.

Auch wäre eine „Single Source of Truth“ sichergestellt, wenn alle Daten abteilungsübergreifend in einer einzigen Datenbank gehalten würden [6]. Durch die erhöhte Performanz könnten mehrere Abteilungen auf der gleichen Datenbank arbeiten, ohne sich gegenseitig im Arbeitsablauf zu beeinträchtigen. Dies verbessert den Datenaustausch zwischen den Abteilungen und erhöht dadurch die Reaktionsgeschwindigkeit des Unternehmens.

Des Weiteren wird argumentiert, dass IMC zu einer Vereinfachung des Datenbankdesigns führt. So müssen keine Indizes mehr eingepflegt werden, da die Datenbank auch ohne derartige Optimierungen schnell genug arbeitet. Außerdem erübrigen sich Techniken zur Pufferung von Daten im Hauptspeicher und komplexe Synchronisationen, welche wiederum zu einer Senkung der Komplexität und damit zu geringeren Wartungsaufwand und -kosten führen [5].

Es kann auf herkömmliche Optimierungsmethoden, wie die Aufteilung von Anwendungssystemen in verschiedene Schichten, von denen die Datenbank die unterste darstellt, verzichtet werden [2]. Weitere

Schichten optimieren Zugriffe auf die Datenebene, um insgesamt die Zahl der Zugriffe zu verringern und dadurch die Performanz zu steigern. Das Weglassen von zusätzlichen Schichten vereinfacht die zukünftige Anwendungsentwicklung erheblich. So müssen Optimierungen zukünftig nicht mehr programmiert werden, was Zeit und Kosten einspart. Außerdem können datenintensive Teile einer Anwendung direkt in der Datenbank ausgeführt werden, was unnötige Datenverschiebungen zwischen Datenbank und Applikationsserver und damit Performanzminderungen vermeidet [2].

Daneben ist es auch möglich, bereits existierende automatische Optimierungsläufe der Datenbank, die bisher lange dauern, zu verkürzen. Die eingesparte Zeit kann für manuelle Eingriffe oder neue Durchläufe genutzt werden [20]. Dies senkt wiederum die anfallenden Wartungs- und Administrationskosten.

Alle Folgewirkungen dieses Bereiches sind nachfolgend in Bild 3 dargestellt und lassen auf eine IT-bezogene Wirkung, in Form von verringerten Wartungs- und Administrationskosten, schließen.

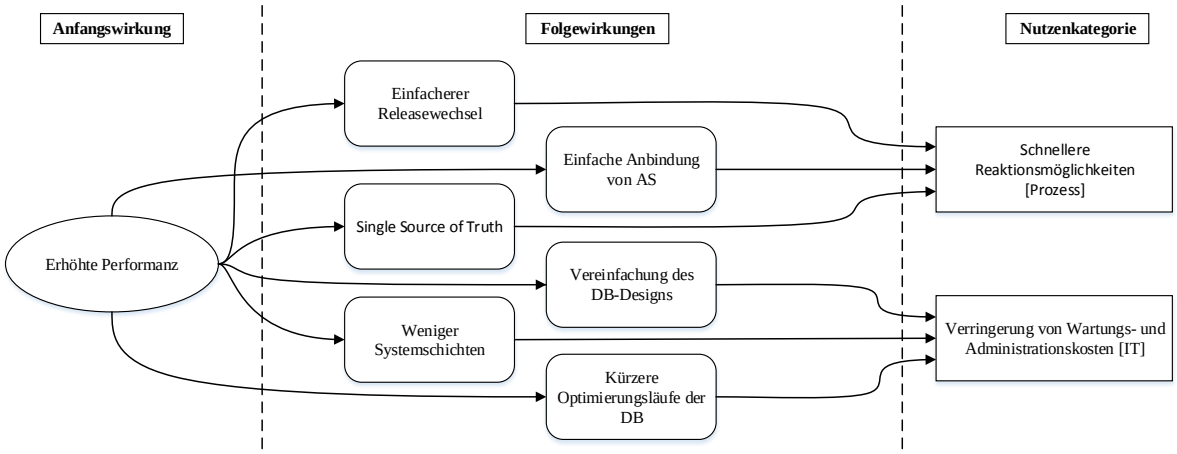


Bild 3: Administrationswirkungskette

3.5 DWH-Wirkungskette

Die hohe Performanz von IMC ermöglicht die Abwicklung sowohl von operativen als auch analytischen Abfragen, was zu einer Veränderung der Systemlandschaft führen kann. Sofern es möglich ist, gesonderte Datenbanken und Prozesse speziell für analytische Zwecke aufzugeben ließe sich die gesamte Struktur eines Data Warehouse (DWH) sparen. Dies würde die Komplexität der Systemlandschaft deutlich verringern und Redundanzen vermeiden [5; 6; 14] und dadurch Kostenersparnisse bieten. Durch den Wegfall eines DWH würden die automatisierten Aufgaben zum Übertragen der Daten ebenfalls entfallen. Dies führt zu einer Ersparnis von Rechenleistung, zudem müssen automatisierte Aufgaben nicht durch Personal erstellt oder angepasst werden, sodass Arbeitszeit und damit Kosten eingespart werden können [1; 6; 10]. Dies würde außerdem die Datenredundanz im Unternehmen senken und bspw. Fehler beim Übertragen der Daten ins DWH vermeiden [22; 25]. Außerdem werden Analysen durch In-Memory Technologie verbessert. So sind bspw. keine Verdichtungen mehr notwendig, wie sonst beim Laden der Daten in ein DWH üblich. Dies bedeutet, dass bis auf die einzelnen Datensätze ausgewertet werden kann [13]. Durch den Einsatz der In-Memory Technologie können zudem unternehmensexterne Daten, sofern sie zur Analyse herangezogen werden sollen, schneller als zuvor importiert und bereitgestellt werden. Hierdurch erhöht sich die Aktualität externer Daten [23]. Es sei allerdings angemerkt, dass der vollständige Wegfall des DWH durch die oben genannte Literatur kritisch gesehen wird. So wird teils angemerkt,

dass ein DWH ggf. auch weiterhin aus Gründen der Unabhängigkeit der Analysen zum operativen Geschäftsablauf und der Art der Analyseoperationen bestehen bleiben muss.

Im folgenden Bild 4 sind die Wirkungen in Bezug auf das Business Intelligence (BI) dargestellt. Aus den Wirkungen folgen dabei prozessbezogene sowie IT-bezogene Nutzeffekte.

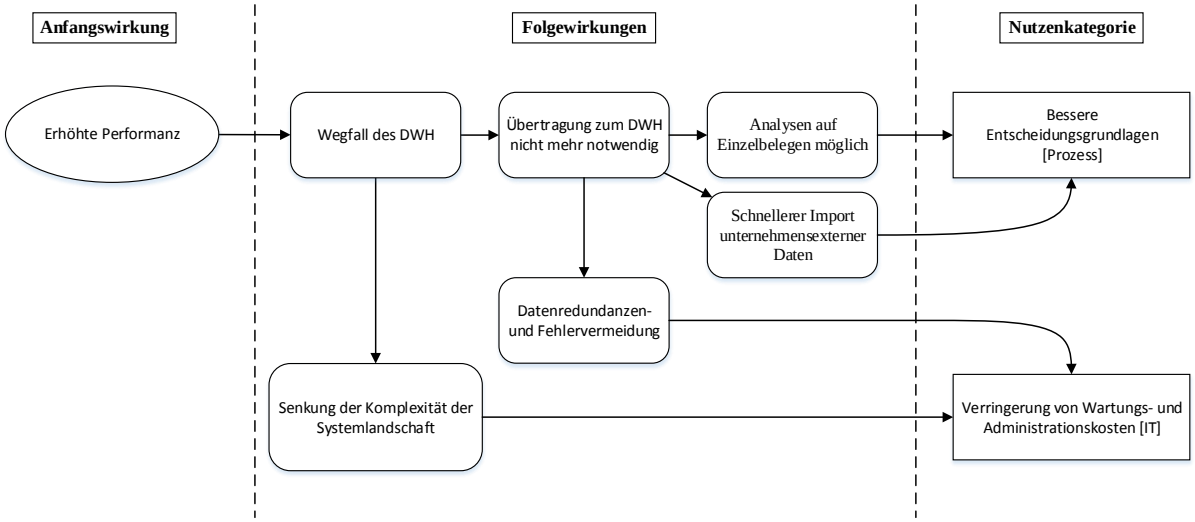


Bild 4: Wirkungskette der Folgen für das BI

3.6 Wirkungskette der Folgen für das Management

Eine neue Möglichkeit, welche sich durch die erhöhte Performanz ergibt, ist der vermehrte Gebrauch von Simulationen, um sich auf unbekannte Situationen in der Zukunft einzustellen. Dies ist nun flächendeckend möglich, da die hierfür notwendigen und aufwendigen Batchprozesse entfallen, da die aktuellen Daten jederzeit vorliegen [22; 27]. Auch können Simulationen durchgeführt werden, welche vorher zu lange gedauert hätten, um einen Nutzen zu erzeugen [20].

Daneben gibt es neue Vorhersagemöglichkeiten für Ereignisse, die auch als „Predictive Analytics“ bezeichnet werden. So ist es aufgrund von aktuell vorliegenden Daten möglich, fortlaufend den weiteren Geschäftsverlauf vorherzusagen. Zum Beispiel lässt sich die Anzahl der Kunden im kommenden Monat oder im Verlauf des aktuellen Monats voraussagen. Dies ermöglicht eine bessere und zukunftsgerichtete Kontrolle von Kennzahlen im Unternehmen. Mit IMC ist es also möglich, besser auf Veränderungen der Umwelt zu reagieren [1].

Außerdem können mithilfe der gestiegenen Rechenleistung zukünftig auch komplexere Methoden des Operations Research zur Steuerung von Unternehmensprozessen verwendet werden. Bisher sind komplexe Operationen nur mit starken Geschwindigkeitseinbußen möglich. Diese erweiterten Berechnungen können Entscheidungen innerhalb des Unternehmens verbessern [22].

Eine weitere Möglichkeit, welche bisher aufgrund der mangelnden Performanz nicht durchgeführt werden konnte, ist das schnelle Erkennen von komplexen Ereignissen [6]. Es handelt sich um Ereignisse, die aus vielen unterschiedlichen Faktoren ermittelt werden und daher schwer zu erkennen sind. Diese konnten bereits vor dem Einsatz von IMC mittels OLAP (Online Analytical Processing) Abfragen erkannt werden. Durch IMC ist, im Gegensatz zu vorher, ein Einsatz in Echtzeit möglich. Dies ist ein Schritt in die Richtung eines so genannten „Event-Driven Enterprise“ [6]. Mit Event-

Driven Enterprise werden Unternehmen beschrieben, die schnell auf jede Art von Umwelteinflüssen im täglichen Geschäft reagieren können [17].

Im folgenden Bild 5 sind die auftretenden Wirkungen ausgehend von der erhöhten Performanz dargestellt. Dabei tritt ein Nutzen in Form von prozessbezogenen Wirkungen, verbesserten Entscheidungsgrundlagen und schnelleren Reaktionsmöglichkeiten auf.

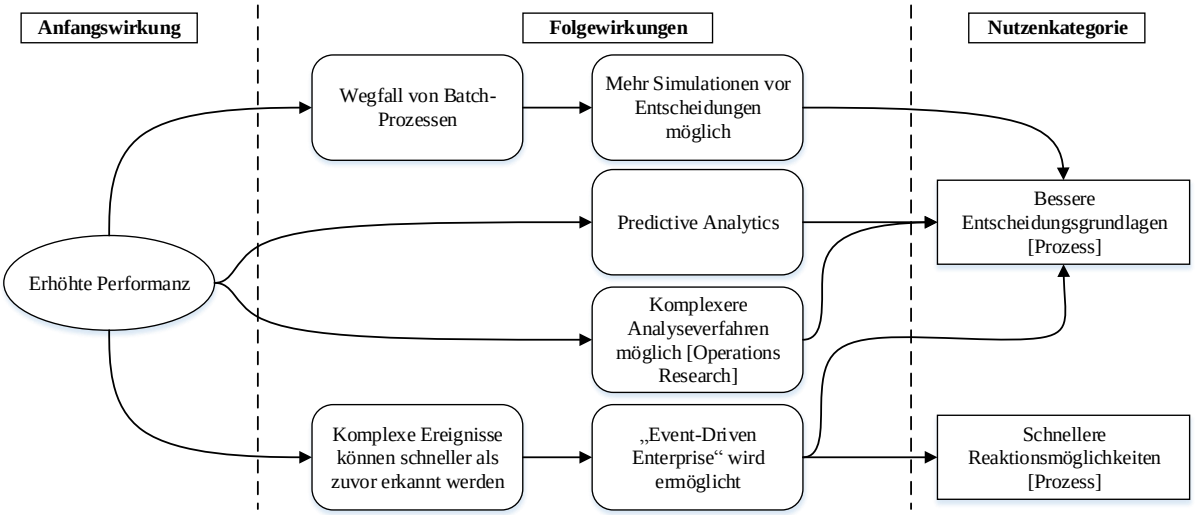


Bild 5: Wirkungskette der Folgen für das Management

3.7 Organisatorische Wirkungskette

Im Gegensatz zu den bisherigen Wirkungsketten ist bei der folgenden, in Bild 6 dargestellten, Wirkungskette die Anfangswirkung nicht direkt die erhöhte Performanz, sondern der Wegfall des DWH.

Bei einem Wegfall des DWH können Aktionen abteilungsübergreifend durchgeführt werden, die vorher aufgrund der Technik getrennt wurden. Die bisherige künstliche Trennung der Aufgaben könnte aufgehoben werden [20]. Dies entspricht einer vertikalen Integration im Unternehmen und betrifft damit die Aufbauorganisation [6].

Zudem wurden Datenauswertungen durch die Fachabteilungen meist mit der IT-Abteilung abgestimmt, da bestimmte Ausschnitte des DWH als Datenaggregate erstellt werden mussten. Dies ist zukünftig nicht mehr notwendig. Hierdurch entfallen entsprechende Abstimmungsprozesse, und die Mitarbeiter in den Fachabteilungen können autonomer als zuvor agieren [22].

Die organisatorischen Wirkungen sind als Wirkungskette in Bild 6 dargestellt. Dabei entsteht Nutzen durch schnellere Reaktionsmöglichkeiten und bessere Entscheidungsgrundlagen. Wie bereits in Abschnitt 3.5 sei auch hier angemerkt, dass ein Wegfall des DWH und die damit verbundenen Vorteile teils kritisch gesehen werden.

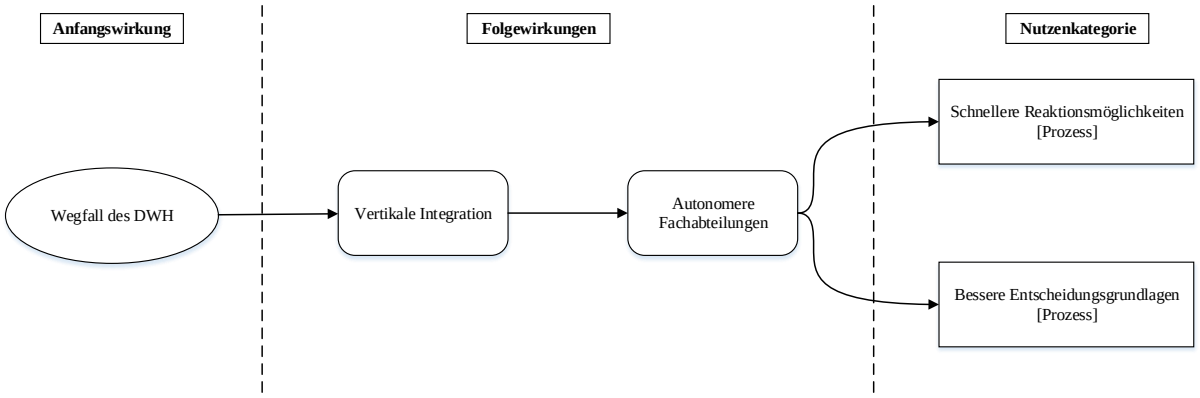


Bild 6: Organisatorische Wirkungskette

3.8 Ablauforganisatorische Wirkungskette

Der Einsatz von IMC kann auch auf ablauforganisatorische Operationen im Unternehmen Einfluss ausüben. Unternehmen könnten dadurch beeinflusst werden, dass das operative Tagesgeschäft mittels Datenanalyse gesteuert werden kann, was vorher aufgrund der mangelnden Performanz nicht möglich war. So können die transaktionalen Daten schnell genug ausgewertet werden, um hiermit die operativen Prozesse zu steuern [6]. Alle Änderungen, welche laufend in den operativen Systemen vorgenommen werden, würden durch den Einsatz der In-Memory Technologie sofort für Analysen bereitstehen. Dies kann die Qualität von Entscheidungen im Unternehmen verbessern [15; 26].

Die schnellen Antwortzeiten machen es leichter, häufige Abfragen zu tätigen, was bei zeitkritischen Geschäftsprozessen von Vorteil sein kann, sofern man zuvor aufgrund des Zeitdrucks von häufigen Abfragen abgesehen hat [18]. Zudem ist es auch möglich, direkt neue Abfragen (sogenannte Follow-Ups) zu stellen, falls die Antworten auf die ursprünglichen Fragen neue Fragen aufwerfen [6; 10; 11; 22]. Darüber hinaus gibt es im Bereich der adaptiven Planung weitere Möglichkeiten. So können Planungsläufe zum einen mit aktuellen Daten durchgeführt werden, und zum anderen können Berechnungen korrigiert und erneut vorgenommen werden, um so möglichst nah am Tagesgeschehen zu liegen [11].

Durch die Geschwindigkeitsvorteile ergeben sich auch Einflüsse auf die Automatisierungsmöglichkeit von Prozessen. Durch den Einsatz von IMC können Prozesse durchgängiger als bisher automatisiert bzw. erstmalig vollautomatisch durchgeführt werden. So kann man bspw. bei der Nachbestellung in einem Lager automatisch Umwelteinflüsse, wie etwa das Wetter, bei der Bestellung mit einbeziehen. Allerdings muss vorher analysiert werden, ob der Prozess tatsächlich zu einem solchen Grad automatisiert werden kann [1]. Auch wenn die Prozesse nicht vollständig automatisiert durchgeführt werden können ergeben sich Vorteile, wie bspw. in Planprozessen, bei denen ein Mitarbeiter eingreifen muss. Der Mitarbeiter muss nicht auf die Ergebnisse von Abfragen warten, wodurch sein Gedankenfluss nicht unterbrochen wird und der Prozess insgesamt schneller abgeschlossen werden kann [15; 22].

Als weiteres Beispiel erfordert die Interaktion mit Kunden im Internet schnelle Reaktionszeiten der Datenbanken eines Unternehmens. Als Beispiel wird von Plattner kontextbezogene Werbung genannt, welche dem Kunden auf der Homepage eines Unternehmens präsentiert wird [1]. Weiterhin ergibt sich die Möglichkeit, große Datenmengen, die bspw. in der Produktion und Logistik durch die Verwendung von RFID-Tags erzeugt werden, in Echtzeit zu verarbeiten. Hierdurch kann der

Informationsfluss in Prozessen deutlich verbessert werden [1]. Dies ist eine Folge der gesteigerten Performanz.

Die ablauforganisatorischen Wirkungen sind zusammenfassend in Bild 7 dargestellt. Der Nutzen ist dabei der verbesserten Entscheidungsgrundlage und schnelleren Reaktionsmöglichkeiten zuzuordnen.

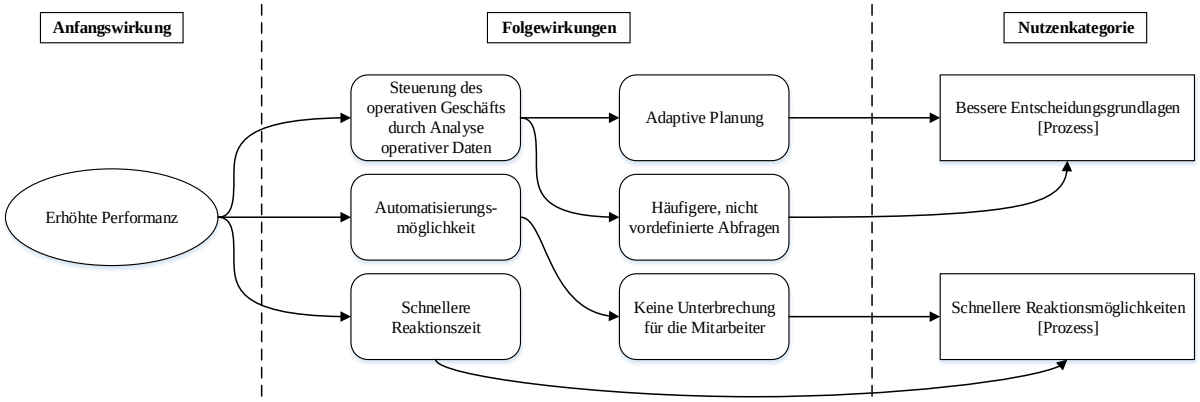


Bild 7: Ablauforganisatorische Wirkungskette

4 Fazit

Der vorliegende Beitrag stellt eine strukturierte Darstellung des Nutzens von IMC anhand von Wirkungsketten dar. Dieser Einteilung liegt eine Literaturstudie zugrunde, der die Nutzenpotenziale entnommen wurden. Dabei wurde festgestellt, dass sich IMC auf viele Bereiche in Unternehmen auswirkt und dabei maßgebliche Veränderungen bewirken kann. Konkret wurde dargestellt, dass Nutzeneffekte im Bereich der Wartungs- und Administrationskosten der IT auftreten. Mit Blick auf die Prozesse können sich die Entscheidungsgrundlagen und die Reaktionsmöglichkeiten verbessern. Die vielfältigen Potenziale, welche in der Literatur identifiziert werden konnten, lassen sich letztendlich auf diese drei Nutzenkategorien hinführen. Bei Betrachtung der einzelnen Folgewirkungen wird deutlich, dass diese sowohl technischer als auch organisatorischer Natur sein können. Bei diesem Forschungsansatz wurde festgestellt, dass der Nutzen der Potenziale bisher nicht quantifizierbar ist und Unternehmen somit über den Einsatz individuell entscheiden müssen. Folglich wäre ein weiterführender Schritt die Ermittlung der monetären Auswirkungen der Potenziale, um so auch den abschließenden monetären Nutzen durch IMC darzustellen. Dabei müssten auch die Kosten des Einsatzes betrachtet werden, welche in diesem Artikel noch nicht erwähnt wurden. Beispielsweise sind die Anschaffungskosten, Migrationskosten und Lizenzkosten von SAP HANA zu berücksichtigen. Weiterhin basiert dieser Beitrag auf einer Literaturstudie, sodass sich viele Nutzenpotenziale nur aus impliziten Annahmen aus der Literatur ergeben, ohne dass diese Annahmen dabei überprüft werden konnten. An dieser Stelle bestünde weiterführender Forschungsbedarf in der ausführlichen Analyse konkreter Prozesse sowie der Prüfung der hier ermittelten Ergebnisse durch Empirie. Den Abschluss könnte ein Modell bilden, mit dem der Nutzen eines Einsatzes von IMC in der Praxis beurteilt werden kann.

5 Literatur

[1] Bayer, M (2012): Business Intelligence: Alles Realtime oder was?. Computerwoche (2012)11: 14-17.

[2] Böse, H; Mathis, C; Tosun, C; Färber, F (2012): Data Management with SAPs In-Memory Computing Engine. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Extending Database Technology*. ACM.

[3] Färber, F; Jäcksch, B; Lemke, C; Große, P; Lehner, W (2010): Hybride Datenbankarchitekturen am Beispiel der neuen SAP In-Memory-Technologie. Datenbank Spektrum 10(2):81-92.

[4] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art – Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review" innerhalb der Wirtschaftsinformatik. Wirtschaftsinformatik 48(4):257-266.

[5] Kossmann, D (2011): Einfachheit lautet die Devise. Wirtschaftsinformatik 53(6):387-388.

[6] Krueger, J; Grund, M; Tinnefeld, C; Eckart, B; Zeier, A; Plattner, H (2010): Hauptspeicherdatenbanken für Unternehmensanwendungen: Datenmanagement für Unternehmensanwendungen im Kontext heutiger Anforderungen und Trends. In: Datenbank Spektrum 10(3):143-158.

[7] Lechtenbörger, J; Vossen, G (2011): Hauptspeicherdatenbanktechnologie: Herausforderungen und weitere Entwicklung. Wirtschaftsinformatik 53(6):384-385.

[8] Loos, P (2011): Einleitung. Wirtschaftsinformatik 53(6):383-384.

[9] Peuker, M; Mallach, M; Langkafel, P; Johannsen, A (2012): Einsatzmöglichkeiten der In-Memory-Technologie am Beispiel der Charité. In: Johannsen, A; Franz RU; Heinrich, H (Hrsg.), *In-memory-Computing - die Rückkehr der Unternehmenssteuerung in Echtzeit? – Tagungsband zum 11. Berlin-Brandenburger SAP-Forum der Fachhochschule Brandenburg am 31. Mai 2012*, Shaker, Aachen.

[10] Pezzini, M (2011): Innovation Insight: Invest in In-Memory Computing for Breaktrough Competitive Advantage. http://my.gartner.com/portal/server.pt/gateway/PTARGS_0_2451018_353_260_3460702_43/http%3B/remoteapphost.gartner. Abgerufen am 26.07.2012.

[11] Piller, G (2012): Kommentar zu „In-Memory-Datenmanagement in betrieblichen Anwendungssystemen". Wirtschaftsinformatik 54(4):210-211.

[12] Piller, G; Hagedorn, J (2011): Business Benefits And Application Capabilities Enabled By In-Memory Data Management. In: Lehner, W; Piller, G (Hrsg): *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management – Beiträge der Tagung IMDM 2011 – 2.12.2011 in Mainz*. Gesellschaft für Informatik, Bonn.

[13] Piller, G; Hagedorn, J (2012): In-Memory Data Management im Einzelhandel: Einsatzbereiche und Nutzenpotenziale. In: Schumann, M.; Kolbe, L. M.; Breitner, M. H.; Frerichs, A. (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*. Göttingen.

[14] Plattner, H (2009): A Common Database Approach for OLTP and OLAP Using an In-Memory Column Database. In: *Proceedings of the 35th SIGMOD International Conference on Management of Data*, ACM Digital Library, New York, USA.

[15] Plattner, H; Zeier, A (2012): In-Memory Data Management: Technology and Applications. 2. Auflage. Springer, Berlin.

[16] Retter, G; Bastian, M (1995): Kombination einer Prozeß- und Wirkungskettenanalyse zur Aufdeckung der Nutzenpotentiale von Informations- und Kommunikationssystemen. Wirtschaftsinformatik 37(2):117-128.

[17] Russel, S; Gangopadhyay, A; Yoon, V (2008): Assisting decision making in the event-driven enterprise using wavelets. Decision Support Systems 46(1):14-28.

[18] Schröder, H; Kesten, R (2006): Vorgehensmodell zur Nutzenbewertung von IT-Investitionen. Information Management & Consulting 21(4):63-68.

[19] Schumann, M (1993): Wirtschaftlichkeitsbeurteilung für IV-Systeme. Wirtschaftsinformatik 35(2):167-178.

[20] Schütte, R (2011): Analyse des Einsatzpotenzials von In-Memory-Technologien in Handelsinformationssystemen. In: Lehner, W; Piller, G (Hrsg): *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management – Beiträge der Tagung IMDM 2011 – 2.12.2011 in Mainz*. Gesellschaft für Informatik, Bonn.

[21] Sikka, V; Cha, SK; Färber, F; Peh, T; Lehner, W; Bornhövd, C (2012): Efficient Transaction Processing in SAP HANA Database – The End of a Column Store Myth. In: *Proceedings of the 2012 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*. ACM Press, New York.

[22] Sinzig, W; Sharma, KR (2011): In-Memory-Technologie: Verbesserungen bei Planung, Simulation und Entscheidungsunterstützung. Wirtschaftsinformatik & Management (2011)2:18-23.

[23] Thiele, M; Lehner, W; Habich, D (2011): Data-Warehousing 3.0 – Die Rolle von Data-Warehouse-Systemen auf Basis von In-Memory-Technologie. In: Lehner, W; Piller, G (Hrsg): *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management – Beiträge der Tagung IMDM 2011 – 2.12.2011 in Mainz*. Gesellschaft für Informatik, Bonn.

[24] Webster, J; Watson, RT (2002): Analysing the past to prepare for the future: writing a literature review. MIS Quarterly 26(2):xiii-xxiii.

[25] Winter, R (2011): In-Memory-Appliances – Ein Fortschritt in der Informationslogistik?. Wirtschaftsinformatik 53(6):388-390.

[26] Winter, R; Bischoff, S; Wortmann, F (2011): Revolution or Evolution? Reflections on In-Memory Appliances from an Enterprise Information Logistics Perspective. In: Lehner, W; Piller, G (Hrsg): *Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management – Beiträge der Tagung IMDM 2011 – 2.12.2011 in Mainz*. Gesellschaft für Informatik, Bonn.

[27] Zeier, A; Krüger, J; Müller, J (2011): Potenzial von In-Memory-Technologien. Wirtschaftsinformatik 53(6):385-386.

Die Entwicklung eines ganzheitlichen Ansatzes für die automatisierte Bereitstellung und Konfiguration von Services in Cloud-Umgebungen (Abstract Only)

Florian Bär

Hochschule Neu-Ulm, 89233 Neu-Ulm,
E-Mail: baer.florian@googlemail.com

Rainer Schmidt

Hochschule für Technik und Wirtschaft Aalen, Fakultät für Informatik,
E-Mail: Rainer.Schmidt@htw-aalen.de

Michael Möhring

Hochschule für Technik und Wirtschaft Aalen, Fakultät für Betriebswirtschaftslehre,
E-Mail: Michael.Moehring@htw-aalen.de

Abstract

Moderne Rechenzentren verstehen sich als IT-Service-Provider und stellen ihre komplexer werdenden IT-Services in Cloud-Umgebungen bereit. Aufgrund der strategischen Bedeutung der IT-Services, sind diese in immer kürzeren Zyklen durch die Rechenzentren bereitzustellen und zu konfigurieren. Die automatisierte Bereitstellung und Konfiguration dieser IT-Services ist daher von hoher Bedeutung. Die hierfür notwendigen IT-Workflows sind jedoch durch die bisher diskutierten Perspektiven und Ansätze für die IT-Prozess-Automatisierung nicht vollständig spezifizierbar. In dieser Arbeit wird der Ansatz der automatisierten beziehungsstrukturellen Reorganisation von Cloud-Umgebungen eingeführt, welcher als ganzheitliche Konzeption für die automatisierte Bereitstellung und Konfiguration von IT-Services in Cloud-Umgebungen zu verstehen ist. Hieraus abgeleitet wird eine neue Beziehungsstruktur-Perspektive definiert, um die erforderlichen IT-Workflows vollständig zu spezifizieren.

Conceptualisation of Contextual Factors for Business Process Performance (Abstract Only)

Daniel Kronsbein

Frankfurt School of Finance & Management, ProcessLab, 60314 Frankfurt am Main,
E-Mail: daniel.kronsbein@fs-students.de

Dominik Meiser

Frankfurt School of Finance & Management, ProcessLab, 60314 Frankfurt am Main,
E-Mail: dominik.meiser@fs-students.de

Michael Leyer

Frankfurt School of Finance & Management, ProcessLab, 60314 Frankfurt am Main,
E-Mail: m.leyer@fs.de

Abstract

Regarding the analysis of business processes performance, understanding the root causes for performance variation can be considered as one challenge faced by companies. Often companies neglect the effect of context on performance, although it is as a major reason for performance deviation. For an analysis of the impact of the context on performance indicators it is necessary to operationalize the context in the form of contextual factors. As contextual factors have many facets both in terms of their origin as well as their characteristics it is difficult for companies to identify all of them. Therefore, a categorisation of contextual factors seems to be an appropriate first step in order to get an understanding of their different natures. However, research lacks of concepts which structure contextual factors according to their different specifications. Thus, a new framework of contextual factors is proposed which incorporates external as well as internal characteristics of the context and comes up with more tangible context types. Moreover, the framework has the intention to guide companies through the importance of different kinds of contextual factors for a specific business process and whether these can be influenced by the company. As a consequence a ranking procedure for the required awareness of contextual factors is provided. The concept is applied to an exemplary process within a bank for visualisation purposes.

Impact of Solvency II on the Enterprise Architecture of Insurances: A Qualitative Study in Germany

Pouya Aleatrati Khosroshahi, Sascha Roth, Matheus Hauder

Technische Universität München, Software Engineering betrieblicher Informationssysteme (sebis), 85748 Garching b. München, E-Mail: {p.aleatrati, roth, matheus.hauder}@tum.de

Abstract

In 2007, the European commission suggested a new framework directive for insurance companies, called Solvency II. This directive defines a three-Pillar approach regarding Solvency- / Minimum Capital requirements (Pillar I), requirements regarding governance and risk management (Pillar II) and disclosure and transparency requirements (Pillar III). This scientific paper gives an overview of the major challenges and the general impact of Solvency II on the Enterprise Architecture (EA) management of insurance companies. Furthermore, we discover general strategies that were defined for implementing the Solvency II requirements from an IT-perspective. We conduct expert interviews with participants from the insurance sector to discover impacts of Solvency II on the EA. The results can be used to prepare more effective for upcoming projects that refer to regulatory requirements within insurance and related industries.

1 An Introduction to Solvency II and Federated EA Model Management

In the 1990s, the European Economic Community defined the "four freedoms" as part of the Internal Movement [2]. These regulations exerted strong pressure on insurance companies concerning shrinking profit and rising underwriting risks [20]. To ensure the solvency of insurance companies by holding a minimum solvency capital, the European commission suggested a new framework directive regarding the solvency of insurance companies [14]. This directive is called Solvency II. Adapted from the Basel II regulations in the banking industry, Solvency II is also built upon a three-Pillar construction [5]. Pillar I deals with the calculation of Solvency / Minimum Capital Requirements (SCR / MCR), which can be interpreted as minimum limits of equity capital that insurer need to have available [18]. Pillar II deals with the controlling of the internal risk management and Pillar III with requirements regarding the reporting [20]. To handle these requirements and regulations, complex calculations based on information distributed in the entire Enterprise Architecture (EA) are required.

An EA embraces business capabilities, processes, applications, and infrastructure, but also cross-cutting aspects like visions, projects, and goals as well as the organizational structure [4]. EA information seeks to describe the relationship between objects within an EA; this information is stored in an EA repository using a coherent model. Information that refers to the running business are stored in databases and Data Warehouses. Recent research describes the challenges that arise in the course of EA model maintenance [22] and propose automation mechanisms that utilize existing information sources within the operative IT environment [4], [8], [23], [24] to enhance the data quality as well as to decrease costs for collecting the information. Once gathered, EA information should serve various stakeholders as a foundation for decision making. Against these considerations, we advocate that EA management functions are intended to provide means to carry out successful Solvency II projects. Data that needs to be reported to the supervision, e.g. in form of Quantitative Reporting Templates (QRTs), must be identified within the source systems, extracted to calculation / validation tools, and reported to several stakeholders within and outside the company (board members and supervision). EA management may help to fulfill the requirements of Solvency II by providing the required information in an adequate quality, defining organizational processes, data flows and best practices for the selection of Solvency II software and their implementation. Hence, we investigate ongoing Solvency II projects in this paper and provide an overview of major challenges as well as the impact of Solvency II on the EA of German insurance companies. We state the following research questions:

- What are the major EA management challenges when implementing Solvency II?
- What are requirements regarding an EA and its management function?
- What kinds of strategies were defined within the industry for implementing Solvency II requirements from an IT perspective?

The remainder of the paper is structured as follows. Within the next chapter, we outline our research approach taken followed by a brief overview of Solvency II requirements for IT. Subsequently, we report results of an interview series carried out in the German insurance sector. We give an aggregated overview of the impact of Solvency II on EA management and reveal details of two concrete cases. The final part of the paper sums up the impacts and gives an outlook on further research.

2 Research Approach

To address above research questions, we apply qualitative research methods [13], [16] in terms of expert interviews carried out in industry. Figure 1 gives an overview of the conducted research

approach: First of all we define the scope of research by analyzing current IT-topics in the insurance sector. After that we identify the IT-requirements of Solvency II by analyzing state-of-the-art literature and publications from the industry. Based on this information we write an interview guideline, which will be used to conduct the interviews with the participated experts from the insurance sector. Major issues and findings from the conducted interviews will be evaluated in the last step to identify further research areas in regard of EA in the insurance sector.

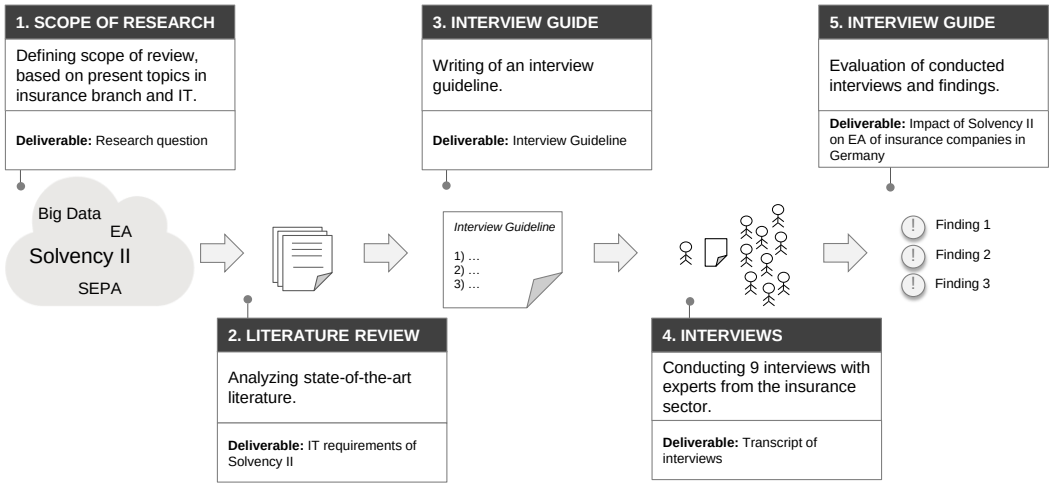


Figure 1: Research approach

The interviews follows a semi-structured approach to identify new aspects and decisions regarding the implementation of regulatory requirements [16]. The collected information will be analyzed by detecting common behaviour and decisions taken by the participated insurance companies. After we had conducted our interviews, we were able to identify patterns regarding the defined strategies and occured problems refering to the implementation of the Solvency II requirements [17].

3 IT Requirements of Solvency II

In order to meet the business requirements of Solvency II, specific IT requirements have to be fulfilled by the EA. In addition to organizational requirements (e.g. internal data quality processes), the selection and implementation of a Solvency II software and the provision of Solvency II specific information need to be performed by IT and claim the largest expense of the IT requirements.

Several experts from the insurance industry have defined the IT-requirements of Solvency II in white papers and other publications [1], [7], [9], [15], [17], [25], [19]. As of today the IT-requirements of Solvency II have not been analyzed in research yet. Figure 2, 3 and 4 show the IT-requirements for Pillar I, I and III in a hierarchic structure.

Pillar I deals with the calculation of the Solvency / Minimum Capital requirements. The calculation of these values will be conducted by using specific Solvency II software and the population of required data into this tool. Figure 2 gives an overview of the sub-requirements, to meet the calculation issue.

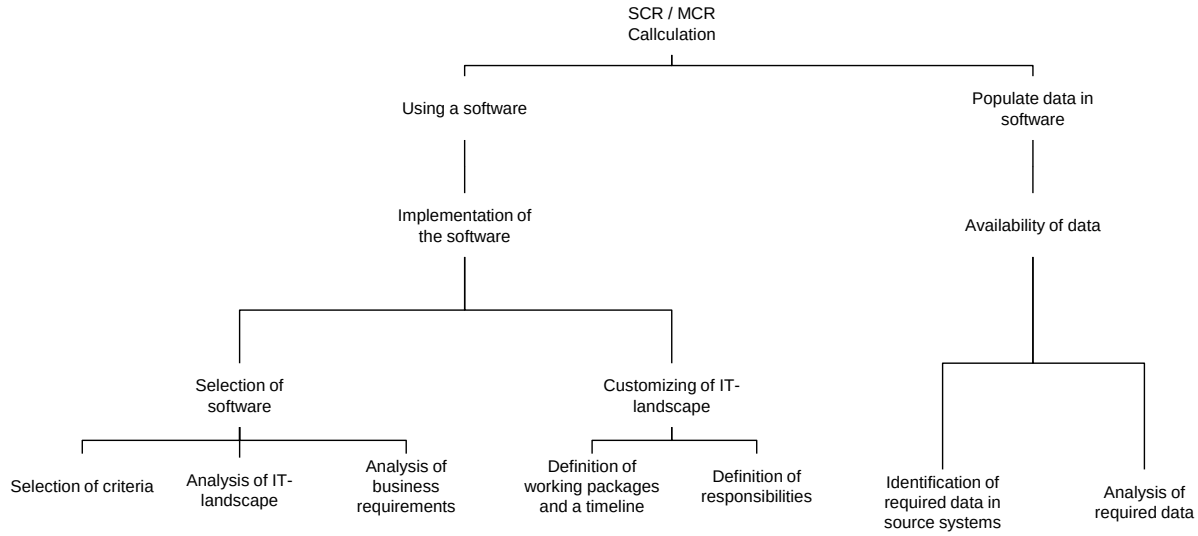


Figure 2: IT requirements Pillar I

Risk management issues regarding Solvency II are summed up in the Pillar II. As of today, IT components and processes have a significant impact on the risk management of insurance companies. Thus changes of the IT-environment are required as well. Figure 3 illustrates the IT-requirements of Solvency II in terms of Pillar II.

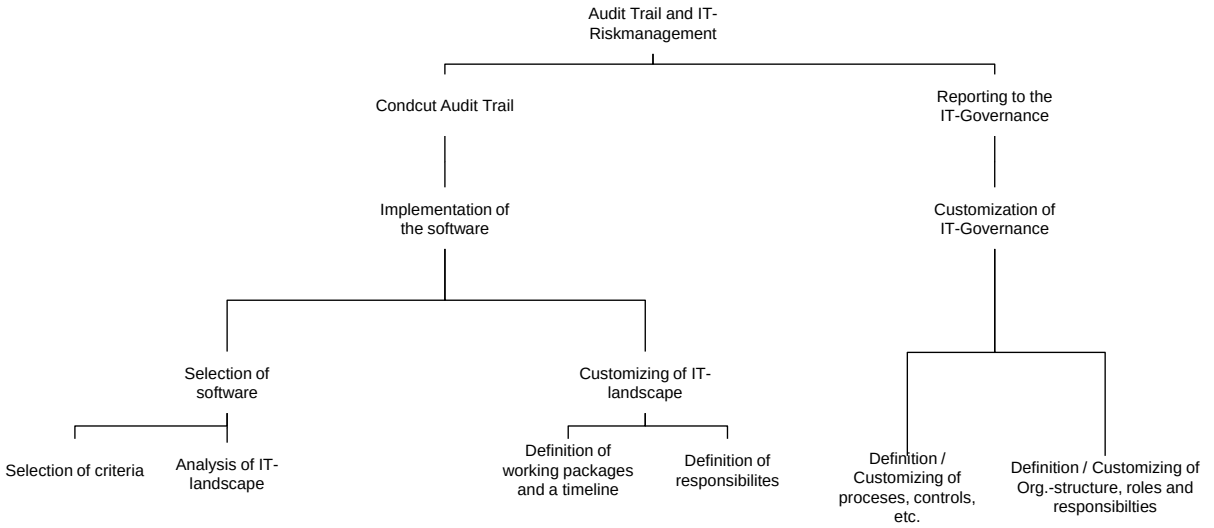


Figure 3: IT requirements Pillar II

Disclosure requirements are summed up in Pillar III and includes the reporting of the QRTs. Insurance companies have to ensure that all required data is available for reporting issues and run several validation actions in specific Solvency II software. Sub-requirements (e.g. Populating QRTs into software, availability of data, etc.) are illustrated in Figure 4.

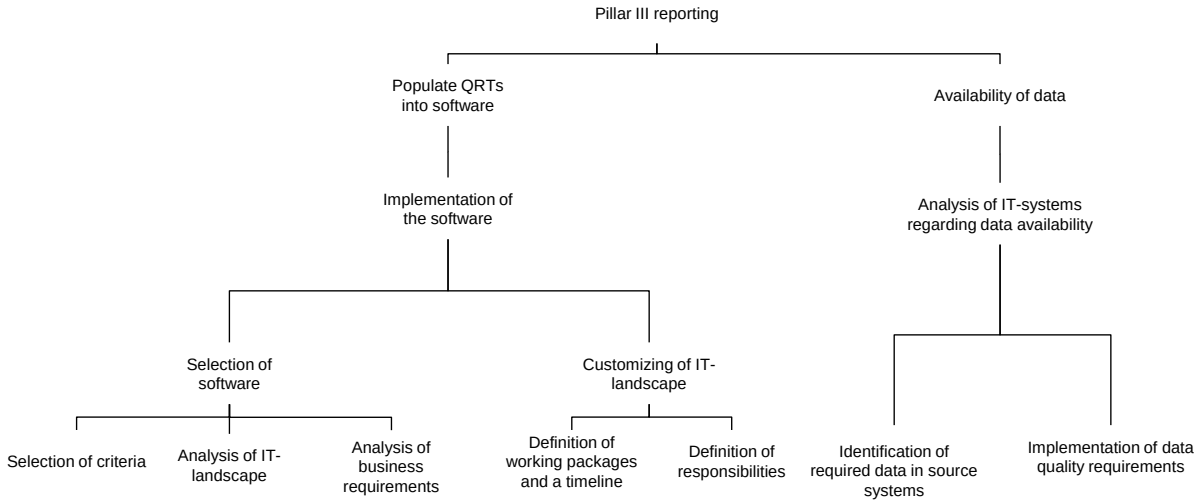


Figure 4: IT requirements Pillar III

Regardless of the differences in terms of business requirements within Pillar I, II or III, the implementation of a software solution is one of the key activities of insurance companies dealing with Solvency II. Furthermore, the availability of data is a mandatory requirement for Pillar I and Pillar III.

4 Impact of Solvency II on EA Management in the German Insurance Sector

Table 1 gives an overview of the interviewed participants. We consider persons with different job positions and different types of companies that deal with Solvency II to get various experiences and opinions regarding the implementation of the Solvency II IT-requirements. Furthermore, the field of activity and the size of the company may impact the complexity of the requirements, particularly data quality requirements.

Job title	*Role*	*Size of company (number of employees)*	*Field of activity*
IT-Architect	Insurance company	~ 3.000	International
Controller, Risk Manager	Insurance company	~ 6.000	National
IT-Architect,IT-Architect	Insurance company	~ 9.000	National
Lead IT-Organization, Executive Assistant	Insurance company	~ 23.000	International
IT-Architect	Insurance company	~ 10.000	International
Project-Lead, Solutions-Architect, Business-Architect, Lead IT-Architecture	Insurance company	~ 4.000	National
Senior Management Consultant	External Service provider	~ 71.000	International
General Manager	Internal Service provider	--	National
Technical Lead Solvency II	Insurance company	~ 14.000	International

Table 1: Participants of the narrative interviews

4.1 Data Quality (DQ) problem

In line with [8], [11], [12], [24] our conducted interviews show that data quality is not sufficient in industry and is one of the most challenging issues in case of Solvency II projects.

7 out of 9 companies have issues with the data quality requirements. Common problems are:

- *Lack of understanding the business requirements:* Solvency II demands for new information from insurance companies, that were not asked before Solvency II and these requirements were underestimated regarding range and complexity. Furthermore, while proceeding integration tests and validations of the implemented requirements on their testing systems, insurance companies face the problem, that the requirements were not implemented correctly (from a business perspective). So further rectifications are required.
- *Missing data:* Recent work by Grunow et al. [10] and our condcuted interviews have shown that companies have to manage the problem of missing data in their enterprise, which is necessary to meet specific requirements: Due to the fact that the required data from the supervision data include information, that were not documented completely by insurance companies, further effort is needed to obtain these information (for instance historical data within the QRTs). Furthermore some information will be estimated by actuarial employees, which could affect the quality of the information.
- *Different data structure:* Buschle et al. show [23] the issue of the defined structure of the QRTs has a data structure (for instance regarding the Line-of-Business structure), which could differ from the current data structure of the insurance companies. These differences could also lead to problems regarding the reporting ability of insurance companies.

4.2 Standard-Software as a leading solution

Insurance companies have the following possibilities to make use of software to fulfill the Pillar I and Pillar III requirements: Standard-software, self-developed software, Microsoft Excel, and a combination thereof. As analyzed by Rands [20], it would be advisable to make use of a self-developed software, when standard solutions cannot be purchased. Each insurance company have its own data strcuture and is operating in different business lines with different Line-of-Business structures. The development of an own solution could be more efficient, due to reductions in customizing activities.

During the conducted interviews it turned out that only 1 out of 9 insurance companies also make use of Microsoft Excel (in addition to a standard software). The other interviewed insurance companies only use standard software to fulfill the Solvency II requirements. Most of the insurance companies are using standard solutions for Pillar I and Pillar III requirements, mainly established solutions on the market (for instance Steria Mummert SOLVARA or SAS RIMF). Common criteria for the decision of these solutions were the recommendation by business partners, the experience of the software-developers and the huge amount of functionality. Furthermore, automated software-updates, which include changed business requirements, save effort in comparison to a self-development. The software has to fulfill the business requirements of Solvency II and fit into the EA of the organization from an IT-perspecitve (e.g. interfaces to source systems); technical or business criteria didn't have a significant impact on the choice of the used software.

4.3 Communication between business and IT

To implement the business requirements of Solvency II within the existing EA, IT employees need profound knowledge about the business requirements of Solvency II. A collaboration working between business and IT is needed. *During the interviews, 5 out of 9 companies pointed out problems with the communication between IT and business employees.* On the one hand, IT employees often do not understand how to implement the demanded requirements of the business correctly. On the other hand, business employees do not understand the complexity of changing implemented requirements within the solution regarding the effort (for instance intensive test activities are required). This circumstances lead to implementation failures and errors in the requirements elicitation from a business perspective. At worst the rising amount of failures and errors could lead to a "show stopper" in the project and postpone the timeline of these.

4.4 "Moving-Target-Problem" of the defined requirements

To optimize the defined QRTs, the supervision asks for comments by insurance companies and external service providers [6] and changed the QRTs over time. However, these changes were challenging for insurance companies due to the fact that the changes have to be integrated in already running implemented functions, which lead to further effort. *3 out of 9 interviewed companies had further unplanned effort in fixing implemented IT-requirements due to changes in the business requirements.* Furthermore, the interviewed companies complain about issues within the used software-solutions: The software-developers have to update their software solutions regarding the changed requirements and publish these updates as soon as possible. As a matter of fact the tight time slot has an impact on the correct development of their software (for instance on testing-activities). The gap between the release of changed regulatory requirements and an update of the software solution has an impact on the progress of the project: Insurance companies have to wait for the software updates to

continue implementation activities and tests. This also could lead to a postpone timeline of the Solvency II project.

4.5 Technical changes within the EA and target IT-landscape

The implementation of the software solutions and the delivery of the required data to these tools come with technical changes within the EA of insurance companies.

7 out of 9 companies want to make use of a federated approach in their target IT-landscape. Figure 5 illustrates a typical structure for a federated approach to maintain an EA repository [22]. In the context of Solvency II, specific reports have to be generated and presented to the supervision. Typically the calculations are processed by actuarial tools to provide an adequate reporting to the supervision. Depending on the offered products, various tools for different divisions (life, non-life, etc.) are required. To calculate the reporting-values, data from different source systems have to be transferred and transformed for the calculation tools. To provide the information in sufficient quality, the maintenance of an EA repository solution could reduce further effort.

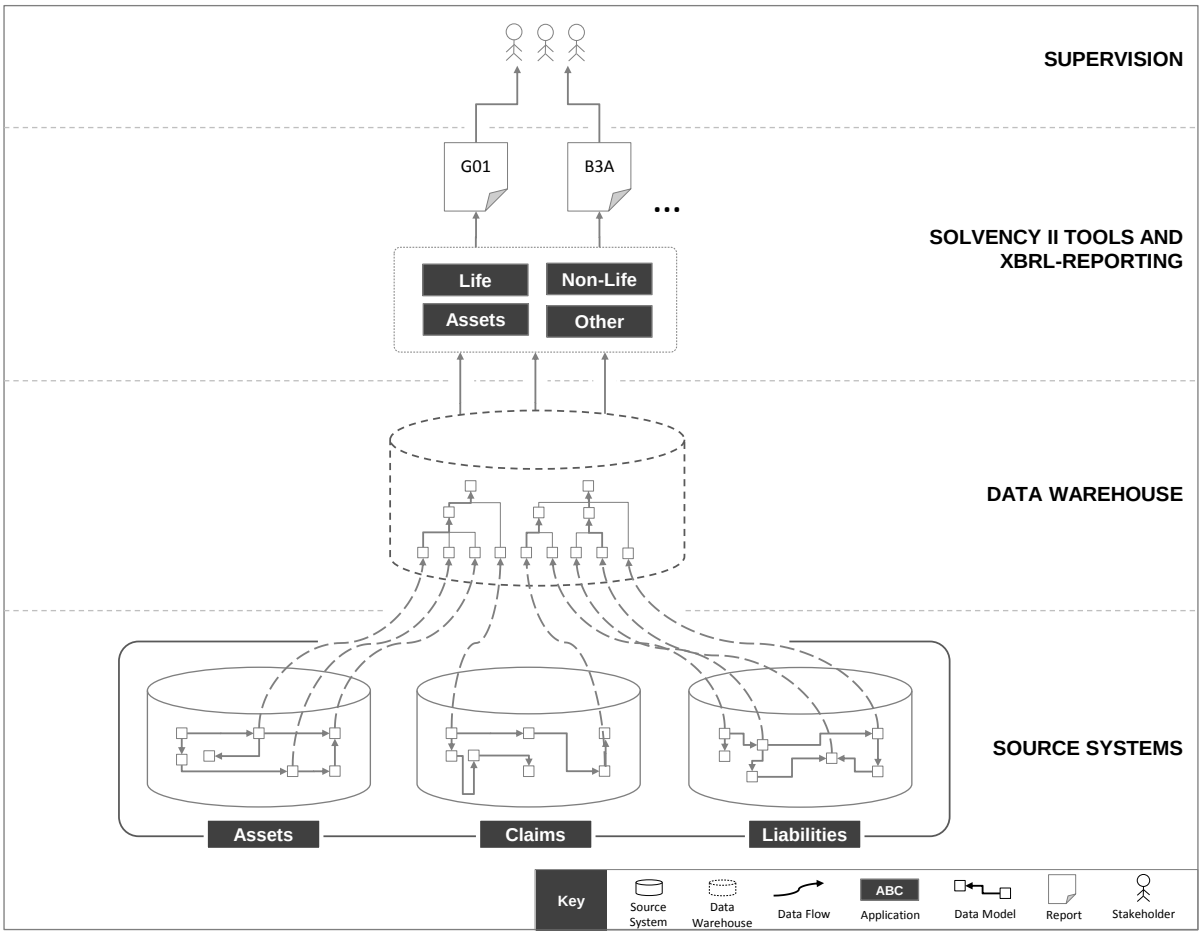


Figure 4: Future IT-environment in context of Solvency II

4 out of 9 companies already implemented or started to implement new interfaces from their source systems to extract the required data from these. 3 out of 9 companies are still using a manual delivery of data to their software-solution, either due to the fact that they are still waiting for the finalized data requirements or because they are implementing a group or Solvency II specific Data Warehouse solution.

5 Case Studies

The following cases reveal in depth 2 out of the 9 conducted interview surveys in regard of the strategy of implementation, data quality, the role of the IT-architect and the current project status. COMPANY A and COMPANY B illustrate two different strategies regarding the IT-implementation.

	COMPANY A	*COMPANY B*
General Information	COMPANY A is a insurance company with approx. 6.000 employees and mainly operates in national locations (Germany). The company offers insurance services over several lines of businesses (liability, health, life, etc.).	COMPANY B is a insurance company with approx. 9.000 employees and only operates in Germany. The focus of their business is insurance services for public sector and services in the private sector (all line of businesses).
General Strategy of Implementation	The company starts at an early stage with Solvency II. In 2003 the company started to analyze and participate in surveys and studies regarding Solvency II from the supervision, but did not rush into implementation activities. The strategy focuses more on knowledge creation and preparation of requirements. For instance, the decision for a Solvency II - tool was made later than 80% of industry partners. IT was involved during the tool selection process and analysis activities of the EA.	The company initiated a Solvency II project in 2012. The project was divided into several (approx. 7) sub-projects with different business issues (life, non-life, etc.) IT did not possess any responsibility role. All issues regarding IT were allocated to finance. Furthermore every business department decided for implementing own software-solution. In the end, four different solutions were being planned in order to deal with the business requirements of Solvency II. Every sub-project mainly worked on its own goals.
Data Quality Issue	Due to the fact, that COMPANY A started to deal with Solvency II requirements on an early stage, it got enough time preparing for upcoming business requirements. Furthermore the company is implementing a Data Warehouse solution at the time of writing in order to simplify reporting preparation in the future.	The case of COMPANY B described, that some data was not available at this time. Furthermore, using four different software solutions to deal with the requirements lead to a higher effort in regard to the implementation and data validation. The implementation of a Data Warehouse solution is on discussion now.
Role of IT-Architects	IT-Architects have a characteristic role within the Solvency II project: They are wholly responsible for analyzing and planning the future state of the EA (the future IT-landscape) and recommend appropriate software solutions to fulfill the requirements of the business regarding Pillar I and Pillar III.	IT-Architects have weak responsibility within the Solvency II project: All activities, which have to strongly be coordinated with IT-Architects or IT-employees, were proceeded by every line of business on its own. For instance, the decision to implement different software solution and the definition of appropriate interfaces to guarantee the correct data extraction from the source and feeder systems were made by business responsibilities.

Current Project-Status	COMPANY A is on a good way to have the ability to report Solvency II data to the supervisory body in future. Most of the data quality issues are solved in appropriate manners and the future IT-landscape has successfully been defined. Only little adjustments are planned to be executed within the next months.	COMPANY B has major problems with implementing Solvency II requirements. Experience has shown that the chosen strategy – to implement the Solvency II requirements without IT support – may lead to major problems within the EA regarding data quality issues and further effort (e.g. implementing different types of software solutions). The project is currently "on hold".

COMPANY A starts at a very early stage with analyzing the requirements of Solvency II to avoid data quality issues. IT-Architects constitute a significant role in terms of planning and designing the future state of the EA. The project has a satisfactory status. In contrast, COMPANY B starts a Solvency II project at a much later stage. The availability of all required information, which needs to be reported to the supervision, is not given at current stage. It turns out that the exclusion of IT-Architects in strategic decisions – for instance the choice of Solvency II software – leads to significant issues regarding project success: COMPANY B chooses several Solvency II software solutions, whereas each Business Unit selects its own. Major issues were identified during the aggregation of the software results. IT responsibilities mentioned that the choice of only one software solution as a Single Point of Truth reduce the effort (for instance data cleansing).

6 Discussion

The conducted interviews show different strategies in the implementation of the Solvency II requirements. On one hand, some insurance companies start early with implementing the Solvency II requirements in the EA. But on the other hand, some insurance companies decided to wait with the implementation of the requirements, until the supervision publishes the final requirements.

Insurance companies are discussing on implementing a new Data Warehouse solution for Solvency II issues. The implementation of a Data Warehouse solution could reduce effort of data availability and validation in context of Solvency II. The defined data strcuture could be used to implement further regualtory requirements, for instance IFRS 4 Phase 2. Most insurance companies decided to work with a new Data Warehouse initiative (on group level or Solvency II specific) to improve the enterprise data quality; other insurance companies are still in discussion regarding this topic. Nevertheless the majority of the participants agree that the implementation of Data Warehouse solution is a mandatory within the setup of the EA of insurance companies: It represents the best solution regarding a central repository with integrated information from all departments within an organization.

Furthermore the results show that insurance companies mainly use standard software solutions for the data extraction, risk calculations, and validations and reporting purposes. But technical criteria (e.g. functionality of the software) are not the main driver of this decision: The implemention of the Solvency II requirements is a complex challenge and needs a lot of effort from an IT-perspective. Insurance companies don't use indiviudal software or only Microsoft Excel based solutions for Solvency II purposes, because they don't want to take the risk of software failures (e.g. missing updates, performance issues) and spend more money for the market leaders with more experience and competence on this area.

7 Conclusion and Further Work

This paper provides a qualitative analysis of EA challenges in today's insurance companies regarding regulatory requirements in the specific context of Solvency II. The information gathered from the interview emphasized that data quality is one of the most challenging issues for insurance companies refering to EA: The huge amount of required data and its complexity challenges insurance companies in terms of data provision and reporting ability. Most of the interviewed insurance companies consider the possibility to introduce a group Data Warehouse solution with high quality and granular data in order to reduce further efforts for implementation (e.g. IFRS 4 Phase 2). The implementation of a group Data Warehouse would demand major changes refering to the EA (e.g. introduction of new interfaces, mapping tables, data models, etc.).

Regarding the defined strategic direction of implementing the Solvency II requirements, the findings illustrate that continuous employment with upcoming regulatory requirements is necessary to fully understand the business requirements and to prepare the implementation thereof. Nevertheless, without implementing these from the beginning and considering changes of the requirements that already have been implemented, this could lead to unplanned and high effort regarding the implementation.

Additionally, the communication between business and IT also needs to be improved to guarantee a successful implementation. The setup of a project glossary and a specific process model in implementing regulatory requirements could considerably support the project outcome. Our results are limited on 9 cases. To consolidate the results, further analyses are required.

It turns out that Solvency II requirements come along with common IT – requirements (e.g. selection and implementation of software solution, data quality analysis, definition of target EA).

Further research could examine best practices for knowledge creation regarding business requirements by IT and business (e.g. data quality aspect) and analysis solutions for Data Warehouses regarding regulatory requirements. Thereby, the efforts should account for different organizational factors like the size of the business, the structure of the business, EA management experience, availability of data and the underlying source- and feeder-systems.

8 References

[1] Bloemen, J; Grosser, T; Hopf, S (2012): Solvency II – Von der Pflicht zur Kür. BARC – Business Application Research Center, Würzburg.

[2] Brasche, U (2003): Europäische Integration: Wirtschaft, Erweiterung und regionale Effekte, Oldenburg Verlag, München.

[3] Braunwarth, K; Buhl, HU; Kaiser, M; Krammer, A; Rögliner, M; Wehrmann, A (2009): The EU Insurance Mediation Directive – Bureaucracy or Opportunity. In: Enterprise Applications and Services in the Finance Industry. Springer Berlin Heidelberg.

[4] Buschle, M; Ekstedt, M; Grunow, S; Hauder, M; Matthes, F; Roth, S (2012): *Automating Enterprise Architecture Documenation using Models of an Enterprise Service Bus*. In: Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2012), Seattle.

[5] Eling, M; Schmeiser, H; Schmitt, J (2007): The Solvency II Process: Overview and Critical Analysis. Risk Management and Insurance Review 10 (1): 69 – 85.

[6] European Insurance and Occupational Pensions Authority (2011): Draft proposal on Quantitative Reporting Templates and Draft proposal for Guidelines on Narrative Public Disclosure & Supervisory Reporting, Predefined Events and Processes for Reporting & Disclosure. Online: https://eiopa.europa.eu/consultations/consultation-papers/2011-closed-consultations/november-2011/draft-proposal-on-quantitative-reporting-templates-and-draft-proposal-for-guidelines-on-narrative-public-disclosure-supervisory-reporting-predefined-events-and-processes-for-reporting-disclosure/index.html last-accessed 2013-10-30.

[7] Ernst and Young (2008): Solvency II – Information systems as a major challenge.

[8] Farwick, M; Breu, R; Hauder, M; Roth, S; Matthes, F (2013): Enterprise Architecture Documentation: Empirical Analysis of Information Sources for Automation. In: 46th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii.

[9] Grelck, M; Stahl, D (2004): Umsetzung eines Solvency II – Projektes. Versicherungswirtschaft (4):241-251.

[10] Grunow, S; Matthes, F; Roth, S (2012): Towards Automated Enterprise Architecture Documentation: Data Quality Aspects of SAP PI. In: 16th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems, Poznan.

[11] Hauder, M; Roth, S; Pigat, S; Matthes, F (2013): Tool Support for Conflict Resolution of Models for Automated Enterprise Architecture Documentation. ACM/IEEE 16th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS 2013), Miami.

[12] Hauder, M; Matthes, F; Roth, S (2012): Challenges for Automated Enterprise Architecture Documentation. 7th Workshop on Trends in Enterprise Architecture Research (TEAR 2012), Barcelona.

[13] Hennink, M; Hutter, I; Bailey, A (2011): Qualitative Research Method. Sage Publications Ltd, London.

[14] Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2007): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend die Aufnahme und Ausübung der Versicherungs- und der Rückversicherungstätigkeit Solvabilität II. Online: http://eur-

lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0361:FIN:DE:PDF last-accessed 2013-10-30.

[15] KPMG (2012): Solvency II: Progress in an uncertain world – Summary of 2012 Life Technical Practices Survey.

[16] Mayring, P (2002): Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken. Beltz Verlag, Weinheim/Basel.

[17] Meuser, M; Nagel, U (1991): ExpertInneninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht: Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. Westdt. Verlag, Opladen.

[18] Mickos, H (2008): Solvency II – Implikationen für die IT. In: SAP Kongress für Versicherer. Leipzig.

[19] Pfeifer, D; Strassburger, D (2008): Solvency II: Stability problems with the SCR aggregation formula. Scandinavian Actuarial Journal (1):61 – 77.

[20] PricewaterhouseCoopers (2012): Choosing the right technology. Online: http://www.pwc.com/en_GX/gx/insurance/solvency-ii/assets/pwc-countdown-june-2012-choosing-the-right-technology.pdf last-accessed: 2013-10-30.

[21] Rands, T (1992): The key role of applications software make-or-by decisions. Journal of Stategic Information Systems 1(4): 215 – 223.

[22] Rittmann, M (2009): Neuausrichtung der Versicherungsaufsicht im Rahmen von Solvency II, Gabler Research, Wiesbaden.

[23] Roth, S; Hauder, M; Zec, M; Utz, A; Matthes, F (2013): Empowering Business Users to Analyze Enterprise Architectures: Structural Model Matching to Configure Visualizations, 7th Workshop on Trends in Enterprise Architecture Research, Vancouver.

[24] Roth, S; Hauder, M; Michel, F; Münch, D; Matthes, F (2013): Facilitating Conflict Resolution of Models for Automated Enterprise Architecture Documentation, 19th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2013), Chicago.

[25] Roth, S; Hauder, M.; Farwick, M.; Matthes, F.; Breu, R (2013): Enterprise Architecture Documentation: Current Practices and Future Directions, 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Leipzig.

[26] Tegtmeier, N (2010): Es bewegt sich doch, Bestandsverwaltung: Ein unerschlossenes Feld für Standardisierung in der IT. Versicherungs-IT (4): 42-43.

Entwicklung eines Softwareprototyps zur Bestimmung und Auswertung des Energieverbrauchs rechnergestützter Aktivitäten in Unternehmen

Felix Groß

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH, Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: felix.gross@dfki.de

Markus Reiter

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH, Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken, E-Mail: markus.reiter@dfki.de

Abstract

Einer auf Softwareapplikationen basierenden Aktivität in einem Unternehmen kann aufgrund fehlender Hard- und Softwarelösungen meist kein konkreter Energieverbrauch zugeordnet werden. Eine derartige Aktivität kann somit auch nicht im Hinblick auf ihren Energieverbrauch optimiert werden. In der vorliegenden Arbeit wird daher ein Softwareprototyp entwickelt, der auf Basis eines Modells die Messung und Analyse des Energieverbrauchs von Softwareprozessen und Hardwarekomponenten einer lokalen IT-Infrastruktur ermöglicht. Die von der Software bereitgestellten Möglichkeiten werden im Anschluss dazu genutzt, den Energieverbrauch typischer softwaregestützter Unternehmensaktivitäten zu ermitteln und zu analysieren. Bei diesen Untersuchungen konnten Methoden identifiziert werden, die erhebliche Einsparpotentiale sowohl auf Ebene der betrachteten Hardware, als auch auf Ebene der Softwareprozesse ermöglichen.

1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Die stetig steigende Nutzung und Bedeutung der Informationstechnologie (IT) sowie eine nachhaltigkeitsbewusste Gesellschaft sorgen dafür, dass der Energieverbrauch der Informationstechnologie eine immer gewichtigere Rolle einnimmt. Über den Energieverbrauch rechnergestützter Aktivitäten und Softwareapplikationen liegen den Anwendern allerdings in der Regel nur wenige Informationen vor. So gibt es beispielsweise bei der Nutzung eines Browsers, beim Verfassen einer E-Mail oder bei der Erstellung eines Datenbackups für den Anwender keinerlei Anhaltspunkte, wie hoch der jeweilige durch die Software verursachte Energieverbrauch tatsächlich ist. Dies begründet sich vor allem durch die Tatsache, dass zwar Möglichkeiten existieren, den Energieverbrauch von physischen Hardwarekomponenten einer IT-Infrastruktur zu messen, auf Softwareebene gibt es allerdings bislang nur wenige Ansätze, die sich mit der Visualisierung und einer verursachungsgerechten Zuordnung des Energieverbrauchs beschäftigen.

Um die gegebene Problemstellung zu lösen, wird in dieser Arbeit die Entwicklung und Anwendung einer Softwareapplikation vorgestellt, die es ermöglichen soll, den Energieverbrauch von Hardwarekomponenten eines Computers zu ermitteln. Darüber hinaus soll das Programm als Basis für weitergehende Untersuchungsmöglichkeiten des Energieverbrauchs auf Softwareebene genutzt werden können. Dies umfasst neben der Möglichkeit, den Energieverbrauch einer Softwareapplikation über einen längeren Zeitraum aufzuzeichnen, insbesondere Werkzeuge für eine Auswertung und Optimierung des Energieverbrauchs sowie einer Rückmeldung an den Anwender. Dieses Konzept wird prototypisch implementiert und im Anschluss dazu genutzt, eine Reihe typischer Szenarien softwarebasierter Tätigkeiten in Unternehmen auf ihren Energieverbrauch hin zu untersuchen.

Der Beitrag ist wie folgt strukturiert. Im Anschluss an diese Einleitung folgt in Abschnitt 2 eine Darstellung des derzeitigen Forschungsstandes zu Green Software sowie im Speziellen zu Arbeiten, die sich mit der Messung des Energieverbrauchs von Aktivitäten auf Softwareebene befassen. In Abschnitt 3 werden das Konzept sowie die Umsetzung der eigens entwickelten Software und deren Mehrwert gegenüber vorhandenen Programmen präsentiert. Die Anwendungsmöglichkeiten der Software werden anhand einiger beispielhafter Szenarien in Abschnitt 4 erläutert. Abschnitt 5 fasst die gewonnenen Erkenntnisse zusammen und bietet einen Ausblick auf die weitere Forschung.

2 Aktueller Stand der Wissenschaft und verwandte Arbeiten

2.1 Green IT und Green Software

Grüne Informationstechnologie (Green IT) findet in der Fachliteratur seit etwa einem halben Jahrzehnt eine stetig steigende Beachtung [3]. Unter dem Begriff wird die Erstellung, Bereitstellung und Nutzung von Computern, Servern und Infrastruktur wie z. B. Druckern oder Kommunikationssystemen mit möglichst geringen oder ohne Auswirkungen auf die Umwelt verstanden [9]. Außerdem wird in der Literatur zwischen den Begriffen *Green IT* und *IT for Green* differenziert. Während unter *Green IT* die Auswirkungen der IT auf die Umwelteffizienz durch eigene Aktivität verstanden werden, so bezeichnet *IT for Green* eine Sichtweise, die den Einfluss der IT auf die Zielerreichung in anderen Anwendungssektoren beschreibt [5]. Informationstechnologie ist somit nicht ausschließlich ein Problem für die Umwelt, sondern ebenso ein Mittel für eine ressourcenschonende Produktion und Nutzung in anderen Industriezweigen [4].

Auch wenn sich ein Großteil der Arbeiten im Bereich Green IT mit Einsparungen im Hardwarebereich beschäftigt [10], so gibt es auch eine Reihe an Publikationen, die der Frage nachgehen, wie Software

im Hinblick auf den Energieverbrauch optimiert werden kann. Dieser Teilbereich wird durch den Terminus *Green Software* beschrieben [1]. Obwohl *Green Software* keine allgemein anerkannte Definition besitzt [1], so lässt sich feststellen, dass die meisten Arbeiten zu Green Software auf Konzepte fokussieren, mit denen die ökologischen Auswirkungen von Software bei der Entwicklung und Nutzung möglichst gering gehalten werden können [12] [14]. Hierzu zählen beispielsweise die Reduktion des durch Software verursachten Grundverbrauchs (Idle) oder die Verlagerung der Zielsetzung von Leistung hin zu einem geringen Energieverbrauch, wenn ein System batteriebetrieben läuft [12]. Jedoch deckt Green Software auch einen Bereich ab, der auf die Bereitstellung von Lösungen zielt, die die Umwelteffizienz von Drittanwendungen erhöhen. So wird IT in [6] für die Erfassung und Analyse von Treibhausgasemissionen in der Logistik genutzt. Auch die in diesem Beitrag vorgestellte Software ist in diesem Teilgebiet der Green Software angesiedelt. Sie kann somit der Sichtweise *IT for Green* zugeordnet werden.

2.2 Verwandte Arbeiten

Zwar zielen die meisten Arbeiten im Bereich der Green Software wie erwähnt auf die Optimierung des softwareeigenen Energieverbrauchs, doch eine Reihe an Publikationen beschäftigt sich auch mit der Frage, wie Software gezielt für die Energieeffizienz anderer softwarebasierter Applikationen eingesetzt werden kann. Grundlage für diese Ansätze bilden intelligente digitale Messgeräte, die über Sensoren in der Lage sind, unter anderem den Energieverbrauch einer Computer-Infrastruktur zu messen und zu visualisieren [8]. Problematisch ist jedoch die Tatsache, dass mit dieser Methode nur der gesamte Verbrauch eines Systems gemessen werden kann und keine Kenntnis darüber erlangt wird, welche Hardware-Komponente oder gar welcher ausgeführte Prozess Verursacher des aufgetretenen Verbrauchs ist. In der Literatur werden zur Lösung des Problems zwei grundlegende Methoden diskutiert. Auf der einen Seite bietet sich die Option, jede einzelne Hardware-Komponente wie CPU, Speicher oder Festplatte mittels eines separaten Messgeräts zu untersuchen. Diese Möglichkeit bietet zwar exakte Ergebnisse, ist aber mit erheblichem Aufwand und hohen Kosten für die Vielzahl an Messgeräten verbunden [13]. Die zweite Möglichkeit basiert auf einer Schätzmethode, bei der lediglich der Energieverbrauch des gesamten Systems über einen Sensor gemessen wird und der Verbrauch der Komponenten anhand ihrer Auslastung bestimmt wird [13]. Für die Bestimmung der Auslastung werden in einigen Arbeiten Temperatursensoren herangezogen, die Mehrzahl der Ansätze greift allerdings auf genauere Performance-Counter, die die Aktivität einer Komponente widerspiegeln, zurück [11] [13]. Die Übertragung der Auslastung der Komponente auf den Energieverbrauch erfolgt sodann über eine lineare Regression [13]. Die Zahl der betrachteten Komponenten ergibt sich aus einer Abwägung zwischen Genauigkeit und Komplexität der Schätzung. In den meisten Ansätzen werden daher nur die verbrauchsstärksten vier bis fünf Komponenten in das Modell mit einbezogen, woraus dennoch eine hohe Genauigkeit resultiert [2] [8].

3 Entwicklung einer Energiemanagement-Software

3.1 Fachkonzept

Wie im vorherigen Abschnitt dargelegt, bietet sich durch dedizierte Sensoren eine Möglichkeit, den Energieverbrauch ganzer Rechenzentren detailliert auf Infrastrukturebene zu ermitteln und auszuwerten. Auch wenn insbesondere für portable Geräte ebenfalls Möglichkeiten implementiert wurden, den Gesamtenergieverbrauch zu messen [16], so ist das Potential für eine verursachungsgerechte Zuordnung des Energieverbrauchs auf Softwareprozesse jedoch durch die

gezeigten Ansätze noch nicht optimal ausgeschöpft. Insbesondere der laufende Energieverbrauch einer Softwareanwendung ist mit keinem der Ansätze detailliert messbar. Ebenso fehlt es an geeigneten Analysemöglichkeiten, um Verbesserungsmöglichkeiten ableiten zu können. Mit dem Software-Prototyp werden daher zwei wesentliche Ziele verfolgt. Einerseits soll mit dem Programm eine Möglichkeit geschaffen werden, den Energieverbrauch rechnerbasierter Aktivitäten verursachungsgerecht zu messen, zu visualisieren und zu archivieren. Hierfür soll die Leistungsaufnahme einzelner Systemkomponenten wie z. B. CPU, Festplatte oder Speicher sowie von Softwareprozessen als Basis dienen. Andererseits soll es auf Basis der ermittelten Daten möglich sein, Analysen und Optimierungen vorzunehmen. Zentrale Schwierigkeit der Bestimmung des Energieverbrauchs eines einzelnen Softwareprozesses ist, dass bei handelsüblichen Computern, und auch nur bei portablen Geräten, ein Batteriesensor eingebaut ist, der im Betrieb ohne Stromversorgung die gesamte momentane Leistungsaufnahme misst. Ein direktes Auslesen energiebezogener Daten einzelner Subkomponenten oder gar Prozesse ist daher ohne externe Messgeräte nicht möglich. Da das Programm rein softwarebasiert arbeiten soll, wird zur Bestimmung des Energieverbrauchs einzelner Komponenten in Anlehnung an [8] ein Schätzverfahren angewandt. Hierbei werden über einen längeren Zeitraum die mittels Sensor gemessene Gesamtleistungsaufnahme gemessen, parallel dazu die Auslastung der vermuteten verbrauchsintensivsten Systemkomponenten Monitor, CPU, Speicher, Festplatte und Netzwerk aufgezeichnet und in einer Datenbank abgespeichert. Um eine möglichst breite Datenbasis zu erhalten, werden während dieser Kalibrierung die einzelnen Komponenten bewusst stark unterschiedlich ausgelastet. Im Anschluss an die Aufzeichnung wird ein multiples Regressionsmodell aufgestellt, das von einem linearen Zusammenhang zwischen Auslastung und Energieverbrauch einer Komponente ausgeht. Für jede Komponente wird damit ein linearer β-Faktor gewonnen, der den Zusammenhang beim untersuchten System beschreibt. Der Wert der Konstante wird als statischer, nicht durch das Modell erklärter Grundverbrauch angesehen. Die Messgrößen, zur Schätzung des Komponentenverbrauchs sind in Tabelle 1 dargestellt.

Komponente	Monitor	CPU	Speicher	Festplatte	Netzwerk
Messgröße	Helligkeit (%)	Auslastung (%)	Seitenfehler (Fehler/s)	Übertragene Bytes (B/s)	Übertragene Bytes (B/s)

Tabelle 1: Messgrößen, anhand derer der Verbrauch der Komponenten geschätzt wird.

Der Energieverbrauch einer einzelnen Komponente ergibt sich folglich aus den Werten für die Leistungsaufnahme multipliziert mit der Zeit, in der sie angefallen sind. Da die Werte der Leistungsaufnahme im Sekundenabstand und damit diskret aufgezeichnet werden, kommt keine Integralrechnung in Frage, sondern eine Summenberechnung, die in Gleichung (1) beispielhaft für die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs auf Basis der Schätzwerte dargestellt ist.

$$W(t) = \sum_{i=0}^{t} \left(\begin{array}{l} P_0 + \hat{\beta}_{Monitor} \cdot Monitor(i) + \hat{\beta}_{CPU} \cdot CPU(i) + \hat{\beta}_{Speicher} \cdot Speicher(i) \\ \quad + \hat{\beta}_{Festplatte} \cdot Festplatte(i) + \hat{\beta}_{Netzwerk} \cdot Netzwerk(i) \end{array} \right) \cdot \Delta t \quad (1)$$

Die Bestimmung des Energieverbrauchs eines einzelnen Prozesses erfolgt analog. Es wird davon ausgegangen, dass ein einzelner Prozess keinen Einfluss auf den Verbrauch des Monitors oder auf den statischen Verbrauch besitzt. Daher ergibt sich der geschätzte Gesamtverbrauch aus der Summe von anteiliger CPU-, Speicher-, Festplatten- und Netzwerkleistungsaufnahme multipliziert mit der Zeit. Das Interface des Programms stellt dem Anwender neben der Möglichkeit der oben erläuterten Kalibrierung eine Übersicht zu den aktuellen Daten der Leistungsaufnahme auf Komponenten- und

Prozessebene bereit. Diese können vom Anwender nicht nur im Programm selbst betrachtet werden, sondern über eine Aufzeichnungsmöglichkeit auch über einen beliebig langen Zeitraum in einer Datenbank aufgezeichnet und im Anschluss für eine Analyse mit Drittsoftware genutzt werden. Die Vorgänge und Beziehungen im Programm sind in Bild 1 zusammenfassend dargestellt.

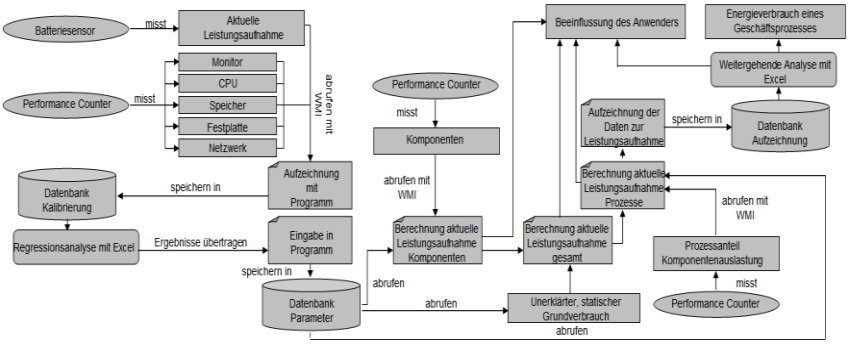


Bild 1: Architektur des Software-Prototyps mit Vorgängen und Beziehungen im Programm

3.2 Datenverarbeitungskonzept

Sowohl die Entwicklung als auch die Anwendung des Programms soll zunächst auf einem handelsüblichen Laptop ohne die Verwendung zusätzlicher Hardware erfolgen. Dabei handelt es sich um einen Laptop der Marke Samsung, Typ Q330 und Baujahr 2010 mit Intel Core i3-Prozessor 2,27 GHz und 4 GB Arbeitsspeicher mit dem Betriebssystem Windows 7 Home Premium. Die Entwicklung des Programms erfolgt in Visual Basic Express 2010, für die Datenbanken, in denen die Werte für die Kalibrierung, die β-Parameter und die Aufzeichnung der Leistungsaufnahme gespeichert werden, wird Microsoft Access genutzt. Für die Ermittlung der im Fachkonzept angesprochenen Werte des Batteriesensors und der Komponentenauslastungen wird auf die Windows Management Instrumentation (WMI) zurückgegriffen.

Das Interface des Programms gliedert sich in fünf wesentliche Rubriken. Beim erstmaligen Start des Programms wird automatisch die Rubrik *Kalibrierung* geöffnet, bei der der Anwender wie in Abschnitt 3.1 dargestellt die Ermittlung der β-Parameter durchführen kann. Hierbei werden die per WMI gewonnenen Daten von Batteriesensor und Komponentenauslastungen in der Datenbank *Kalibrierung* abgespeichert. Jede Zeile dieser Datenbank umfasst neben einem Zeitstempel die Entladungsrate der Batterie in mW sowie die Komponentenauslastung gemäß Tabelle 1. Das Regressionsmodell wird auf Basis der Rohdaten im Anschluss mittels Drittsoftware aufgestellt. Die so ermittelten Parameter können über die Rubrik *Einstellungen* in das Programm eingepflegt werden, sodass im Anschluss die Messung und Aufzeichnung des Energieverbrauchs auf Komponenten- und Prozessebene möglich ist. Die über das Programm eingegebenen Parameter werden in einer gleichnamigen Datenbank abgespeichert und können im Falle einer erneuten Kalibrierung auch nachträglich geändert werden. Für die reine Darstellung der aktuellen Leistungsaufnahme der Komponenten und der ausgeführten Softwareprozesse bietet das Interface je eine separate Rubrik. Die Anzeige wird vom Anwender manuell aktiviert oder deaktiviert.

Eine weitere Rubrik umfasst die Möglichkeit zur Aufzeichnung der Daten zur Leistungsaufnahme. Hier kann der Anwender entscheiden, ob er die Leistungsaufnahme der Komponenten, eines ausgewählten Prozesses oder alle Werte simultan aufzeichnen möchte. Die Werte werden für jede Komponente sowie für die Summe inklusive des statischen Verbrauchs nach dem Start beliebig lange in der Datenbank *Aufzeichnung* mit Zeitstempel abgelegt. Bei einer Messung ausschließlich auf

Prozessebene werden für den angegebenen Prozess neben der anteiligen Gesamtleistungsaufnahme auch die anteiligen Leistungsaufnahmen von CPU, Speicher, Festplatte und Netzwerk aufgezeichnet, die dem Prozess zugeordnet werden können. Von dieser Möglichkeit wird insbesondere bei den in Abschnitt 4.2 dargestellten Szenarien typischer rechnergestützter Unternehmensaktivitäten Gebrauch gemacht. Da WMI für einzelne Prozesse lediglich den Gesamtwert der Eingabe / Ausgabe liefert, kann dieser Wert nicht wie auf Komponentenebene auf Festplatten- bzw. Netzwerkaktivität heruntergebrochen werden. Zur Berechnung der Leistungsaufnahme der Eingabe / Ausgabe wird daher auf einen Durchschnittswert der beiden Parameter für Festplatten- bzw. Netzwerkaktivität zurückgegriffen.

3.3 Implementierung

Die Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs erfolgt wie im vorherigen Abschnitt angesprochen durch Messung der Entladungsrate der Batterie. Dieser Wert entspricht der aktuellen Leistungsaufnahme des gesamten Systems. Der Zugriff auf die gewünschten Daten erfolgt mit WMI, das eine Vielzahl an Klassen mit systemspezifischen Daten bereitstellt. Der Zugriff erfolgt prinzipiell analog zu einer Datenbankabfrage in der Sprache WMI Query Language (WQL), einer Teilmenge der American National Standards Institute Structured Query Language (ANSI SQL). Der für den Zweck des Programms gewünschte Wert findet sich im Namespace *root/WMI* in der Klasse *BatteryStatus*. Der Parameter *DischargeRate* gibt den Wert für die aktuelle Entladungsrate der Batterie zurück. Analog hierzu erfolgt der Zugriff auf die Auslastungsdaten der einzelnen Komponenten, die sich im Namespace *root/CIMV2* befinden. WMI stellt hier eine umfangreiche Auswahl sogenannter Performance Counter zur Verfügung, mit deren Hilfe in kurzen Zeitabständen die Aktivität der Systemkomponenten geloggt wird. Beispielweise kann die CPU-Auslastung über den Parameter *PercentProcessorTime* der Klasse *Win32_PerfFormattedData_PerfOS_Processor* ermittelt werden. Gleiches Prinzip findet auch beim Abruf der Werte für Speicher, Festplatte und Netzwerk Anwendung, lediglich der Wert für die Monitorhelligkeit ist nicht bei den Performance Countern, sondern im Namespace *root/WMI* zu finden. Im Programm erfolgt der Abruf der Daten über die Funktion *WMIData* unter Angabe des Namespaces, Parameters sowie der Klasse und gegebenenfalls Einschränkungen über ein *where*-Statement.

Bei der Kalibrierung zur Ermittlung der β-Parameter der Komponenten werden die Daten über einen Timer alle drei Sekunden unter Rückgriff auf die Funktion *WMIData* abgerufen und in die Datenbank *Kalibrierung* geschrieben. Währenddessen wird stets überprüft, dass der Laptop nicht an die Stromversorgung angeschlossen ist, da der WMI-Parameter in diesem Fall keinen Wert liefert und die Kalibrierung dadurch unbrauchbar wäre. Die Dauer der Kalibrierung wird durch die maximale Akkulaufzeit begrenzt. Auf dem Laptop, auf dem das Programm entwickelt wurde, erfolgte eine einstündige Kalibrierung mit rund 1200 Messwerten bei unterschiedlichen Auslastungen der Komponenten und damit stark differierenden Werten bei der gemessenen Leistungsaufnahme. Die Auswertung erfolgte in Microsoft Excel unter Verwendung der Funktion *RGP()*. Diese Funktion führt auf Basis der ermittelten Messwerte eine multiple Regressionsrechnung durch, wobei die Parameter der in Tabelle 1 dargestellten fünf Komponenten den Regressionskoeffizienten entsprechen. Der Parameter des statischen Verbrauchs entspricht der Konstante der Regressionsgleichung. Im Anschluss an die Parameterermittlung wurden diese in das Programm übertragen und in der Datenbank *Parameter* abgespeichert.

Um die Leistungsaufnahme bzw. im Anschluss den Energieverbrauch eines einzelnen Prozesses zu ermitteln, werden wie zuvor beschrieben die anteiligen Größen CPU-Auslastung, Speicheraktivität

und Aktivität der Eingabe / Ausgabe herangezogen. Die erforderlichen Komponentendaten stellt WMI in der Klasse *Win32_PerfFormatted_Data_PerfProc_Process* für jeden einzelnen Prozess zur Verfügung. Die Darstellung der Prozesse samt ihrer ermittelten Leistungsaufnahme erfolgt in einer ListView, bei der jeder Prozess eine Zeile darstellt. Jeder Prozess wird nach festgelegten Schwellwerten in niedrige, mittlere und hohe Leistungsaufnahme eingeteilt. Die einzelnen Kategorien werden dabei in unterschiedlichen Farben dargestellt. Der Abruf erfolgt über eine Modifikation der Funktion *WMIData*, da diese nur genau einen Wert zurückgeben kann. Aufgrund der großen Datenmenge wird die Liste nicht fortlaufend, sondern manuell durch den Anwender aktualisiert.

Neben der reinen Darstellung der punktuell gemessenen Daten der Leistungsaufnahme wird für die Aufzeichnung und längerfristigen Speicherung wiederum auf eine Access-Datenbank zurückgegriffen. Wie bei der Anzeige der Daten werden auch bei der Aufzeichnung nach dem Start durch den Anwender mittels eines Timers alle drei Sekunden die Werte der einzelnen Komponenten über die Funktion *WMIData* und den abgespeicherten Parametern abgerufen. Diese werden im Interface angezeigt und gleichzeitig per *insert*-Befehl in die Datenbank Aufzeichnung geschrieben. Dieser Schritt wiederholt sich solange, bis der Anwender die Aufzeichnung stoppt. Darüber hinaus hat er wie in Abschnitt 3.2 dargelegt die Möglichkeit, in ein Textfeld den Namen eines Prozessabbildes einzugeben. Sodann wird auch der Wert der Leistungsaufnahme dieses Prozesses in die Datenbank geschrieben und steht für die weitere Auswertung mit externen Programmen zur Verfügung.

4 Anwendungsszenarien der Energiemanagement-Software

4.1 Visualisierungs- und Aufzeichnungsmöglichkeiten

Um einen Überblick über den softwarebasierten bzw. verursachungsgerecht den Hardwarekomponenten zugeordneten Energieverbrauch zu erhalten, bietet das Programm in der Standardansicht die Möglichkeit, die jeweils aktuelle Leistungsaufnahme der einzelnen Komponenten anzuzeigen. Hierbei wird die Leistungsaufnahme der Komponenten nach einigen Sekunden aktualisiert und darüber hinaus der gesamte Energieverbrauch vom Start der Messung bis zum aktuellen Zeitpunkt dargestellt. Mit dieser Visualisierung der Leistungsaufnahme können unter anderem Aktivitäten erkannt werden, die die CPU oder Festplatte stark beanspruchen. Mit der Anzeige des Energieverbrauchs bezogen auf die gemessene Zeitspanne ist es möglich, beispielsweise den Verbrauch eines Anwenders an einem gesamten Arbeitstag aufzuzeichnen und mit anderen Anwendern zu vergleichen. Dieser rein komponentenbezogenen Betrachtung schließt sich die Möglichkeit an, die aktuelle Leistungsaufnahme auf Softwareprozessebene zu visualisieren. Hierzu erfolgt die Darstellung der Leistungsaufnahme der einzelnen derzeit ausgeführten Softwareprozesse in Form eines Ampelsystems. Dabei wird in Abhängigkeit der aktuellen Leistungsaufnahme des jeweiligen Prozesses, die sich aus der dem Prozess zugeordneten Auslastung der Komponenten CPU, Speicher und Eingabe / Ausgabe sowie den kalibrierten Parametern ergibt, die Zeile grün, gelb oder rot eingefärbt. Auf diese Weise kann ein (womöglich unbeabsichtigt) verbrauchsintensiver Prozess schnell ausfindig gemacht und gegebenenfalls beendet werden.

Die Visualisierungsmöglichkeiten des Programms stellen jedoch nur eine Momentaufnahme dar, die bei der Betrachtung der Leistungsaufnahme über einen längeren Zeitraum hinweg kein ausreichendes Werkzeug für eine Analyse oder gar Optimierung sind. Aus diesem Grund verfügt das Programm über eine Möglichkeit, die Daten der Leistungsaufnahme sowohl komponenten- als auch prozessbasiert über einen beliebig langen Zeitraum aufzuzeichnen und für eine weitere Auswertung in einer Datenbank bereitzustellen. Zunächst wurde die Option implementiert, die punktuellen Werte der

Leistungsaufnahme der Komponenten auf Basis der zuvor beschriebenen reinen Visualisierung abzuspeichern. Der Wert der Leistungsaufnahme einer Komponente wird dabei alle drei Sekunden gemessen und in eine Datenbank geschrieben. Betrachtung finden dabei die Komponenten CPU, Speicher, Disk, Netzwerk, Monitor sowie der konstante statische Verbrauch. Darüber hinaus kann durch Angabe eines Prozesses, dessen Abbildname entweder über den Task-Manager oder über die Prozessübersicht im Energiemanagement-Tool ermittelt werden kann, die totale Leistungsaufnahme des Prozesses aufgezeichnet werden. Interessiert lediglich der Energieverbrauch eines einzelnen Prozesses und nicht jener der betrachteten Komponenten, so kann die Leistungsaufnahme des gewünschten Prozesses auch separat gemessen und aufgezeichnet werden. Aufgrund der geringeren Datenmenge kann ein kleineres Messintervall von nur einer Sekunde realisiert werden. Zudem wird nicht nur die totale Leistungsaufnahme des Prozesses in der Datenbank vermerkt, sondern auch die anteilige Leistungsaufnahme bezogen auf die vom Prozess ausgelasteten Komponenten CPU, Festplatte und Eingabe / Ausgabe. Es wird davon ausgegangen, dass ein Prozess keinen Einfluss auf den statischen Verbrauch oder auf den Monitorverbrauch besitzt, weswegen dieser nicht mit aufgezeichnet wird.

4.2 Auswertung und Optimierung typischer rechnergestützter Aktivitäten in Unternehmen

Die beschriebenen Analysemöglichkeiten werden im Folgenden für die Messung des Energieverbrauchs einer Reihe typischer Aktivitäten innerhalb eines Dienstleistungsunternehmens genutzt. Hierbei werden das Verfassen einer E-Mail sowie eines Geschäftsbriefes, Aktivitäten im Internet, die Berechnung statistischer Kennzahlen sowie die Durchführung einer Datensicherung betrachtet. Bei der Messung wird bei jeder einzelnen Aktivität während der Durchführung mit der Energiemanagement-Software sekündlich die Leistungsaufnahme des zugrundeliegenden Softwareprozesses aufgezeichnet. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass sowohl die Helligkeit des Monitors und damit sein Verbrauch als auch der statische, nicht erklärte Verbrauch während der gesamten Messung konstant bleiben und somit nur von der Durchlaufzeit des Prozesses abhängen. Die in der Datenbank *Aufzeichnung* abgespeicherten Rohdaten der jeweiligen Messung werden im für die anschließende Analyse in Microsoft Excel übertragen und ausgewertet. Die Szenarien, ihre Durchlaufzeit sowie ihr ermittelter Energieverbrauch, unterteilt in die Summe der prozessabhängigen Komponenten CPU, Speicher und Eingabe / Ausgabe, sowie den Monitor- und statischen Verbrauch sind zusammenfassend in Tabelle 2 dargestellt. So ergab sich beispielsweise beim Schreiben einer E-Mail durch Auslastung der Komponenten CPU, Speicher und Eingabe / Ausgabe ein Verbrauch von 55,77 Ws, während sich der hohe Verbrauch des Monitors und der statische Verbrauch durch die lange Durchlaufzeit erklären lassen.

Szenario	**Dauer**	**Energieverbrauch**			
		Prozessebene	Monitor	Statisch	Total
E-Mail verfassen (Thunderbird)	234 s	55,77 Ws	954,72 Ws	2948,40 Ws	3958,89 Ws
Geschäftsbrief verfassen (Word)	234 s	19,01 Ws	954,72 Ws	2948,40 Ws	3922,13 Ws
Internetaktivitäten (Firefox)	215 s	157,93 Ws	877,20 Ws	2709,00 Ws	3744,13 Ws
Statistikberechnung (Excel)	80 s	13,33 Ws	326,40 Ws	1008,00 Ws	1347,73 Ws
Sicherung (Total Commander)	69 s	435,30 Ws	281,52 Ws	869,40 Ws	1586,22 Ws

Tabelle 2: Betrachtete Aktivitäten in einem Dienstleistungsunternehmen und deren Energieverbrauch

Bei der Untersuchung des Schreibens einer E-Mail zeigte sich, dass insbesondere der Start und das Schließen des E-Mail-Clients sowie das Senden der E-Mail beim Energieverbrauch besonders ins Gewicht fielen. Beim eigentlichen Schreiben der E-Mail entstand auf Prozessebene dagegen nur ein geringer Energieverbrauch. Ein ähnliches Bild bot sich bei der Verfassung eines Geschäftsbriefes mit Microsoft Word, bei der das Schreiben des Briefes auf Prozessebene kaum messbare Werte nach sich zog. Somit ist die Zeit, in der geschrieben wird, hinsichtlich des Energieverbrauchs auf Softwareprozessebene nahezu irrelevant, lediglich der statische Verbrauch und der des Monitors über die Zeitspanne tragen zum Gesamtenergieverbrauch bei. Auch bei der Untersuchung des Energieverbrauchs beim Surfen im Internet mit dem Browser Firefox konnten klar abgrenzbare Verbrauchsmuster erkannt werden. Das Aufrufen der Google-Startseite erzeugte beispielsweise einen Energieverbrauch von 11 Ws auf Prozessebene und war damit ähnlich verbrauchsintensiv wie der Start des Programms. Darüber hinaus ergab die Messung, dass das Öffnen einer Seite in einem neuen Tab nur rund 70% der Energie erforderte, verglichen mit dem Öffnen derselben Seite in einem neuen Fenster. Der erwartungsgemäß höchste Verbrauch konnte beim Betrachten eines YouTube-Videos ermittelt werden. Hier fielen während des rund 90 Sekunden langen Videos 45 Ws Energieverbrauch auf Prozessebene an.

Große punktuelle Leistungsaufnahmen konnten bei der Erzeugung von Zufallszahlen und Berechnung statistischer Größen wie Mittelwert, Varianz oder Standardabweichung mit Microsoft Excel registriert werden. Der vor allem auf eine hohe CPU-Aktivität zurückzuführende Verbrauch war insgesamt jedoch nicht überdurchschnittlich hoch, da die hohen Werte der Leistungsaufnahme nur an einzelnen Messpunkten auftraten und nicht über eine längere Zeitspanne. Hohe Leistungsaufnahmen über einen längeren Zeitraum ergaben sich bei der Sicherung von Daten, einem weiteren typischen Vorgang in einem Unternehmen. Da der Prototyp des Programms jedoch nur Vorgänge auf der internen Festplatte erfasst, wird in der Untersuchung die Datensicherung durch Kopieren auf demselben Datenträger simuliert. Im Vergleich zu den vorherigen Messungen ergaben sich beim Kopieren der rund 500 MB großen Datenmenge verhältnismäßig hohe Werte bei der Leistungsaufnahme über einen längeren Zeitraum hinweg. Während des 30 Sekunden andauernden Vorgangs erfasste das Programm allein auf Prozessebene einen Energieverbrauch von rund 430 Ws. Der Verbrauch verteilte sich dabei etwa je zur Hälfte auf die Komponente CPU bzw. die Festplatte. Eine vergleichende grafische Darstellung des Verlaufs der Leistungsaufnahme der Excel- und Datensicherungsaktivitäten findet sich in Bild 2.

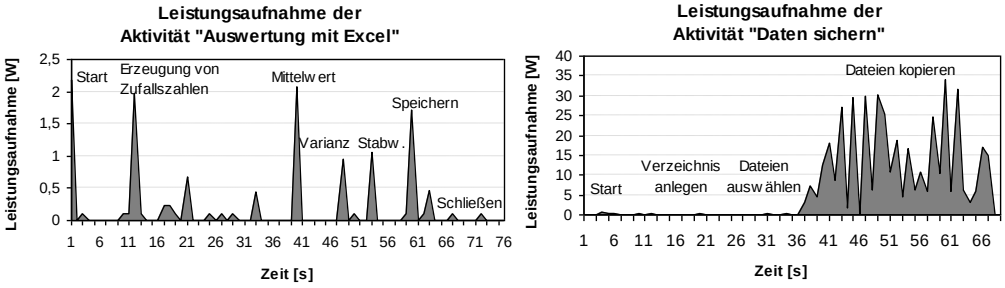


Bild 2: Leistungsaufnahmen der Excel-Auswertung und der Datensicherung im Vergleich

Neben der zuvor dargelegten rein deskriptiven Auswertung kann auf Basis der ermittelten Daten auch eine Optimierung der jeweiligen Aktivität im Hinblick auf ihren Energieverbrauch erfolgen. Besonders bei Aktivitäten, die auf Prozessebene einen geringen Energieverbrauch aufweisen, fallen der statische Verbrauch sowie jener des Monitors, die beide im Modell ausschließlich von der Zeit abhängen, besonders stark ins Gewicht. Die trivialste, aber effektivste Methode, Energie einzusparen, stellt daher die Reduktion der Durchlaufzeit der Aktivität oder aber die Reduktion der

Monitorhelligkeit dar. Auf dem betrachteten Laptop konnten die Aktivitäten problemlos auch mit nur 40% der normalen Monitorhelligkeit ausgeführt werden. Auf diese Weise konnte der Gesamtverbrauch im Schnitt um gut 55% reduziert werden. Problematischer erscheint die Verkürzung der Dauer einer Aktivität, um den absoluten statischen Verbrauch zu reduzieren. Hier besteht – was derart elementare Aktivitäten betrifft – nur geringes Potential. Da die Zeit jedoch ein typischer Gegenstand einer Geschäftsprozessoptimierung ist [7], kann zumindest in diesem Kontext durch eine etwaige Zeitersparnis z. B. durch Veränderung von Abläufen und durch den Wegfall wie der oben untersuchten Aktivitäten auch gleichzeitig der Energieverbrauch eingedämmt werden. Wie sich bei der Auswertung der Aktivitäten gezeigt hat, fiel ausnahmslos bei allen untersuchten Abläufen der Start des jeweiligen Programms besonders ins Gewicht. Bei einer vergleichenden Messung, bei der davon ausgegangen wurde, dass das erforderliche Programm vor der Durchführung bereits geöffnet ist, konnte der gesamte Energieverbrauch im Schnitt um 16% gesenkt werden. Das Ergebnis ist jedoch dahingehend zu relativieren, als dass ein Großteil der Ersparnis wiederum durch eine Reduktion der Durchlaufzeit bedingt durch den Wegfall des Programmstarts zu Stande kommt.

4.3 Auswertung und Optimierung von Datenbankanwendungen

Ebenfalls häufig werden Datenbanken in Dienstleistungsunternehmen verwendet. Nahezu jedes derartige Unternehmen wird beispielsweise über eine Kundendatenbank verfügen, bei der typische Operationen wie Suchen, Einfügen oder Aktualisieren durchgeführt werden. Für eine beispielhafte Messung wird eine Kundendatenbank mit Microsoft Access erzeugt, in die Daten von zunächst zehn, dann 100, 1.000, 10.000 sowie 100.000 Einträge eingefügt werden. Bei jeder Datenbankgröße erfolgte eine Suchanfrage nach einem bestimmten Kunden, der jeweils genau einmal eingetragen war. Es zeigte sich, dass zwischen der Datenbankgröße und dem angefallenen Energieverbrauch ein linearer Zusammenhang vorlag. Hieraus lässt sich in diesem speziellen Fall folgern, dass beispielsweise beim Suchen eines Eintrages in einer Datenbank weniger Energie verbraucht wird, wenn die Datenbank weniger Datensätze umfasst. Bei großen Unternehmen mit zahlreichen Kunden könnte daher durch eine aktive Pflege der Datenbank Energie eingespart werden. Da jedoch im betrachteten Anwendungsfall ausschließlich nicht-indizierte Spalten untersucht wurden, ist es für eine allgemeingültige Aussage über den Zusammenhang nötig, auch z. B. Auswirkungen der Indexstruktur einer Datenbank oder bereits in der Forschung festgestellte Schwankungen bei der Komponentenauslastung [15] zu untersuchen.

Häufig liegt bei großen Datenbanken zum Sparen von Speicherplatz darüber hinaus eine Komprimierung vor. Im Rahmen dieser Arbeit interessiert daher, ob durch die Komprimierung auch Energie eingespart werden kann. Zweifellos wird durch die geringere Datenmenge die Festplattenaktivität verringert werden, doch für eine korrekte Anzeige der Daten müssen diese für den Anwender dekomprimiert werden. Dieser Vorgang dürfte die CPU stärker beanspruchen und damit deren Verbrauch erhöhen. Um herauszufinden, welcher Effekt überwiegt, wird die Datenbank mit einem Algorithmus komprimiert, der die Einträge einer Kundendatenbank in einen 7-bit-Code umwandelt. Im Anschluss werden drei Szenarien jeweils unter Zuhilfenahme einer nicht komprimierten und einer komprimierten Datenbank gemessen und verglichen. Diese drei Szenarien sind in Bild 3 dargestellt.

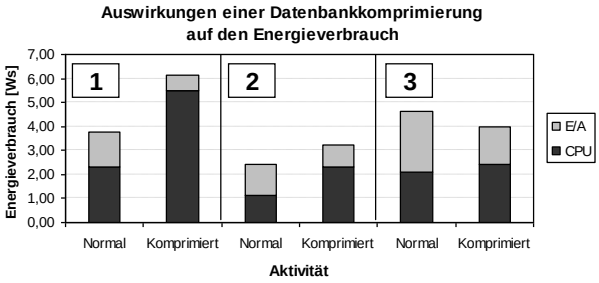


Bild 3: Auswirkung einer Datenbankkomprimierung auf den Energieverbrauch in den Fällen 1-3

In Fall 1 erfolgte der Abruf gängiger Kundendaten wie Anrede, Titel, Name und Adresse. Es ist zu sehen, dass der Festplattenverbrauch (E/A) im komprimierten Fall zurückgeht, der Verbrauch der CPU jedoch um ein Vielfaches mehr ansteigt. Gleiches gilt für Fall 2, in welchem neue Kundendaten in die Datenbank eingetragen wurden. Lediglich in Fall 3 überwiegt die Einsparung der Komponente Festplatte. Hier erfolgte eine Suchanfrage in einer anderen Datenbank, die längere Strings beinhaltete. Bei einer Datenbank mit besonders langen Zelleninhalten konnte der Energieverbrauch insgesamt somit durch die Komprimierung verringert werden, während bei Spalten mit kurzen Einträgen (z. B. Titel des Kunden wie „Dr.“) die Dekomprimierung mehr Energie verbrauchte als durch die geringere Plattenaktivität eingespart werden konnte. Ob sich ein Vorteil aus der Komprimierung im Hinblick auf den Energieverbrauch ergibt, hängt somit entscheidend von der Struktur der Datenbank ab.

5 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick

Wie sich in Abschnitt 2 gezeigt hat, besteht in der Literatur weitgehender Konsens über die Tatsache, dass IT zwar zu einem erheblichen Anteil des Energieverbrauchs einer modernen Volkswirtschaft beiträgt, aber auch, dass IT nicht ausschließlich ein Problem, sondern auch eine Lösung ist. IT ermöglicht Technologien zur Optimierung und Minimierung des Energieverbrauchs in anderen Sektoren. Ein Teilgebiet dieser Optimierungsmöglichkeiten stellen softwarebasierte Ansätze zur Visualisierung und Auswertung von Energieverbräuchen am Computer dar, deren Funktionen und Potentiale in der vorliegenden Arbeit näher erläutert wurden. Einschränkungen ergeben sich bei den vorhandenen Ideen insbesondere dahingehend, dass eine verursachungsgerechte Übertragung des Gesamtverbrauchs einer IT-Infrastruktur auf die Ebene eines einzelnen Softwareprozesses nicht ohne weiteres möglich ist.

Ziel dieser Arbeit war es, die aufgeführten Einschränkungen der vorhandenen Ansätze durch die prototypische Entwicklung einer eigenen Software zu lösen. Mit dieser ist es nun möglich, den gesamten Verbrauch einer IT-Infrastruktur zunächst auf einzelne Subkomponenten aufzuteilen und im Anschluss einzelnen Softwareapplikationen zuzuordnen. Insbesondere die Möglichkeit, Verbrauch eines einzelnen Softwareprozesses detailliert untergliedert nach einzelnen IT-Komponenten messen zu können, stellt einen Mehrwert gegenüber vergleichbaren Ansätzen dar. Auf portablen Geräten kann dabei auf den eigebauten Batteriesensor zurückgegriffen werden, sodass für die verursachungsgerechte Bestimmung des Energieverbrauchs keinerlei zusätzliche Hardware nötig ist. Obwohl der Verbrauch der einzelnen Systemkomponenten anhand ihrer Auslastung geschätzt wird, ergab eine simultane Aufzeichnung der via Sensor gemessenen und der durch das Programm geschätzten Gesamtleistungsaufnahme, dass die Abweichungen marginal sind. Eine Verbesserung der Genauigkeit könnte jedoch noch dadurch erzielt werden, dass weitere Komponenten in das Modell aufgenommen werden, um den Anteil des als statisch angesehenen, modellexogenen Verbrauchs zu verringern. Die

beispielhaften Szenarien typischer Unternehmensaktivitäten haben gezeigt, dass auch auf Ebene einer Softwareapplikation Einsparpotentiale vorhanden sind. Bislang liegt für die Auswertung der Rohdaten nur eine manuelle Schnittstelle vor, sodass der Anwender auf Drittprogramme zurückgreifen und die Daten dort manuell auswerten muss. In einem nächsten Schritt wäre es daher von Bedeutung, eine automatische Auswertungsmöglichkeit in das Programm einzubetten. Dies soll durch die Ausführung eines zuvor definierten Skripts mit der Statistiksoftware R erfolgen. Für eine Verringerung des Energieverbrauchs ist es zudem denkbar, dass das Programm den Anwender nicht nur wie bislang indirekt sensibilisiert, sondern aktiv Handlungsempfehlungen ausspricht, wenn es beispielsweise verbrauchsintensive Prozesse erkennt. Derartige Handlungsempfehlungen können auch auf den in Abschnitt 2 beschriebenen Optimierungsmöglichkeiten bei der Entwicklung und Nutzung grüner Software basieren. Die Software könnte beispielsweise durch das in [12] thematisierte kontextabhängige Verhalten Änderungen am System vornehmen, sobald dieses via Akku betrieben wird, um die Laufzeit zu verlängern.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden ausschließlich Aktivitäten auf Ebene einzelner isolierter Softwareanwendungen untersucht. Damit ist mit dem Programm gelungen, den Energieverbrauch von der Ebene der Infrastruktur mit dem der Ebene einzelner Anwendungen zu verknüpfen. Im weiteren Verlauf kann das Programm aber auch dazu genutzt werden, eine Verknüpfung zwischen der Ebene der Softwareanwendungen und zusammenhängenden Geschäftsprozessen herzustellen. Hierfür kann eine Betrachtung der rechnergestützten Aktivitäten im zusammenhängenden Kontext eines spezifischen Geschäftsprozesses erfolgen. Mit dem Programm können dann die zugrundeliegenden Softwareprozesse einer Funktion eines Geschäftsprozesses, die rechnergestützt ausgeführt wird, gemessen werden. Ebenso können Optimierungen auf Ebene der Softwareanwendungen durch die in Abschnitt 4 dargelegten Möglichkeiten geprüft werden. Darüber hinaus kann durch die gewonnenen Daten aber auch aufgezeigt werden, wie sich Änderungen am Geschäftsprozess auf den Energieverbrauch auswirken.

6 Literatur

[1] Abenius, S (2009): Green IT & Green Software - Time and Energy Savings Using Existing Tools. In: Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection: Concepts, Methods and Tools. Berlin.

[2] Bircher, WL; Lizy, KJ (2007): Complete System Power Estimation: A Trickle-Down Approach Based on Performance Events. Proceedings of the IEEE International Symposium on Performance Analysis of Systems & Software, ISPASS. San Jose.

[3] Brooks, S; Wang, X; Sarker, S (2010): Unpacking Green IT: A Review of the Existing Literature. Proceedings of the 16th Americas Conference on Information Systems, AMCIS. Lima.

[4] Buhl, HU; Laartz, J (2008): Warum Green IT nicht ausreicht – oder: Wo müssen wir heute anpacken, damit es uns übermorgen noch gut geht? Wirtschaftsinformatik 50(4):261-264.

[5] Faucheux, S; Nicolaï, I (2010): IT for Green and Green IT: A proposed typology of eco-innovation. Ecological Economics 70(11):2020-2027.

[6] Hilpert, H; Schumann, M; Kranz, J (2013): Green Information Systems wirksam einsetzen. Wirtschaftsinformatik 55(5):315-327.

[7] Houy, C; Reiter, M; Fettke, P; Loos, P (2011): Towards Green BPM − Sustainability and Resource Efficiency through Business Process Management. In: Su, J; zur Muehlen, M (Hrsg), BPM 2010 Workshops, LNBIP, Vol. 66. Springer, Heidelberg.

[8] Kansal, A; Zhao, F; Liu, J; Kothari, N; Bhattacharya, AA (2010): Virtual Machine Power Metering and Provisioning. Proceedings of the 1st ACM Symposium on Cloud Computing, SoCC '10. ACM, New York.

[9] Mithas, S; Khuntia, J; Prasanto, KR (2010): Green Information Technology, Energy Efficiency, and Profits: Evidence from an Emerging Economy. Proceedings of the International Conference on Information Systems, ICIS. Saint Louis.

[10] Naumann, S; Dick, M; Kern, E; Johann, T (2011): The GREENSOFT Model: A reference model for green and sustainable software and its engineering. Sustainable Computing: Informatics and Systems 1(4):294-304.

[11] Singh, K; Bhadauria, M (2009): Real Time Power Estimation and Thread Scheduling via Performance Counters. ACM SIGARCH Computer Architecture News 37(2):46-55.

[12] Steigerwald, B; Agrawal, A (2012): Green Software. In: Murugesan, S; Gangadharan, GR (Hrsg), Harnessing Green IT – Principles and Practices. Wiley, West Sussex.

[13] Sun, Y; Wanner, L; Srivastava, M (2012): Low-Cost Estimation of Sub-system Power. Proceedings of the International Green Computing Conference, IGCC. San Jose.

[14] Taina, J (2010): How Green Is Your Software? In: Tyrväinen P; Jansen S; Cusumano, MA (Hrsg), ICSOB 2010, LNBIP 51. Berlin Heidelberg.

[15] Tsirogiannis, D, Stavros H, Mehul, AS (2010): Analyzing the energy efficiency of a database server. Proceedings of the 2010 ACM SIGMOD International Conference on Management of data. ACM, 2010.

[16] Zhang, L. et al. (2010): Accurate Online Power Estimation and Automatic Battery Behavior Based Power Model Generation for Smartphones. ISSS 2010, Scottsdale 2010.

Social Media Marketing im Personalmanagement – eine Vergleichsstudie zur Nutzung durch Unternehmen und Studenten (Abstract Only)

Florian von Besser

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Abteilung für Wirtschaftsinformatik, 79085 Freiburg,
E-Mail: florian.vonbesser@gmail.com

Tobias Brandt

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Abteilung für Wirtschaftsinformatik, 79085 Freiburg,
E-Mail: tobias.brandt@is.uni-freiburg.de

Abstract

Bei der Werbung neuer Mitarbeiter gewinnt Social Media in Unternehmen zunehmend an Bedeutung. Facebook, Xing, Youtube und ähnliche Plattformen werden sowohl dazu genutzt, Benutzer aktiv auf ausgeschriebene Stellen hinzuweisen, als auch, um die Außenwirkung des Unternehmens zu verbessern. In dieser Studie werden die Erwartungen von Studenten und Hochschulabsolventen hinsichtlich der Präsenz von Unternehmen in sozialen Medien untersucht und mit den Aktivitäten der Unternehmen verglichen. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass ein pauschales Urteil über die Eignung sozialer Medien im Personalmanagement nicht möglich ist und verschiedene Plattformen unterschiedlich gut zur Realisation von Zielstellungen wie Stellenbesetzungen oder einer Verbesserung des Markenbildes geeignet sind. Unternehmen müssen sich dieser Unterschiede bewusst sein und die genutzten Plattformen anhand dieser Zielstellungen auswählen.

Globales Life-Cycle-Trackingsystem für elektronische Konsumgüter

Peter Trier

Universität zu Köln, Juniorprofessur für Wirtschaftsinformatik und Information Systems Quality, 50969 Köln, E-Mail: trier.peter@gmail.com

Paul Glowalla

Universität zu Köln, Juniorprofessur für Wirtschaftsinformatik und Information Systems Quality, 50969 Köln, E-Mail: glowalla@wiso.uni-koeln.de

Ali Sunyaev

Universität zu Köln, Juniorprofessur für Wirtschaftsinformatik und Information Systems Quality, 50969 Köln, E-Mail: sunyaev@wiso.uni-koeln.de

Abstract

Während des Lebenszyklus‘ eines Produktes fallen diverse Daten an. Um den bestmöglichen Wert aus dem Produkt für alle Beteiligten zu generieren, muss das Produkt im Zentrum der Betrachtung stehen. Den lückenlosen Überblick über jedes spezifische Produkt zu behalten, ist jedoch eine noch zu lösende Herausforderung. Das Ziel dieser Arbeit ist die Anforderungsanalyse für ein idealtypisches globales Life-Cycle-Trackingsystem (GLCTS) für elektronische Konsumgüter. Neben einem systematischen Literaturreview wurden semistrukturierte Leitfadeninterviews geführt und anhand der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Die Arbeit bietet eine praxisnahe Grundlage, welche die Entwicklung und Umsetzung eines GLCTS für elektronische Konsumgüter unterstützt. Zur Realisierung des erstellten Konzepts ist es notwendig, dass sich die Branche auf ein überschneidungsfreies Produktident einigt.

1 Einführung

Während des gesamten Lebenszyklus‘ eines Produktes fallen diverse Daten an. Die ersten Daten entstehen bereits bei der Idee für ein neues Produkt und die letzten, wenn das Produkt recycelt oder verschrottet wird. Dazwischen erfahren das Produkt bzw. dessen Daten viele Veränderungen: Das Produkt wird produziert, versendet und verteilt, genutzt, bei Bedarf repariert oder gewartet. Das Produkt durchläuft einen komplexen Prozess, in den viele unterschiedliche Parteien involviert sind. In der Praxis sind zurzeit eine Vielzahl von Systemen zur Verfolgung der Produktlebensphasen im Einsatz [14, 19, 25]. Im Bereich elektronischer Konsumgüter allerdings keines, welches den kompletten Produktlebenszyklus auf globaler Ebene verfolgt. Zahlreiche Hersteller, Händler, Logistiker und Servicedienstleister setzen eigene Systeme ein. Für die einzelnen Unternehmen bedeutet das, dass ihnen Informationen über Teile des Produktlebenszyklus‘ nicht zugänglich sind oder die Informationsqualität der Life-Cycle-Daten nur unzureichend ist. Den Überblick über jedes einzelne spezifische Produkt zu behalten, ist eine aktuell noch zu lösende Herausforderung. Um den bestmöglichen Wert aus dem Produkt für alle Beteiligten (Zulieferer, Hersteller, Händler, Endkunden, Logistikdienstleister, Servicedienstleister, End-of-Life-Dienstleister, etc.) zu generieren, muss jedoch das Produkt selbst im Zentrum der Betrachtung stehen, ungeachtet von Unternehmensgrenzen. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, wie ein unabhängiges, idealtypisches Life-Cycle-Trackingsystem für CE-Produkte aussehen sollte.

Mit der Verfolgung des Produktlebenszyklus‘ von elektronischen Konsumgütern (im folgenden CE-Produkte für ‚consumer electronic products‘) auf globaler Ebene würde die Produkt-wertschöpfungskette einen signifikanten Mehrwert erhalten [14]. Durch das unternehmens-übergreifende Erfassen von produktzentrierten Informationen und deren Austausch lässt sich die Transparenz des Produktlebenszyklus‘ für alle Beteiligten steigern. Eine lückenlose Ermittlung des Produktstandortes und -status‘ erlaubt z. B. eine effizientere Produktion, Logistik und einen verbesserten Produktsupport. Darüber hinaus können Aufbereitung und Entsorgung des Produktes verbessert werden.

Das Ziel der Arbeit ist die Erhebung von Grundlagen und Anforderungen für ein globales Life-Cycle-Trackingsystem (GLCTS) für CE-Produkte. Das konzeptionelle Trackingsystem soll die Verfolgbarkeit des Warenflusses in der globalen Lieferkette von der Produktion über die Auslieferung bis zum Point-of-Sale und darüber hinaus für den Servicefall ermöglichen und eine Basis für ein GLCTS für CE-Produkte schaffen. Anhand von Expertenbefragungen wurde eine Anforderungsanalyse für ein idealtypisches GLCTS für CE-Produkte durchgeführt.

2 Globales Life-Cycle-Tracking

2.1 Begriffsklärung

Konsumgüter sind Güter, die von Konsumenten (Endverbrauchern) konsumiert, d. h. entweder verbraucht oder gebraucht werden [4]. Das in dieser Arbeit zu entwickelnde Trackingsystem soll für die Consumer Electronic (CE) Branche eingesetzt werden. CE-Produkte sind Produkte aus der Unterhaltungselektronik, z. B. Fernseher, MP3 Player, Mobiltelefone [2]. Der Life-Cycle eines Produktes beinhaltet alle Phasen / Abschnitte, die während der Lebensdauer durchlaufen werden, von der Produktentstehung bis zum Produktlebensende [25]. Die hier verwendete Einteilung orientiert sich am physischen Leben des Produktes und durchläuft drei Phasen [15]. Tracking ist eine Methode, ein Objekt durch die Supply Chain zu verfolgen und alle Daten zu registrieren, die als relevant für den

historischen Verlauf oder die Überwachung angesehen werden [11]. Welche Daten von Relevanz sind, ist abhängig vom Anwendungsbereich. Ein Trackingsystem verfolgt einzelne CE-Produkte innerhalb ihres Lebenszyklus‘ und erfasst relevante Daten der Lebensphasen. Das Trackingsystem umfasst zudem die Technik, auf der das System läuft und die nötig ist, um das Tracking zu ermöglichen.

2.2 Phasen des Lebenszyklus‘ von CE-Produkten

In der Literatur wird der Produktlebenszyklus in drei Phasen eingeteilt: Beginning-of-Life (BOL), Middle-of-Life (MOL) und End-of-Life (EOL) [15]. Die BOL-Phase eines Produktes fängt bereits mit der Planung (Design) an, die wiederrum eine mehrstufige Phase ist [25]. Die Anforderungen der Kunden werden identifiziert und ein Referenzkonzept wird erstellt. Auch die nötigen Produktionsprozesse und Produktionsanlagen werden geplant. Ist die Planung abgeschlossen, kann das Produkt produziert werden. Die verschiedenen Einzelteile werden hergestellt und durch interne Logistik zur Produktmontage gebracht. Dort werden alle Teile zusammengesetzt. Das fertige Produkt wird ggf. noch auf Funktion überprüft (Qualitätssicherung) und verpackt. Bis hierhin befindet sich das Produkt im Besitz des Herstellers. Die MOL-Phase beinhaltet die Distribution (externe Logistik), Nutzung und Support in Form von Reparaturen und Wartungen [25]. Während der Distribution gelangt das Produkt vom Hersteller meist über mehrere Zwischenhändler (z. B. Großhändler, Einzelhändler) zum Endkunden. Bei ihm beginnt die Produktnutzung. Im Verlauf der Nutzung können Supportfälle auftreten. Diese können fällige Produktwartungen sein oder nötige Reparaturen aufgrund eines Defekts. In der MOL-Phase befindet sich das Produkt im Besitz des Endkunden oder des Servicedienstleisters (wie z. B. Logistikdienstleister, Reparaturbetriebe). Die EOL-Phase beginnt, wenn das Produkt den Ansprüchen des Benutzers nicht mehr gerecht wird [23]. Befindet sich das Produkt in der EOL-Phase gibt es mehrere Möglichkeiten, wie es mit dem Produkt weitergeht. Xu et al. [29] unterscheiden vier Möglichkeiten einer EOL-Strategie in Abhängigkeit des verbliebenen Produktwertes: Wiederverwendung des Produktes bei hohem Wert, Wiederaufbereitung bei mittlerem Wert, Recycling bei geringem Wert und Entsorgung, wenn das Produkt keinen Wert mehr besitzt [29]. Bei der Wiederverwendung wird das Produkt bei einem anderen Nutzer als gebraucht erneut eingesetzt. Bei der Wiederaufbereitung hingegen wird das Produkt überholt (refurbished) und Verschleißteile werden i. d. R. ersetzt. Das Produkt kann also bei Wiederverwendung oder Wiederaufbereitung zurück in die MOL-Phase gelangen. Im Recyclingprozess wird das Produkt entweder in seine Einzelteile zerlegt oder als Ganzes wiederverwertet [28]. Wenn das Produkt recycled oder entsorgt wird, ist die EOL-Phase die endgültige des Produktes.

2.3 Produktidentifizierung

Produktidentifizierung bedeutet, dass das Produkt von anderen Produkten des gleichen Typs unterschieden werden kann [12]. Dies wird im Normalfall durch die Zuordnung einer eindeutigen Nummer (z. B. Seriennummer) zum Produkt erreicht. Diese eindeutige Nummer darf nur einmal vergeben werden und wird im Folgenden als das Produktident bezeichnet. In der Praxis werden verschiedene Produktidente eingesetzt. Die Produktidente sind auf Datenträgern gespeichert, die am CE-Produkt angebracht sind. Analog sind die Produktidente in einer oder mehreren Datenbanken gespeichert, die zum Produkt zugehörige Informationen enthalten [26]. Der folgende Absatz geht auf die am häufigsten eingesetzten und von den Experten genannten Produktidente ein [6, 9].

Die Hersteller vergeben meist eine Seriennummer für jede Instanz eines Produktes. Dabei ist nicht sichergestellt, dass diese auf globaler Ebene überschneidungsfrei mit Produktseriennummern anderer Hersteller ist. Anders ist es in der Mobilfunkbranche. Hier wurde, laut den gefragten Experten, eine

globale Einigung auf eine eindeutige Identifizierungsnummer, der sog. International Mobile Equipment Identity (IMEI) Nummer, erzielt. Eine weitere mögliche Identifizierungsnummer für CE-Produkte ist die Global Trade Item Number (GTIN), ehemals EAN-Code. Sie enthält allerdings nicht die Seriennummer des Produktes und kann daher nicht auf die einzelne Produktinstanz zurückschließen, sondern nur auf das Produkt als solches. Mit einer Serialized GTIN (SGTIN) oder einem Electronic Product Code (EPC) ist dies aber möglich, da die Seriennummer enthalten ist.

2.4 Product-Life-Cycle-Management

Das Life-Cycle-Tracking ist eine eigenständige Disziplin und wird in der Forschungsliteratur unter dem Begriff *Product-Life-Cycle-Management* (PLM) geführt. PLM kann definiert werden als ein strategischer Ansatz, um alle produktbezogenen Informationen effizient innerhalb des gesamten Produktlebenszyklus zu verwalten [13]. Es wird eine ganzheitliche, unternehmensübergreifende, produktzentrierte Wissensumgebung geschaffen, die nicht nur mit den Tools der Produktentwicklung und den Datenwarenhäusern verknüpft ist, sondern auch mit den Produktwartungs-, Reparatur- und den EOL-unterstützenden Systemen anderer Unternehmen [25]. Solch eine PLM-Umgebung ermöglicht die Zusammenarbeit der verschiedenen Interessengruppen eines Produkts innerhalb des Lebenszyklus‘. PLM versucht die richtigen Informationen zur richtigen Zeit und im richtigen Kontext bereitzustellen. Auch für CE-Produkte ist das PLM-Konzept anwendbar [16].

Wie der mögliche Informationsfluss bei Umsetzung des PLM-Ansatzes über die jeweiligen Phasen hinweg aussehen kann, wird beispielhaft anhand der MOL-Phase erläutert. In der MOL-Phase werden Informationen über Distributionswege, Gebrauchszustände, aufgetretene Fehler, Wartungs- oder Reparaturereignisse, etc. gesammelt [16]. Diese können genutzt werden, um die dahinterstehenden Prozesse zu verbessern, inklusive der Produktentwicklung in der BOL-Phase. Zudem können Distributionswege verfolgt und ggf. optimiert werden. Die Supportprozesse können verbessert werden, da auf Basis der zur Verfügung stehenden Informationen genauere Analysen möglich sind. Durch die Erhebung von Informationen während der Nutzung können die Wartungsintervalle bei Bedarf vorzeitig verkürzt oder eine Echtzeitunterstützung des Kunden ermöglicht werden. In der EOL-Phase wird die Entscheidung über die durchzuführende Strategie auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Produktinformationen wie Produktbestandteile, Gebrauchszustände, umweltgefährdende Stoffe, Reparatur- / Wartungshistorie, etc. erleichtert [16]. Informationen zur Durchführung der Strategie (z. B. Demontageanleitung) werden aus der BOL-Phase zur Verfügung gestellt.

2.5 Semantische Interoperabilität

In den verschiedenen Produktlebensphasen sind mehrere Unternehmen involviert, die üblicherweise alle ihre eigene Syntax und Semantik von Produktinformationen haben [8]. Diese Problematik lässt sich auf die Heterogenität der eingesetzten Systeme und insbesondere auf die uneinheitliche Datenhaltung zurückführen. Damit die Produktinformationen unternehmensübergreifend eingesetzt und ausgetauscht werden können, ist semantische Interoperabilität nötig [8, 19]. Sie bezeichnet die Fähigkeit, Informationen zwischen zwei oder mehr Computersystemen auszutauschen, bei dem das empfangende System automatisch die exakte Bedeutung interpretieren kann [25]. Um eine optimale semantische Interoperabilität zu erreichen, müssen alle kommunizierenden Systeme identische Zeichen bzw. Symbole und Definitionen verwenden oder diese exakt übersetzen können. Eine Möglichkeit, die semantische Interoperabilität umzusetzen, ist der Einsatz von Standards. Es existiert allerdings kein Standard, der den kompletten Produktlebenszyklus abbilden kann [21, 22, 25]. Aus diesen Gründen und aufgrund der Vielzahl der existierenden Standards wird in dieser Arbeit nicht

weiter auf die einzelnen spezifischen Standards eingegangen. Dazu sei auf die weiterführende Literatur [22] verwiesen. Eine detaillierte Untersuchung und Feststellung der Eignung sollte daher nach Fertigstellung des Konzepts in weiterer Forschung erfolgen.

2.6 Ausgewählte Trackingsysteme

Zu den eingesetzten Systemen zählen beispielsweise *Product Data Management (PDM-)Systeme* und *Master Data Management (MDM-)Systeme*. PDM-Systeme verwalten die Daten und Dokumente die während der Produktentwicklungsphase erstellt werden, dazu gehören z. B. Modellierungsdaten und die Komponentenliste [8, 21]. MDM-Systeme enthalten Stammdaten u. a. zu Produkten, deren Einzelteilen und Materialien, sowie zu Unternehmen [7]. Stammdaten sind langlebig und ändern sich über die Zeit nicht oft. Viele Daten lassen sich zudem mehreren Produktinstanzen desgleichen Typs zuordnen (z. B. Artikelbeschreibungen, Gewicht). Stammdaten können als Bezugspunkt für viele Geschäftsprozesse (z. B. Verkauf, Reparatur, EOL) eingesetzt werden [7]. Durch die Verwaltung in heterogenen, verteilten Systemen ist die Datenkonsistenz jedoch nicht sichergestellt.

Das closed-loop *Product-Life-Cycle-Management-System (PLMS)* ist in der Lage, den kompletten Lebenszyklus eines Produktes zu erfassen und unterstützt den Informationsfluss ab der Nutzungsphase [16]. D. h. es können auch Informationen während der Nutzungs-, Reparatur-, Wartungs- und EOL-Phase erfasst werden, die den Beteiligten in den vorherigen Phasen zur Verfügung gestellt werden. Umgekehrt haben die Beteiligten der späteren Phasen Zugriff auf Informationen aus der früheren Produktlebensphase. Mit Hilfe des closed-loop PLMS können sämtliche Produktinformationen innerhalb des gesamten Produktlebenszyklus‘ ausgetauscht werden. Closed-loop PLMS ermöglichen allen am Produktlebenszyklus Beteiligten (Manager, Designer, Distributoren, Reparatur- und Wartungsbetrieben, Recyclingdienstleister, etc.) die Verfolgung, Verwaltung und Steuerung von Produktinformation in jeder Phase des Produktlebenszyklus (Design, Herstellung, MOL und EOL), zu jeder Zeit und an jedem Ort der Welt [14].

Wird das Tracking ab der MOL-Phase noch nicht von einem durchgängigen PLMS unterstützt, zeigt die Praxis, dass es alternative Lösungen gibt. Es gibt Reparaturdienstleister, die eigenentwickelte Systeme im Einsatz haben und mittels Schnittstellen zu Logistikdienstleistern und Händlern den Status des Service-Logistik Prozesses austauschen. Wenn allerdings ein bereits repariertes Produkt erneut bei einem anderen Reparaturdienstleister repariert werden soll, hat dieser keinen Zugriff auf Informationen über bereits getätigte Reparaturen, da er mit diesen Systemen nicht verbunden ist. Es besteht die Möglichkeit die Beschreibung des Defekts und die durchgeführte Reparatur mit Hilfe von Codes zu dokumentieren. In der Praxis gibt es bereits einen Ansatz, die sog. *International Repair Information System* (IRIS) Codes. Sie sind dazu entwickelt worden, um verschiedene Fehlerzustände, Fehlersymptome, Reparaturleistungen, etc. mit Hilfe von Codes einheitlich zu beschreiben.

Trackingsysteme für die darauffolgende EOL-Phase erfassen die Daten, die die Entscheidung der durchzuführenden EOL-Strategie unterstützen. Zusätzlich stellen sie die Informationen (z. B. Inhaltsstoffe, evtl. auch Nutzungsinformationen) bereit, die für die durchzuführende EOL-Strategie relevant sind. Parlikad et al. [20] haben in ihrer Arbeit die in der Literatur auftauchenden Systeme für die EOL-Phase herausgestellt, die bereits auf Produktinstanzebene arbeiten und neben Supportdaten aus der MOL-Phase, beispielsweise instanzunabhängige Daten (z. B. Materialzusammensetzung, enthaltende Schadstoffe, empfohlene Demontagereihenfolge) und dynamische Daten über die Abnutzung eines spezifischen Produkts erfassen (z. B. Anzahl der Start- und Stoppvorgänge für elektrische Motoren, Gesamtlaufzeiten) [17, 20, 24]. Diese während der Nutzung aufgezeichneten Daten werden berücksichtigt wenn das Produkt die EOL-Phase erreicht hat. Auf Basis dieser Daten

können genauere Entscheidungen getroffen werden, welche EOL-Strategie für das Produkt oder die einzelnen Komponenten geeignet ist.

Das von der Europäischen Union gegründete Projekt *PROduct lifecycle Management and Information tracking using Smart Embedded systems* (PROMISE) hat eine Architektur entwickelt, die das Tracking und Verwalten von Produktinformation innerhalb des kompletten Lebenszyklus‘ erlaubt [13]. Das Projekt beinhaltet eine Architektur, wie die entwickelte Technologie integriert und koordiniert werden muss, um das Konzept des closed-loop PLMS umzusetzen. Die Produkte werden dazu mit einem sog. *Product Embedded Information Device* (PEID) ausgestattet. Zu den PEIDs zählen aktive und passive *Radio-frequency Identification* (RFID) Transponder (auch „Tag“ genannt) und On-Board Computer [13]. Je nach Art des eingesetzten PEIDs kann das Produkt entweder selbstständig oder durch Einsatz von Gerätecontrollern mit der sog. *Product Data Knowledge Management* (PDKM) Komponente kommunizieren [8]. Das PDKM System integriert und verwaltet Informationen aus allen Lebensphasen des Produktes. Dazu ist es mit den verschiedenen Systemen aus der BOL-, MOL- und EOL-Phase verbunden und erhält direkten Dateninput durch sie [3].

3 Forschungsmethode

3.1 Literaturreview

Es wurde eine systematische Literaturrecherche über wissenschaftliche Literaturdatenbanken (EBSCOhost, IEEE Xplore Digital Library, AIS eLibrary, Science Direct, ProQuest und ACM Digital Library) durchgeführt. Die aufgestellten Suchbegriffe ‚product‘, ‚track*‘, ‚life cycle‘, ‚lifecycle‘ und ‚life-cycle‘ wurden mittels Booleschen Operatoren zu folgendem Suchstring zusammengefasst: ‚product AND track* AND (life cycle OR lifecycle OR life-cycle)‘. Dieser Suchstring wurde jeweils auf Titel, Zusammenfassung und Schlüsselwörter angewendet. Die Suche wurde auf die Literatur der letzten fünf Jahre (ab 2007) beschränkt. Neben den Datenbanken wurden auch die Zeitschriften ‚International Journal of Product Lifecycle Management‘ (IJPLM), ‚IEEE Transactions on Consumer Electronics‘ (T-CE) und ‚Computer-Aided Design‘ (CAD) durchsucht. Die Literatur diente zur Erarbeitung einer möglichst vollständigen Übersicht der notwendigen Grundlagen und insbesondere zur Erstellung des Interviewleitfadens zur Durchführung der Experteninterviews.

3.2 Experteninterviews

3.2.1 Datensammlung

Zur praxisnahen Ermittlung der Anforderungen an ein GLCTS wurde eine empirische Untersuchung durchgeführt. Durch Kooperation mit dem Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) wurde der Zugang zur CE-Branche gewährleistet. Es wurden insgesamt sechs Branchenexperten interviewt. Für die Befragung wurde auf *leitfadengestützte Interviews* zurückgegriffen [5]. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, da der Leitfaden dem Interviewer hilft, das Gespräch gezielt zu steuern und durch die enthaltenden Fragen wird sichergestellt, dass alle zuvor erkannten relevanten Bereiche der Untersuchung erfasst werden. Durch die Offenheit der Fragen hat der Interviewte eine flexible Antwortmöglichkeit und somit können ggf. weitere Aspekte, die für die Untersuchung wichtig sein können, aufgenommen werden. Der Interviewer hat zudem die Möglichkeit bei unklaren Antworten gezielt nachzufragen. Tabelle 1 enthält die Klassifizierung der befragten Teilnehmer und ihrer Unternehmen. Die Berufserfahrung bezieht sich auf den jeweiligen Aufgabenbereich.

Nach den Fragen zur Klassifizierung der Interviewteilnehmer werden Fragen zum Produktlebenszyklus der CE-Produkte und deren Bedeutung für das Unternehmen gestellt. Mit diesen Fragen soll herausgefunden werden, in welche Phasen des Produktlebenszyklus‘ das Unternehmen involviert ist und inwieweit diese bereits getrackt werden können. Zudem wird die Relevanz der Verfolgbarkeit der verschiedenen Bereiche ermittelt. Der nächste Frageblock umfasst Fragen zum vorhandenen Trackingsystem, dessen Einführung, Entwicklung, Einsatz und Funktion, Benutzer- und Systemschnittstellen. Ziel dieser Fragen ist es, einen Einblick in das vorhandene Trackingsystem des Unternehmens zu erhalten. Weiter wird die persönliche Sichtweise der Befragten für mögliche Verbesserungspotentiale erhoben. Der vierte Fragenblock besteht aus Fragen, die zur Entwicklung eines GLCTS dienen. Hier werden die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an ein solches System abgefragt. Zudem wird die Bedeutung und Auswirkung eines GLCTS auf das Unternehmen, die Branche und die Supply Chain ermittelt. Die Experteninterviews wurden aufgezeichnet und transkribiert. Dies hat den Vorteil, dass keine Information durch Reduktion verloren geht und die Auswertung reproduzier- und nachvollziehbar ist [5]. Die Transkription erfolgt unter Verwendung von Transkriptionsregeln. Es wurde sichergestellt, dass die zugesicherte Anonymität der Befragten gewährleistet wird.

Unternehmenstyp	Anzahl Mitar-beiter	Jahres-umsatz in Euro	Position	Berufs-erfahr-ung	Involvierung in Entscheidungsfindung bzgl. Tracking-Strategie
Reparaturdienstleister	260	34 Mio.	Geschäftsführer	19 Jahre	Entscheidungsträger
Logistikdienstleister	10.000	2,8 Mrd.	Supply Chain Manager / Sector Manager CE	7 Jahre	beratend und ausführend
Hersteller	6.000	1,3 Mrd.	Sales Manager RFID	6 Jahre	beratend
Anbieter Service-trackingsystem	15	1,5 Mio.	Geschäftsführer	17 Jahre	beratend und Entscheidungsträger
Dienstleister für Standards und Vergabe von Produktidents	160	nicht ange-geben	Projektmanager Auto-ID	6,5 Jahre	beratend und Entscheidungsträger
Hersteller	1.100	ca. 7 Mrd.	Assistant Logistic Outbound	¾ Jahr	beratend

Tabelle 1: Klassifizierung der Interviewteilnehmer

3.2.2 Datenanalyse

Die Auswertung der Transkripte orientiert sich an der *inhaltlichen Strukturierung* der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [18]. Aufbauend auf der Fragestellung und der Forschungsliteratur wurde ein Suchraster (Kategoriensystem) mit Kategorien und Unterkategorien erstellt, welches die benötigten Informationen definiert [5]. Die entnommenen Textstellen wurden mit einer Quellangabe versehen, um sicherzustellen, dass die inhaltlichen Entscheidungen, die im Verlauf der Auswertung getroffen wurden, jederzeit mit dem Ursprungstext begründet werden können. Die extrahierten Textstellen wurden in Form von knappen auf den Inhalt beschränkten Paraphrasen aufbereitet [18] und inhaltsgleiche Paraphrasen wurden in der jeweiligen Kategorie zusammengefasst. Da unter den gestellten Fragen solche waren, die mit Nennung eines bestimmten Begriffs oder Jahreszahl zu beantworten waren, sind die kleinsten kodierbaren Textbestandteile bereits Zahlen oder einzelne Wörter, solange diese eindeutig einer Kategorie zuzuordnen sind. Die Kontexteinheit wurde auf

vollständige Aussagen, d. h dem kompletten Wortlaut des Interviewten zu einem bestimmten Themenpunkt, beschränkt. Die Transkripte bilden die Auswertungseinheiten. Die danach festzulegenden, für die Untersuchung als relevant identifizierten Hauptkategorien orientieren sich an der Zielsetzung und lauten: Produktlebenszyklus, vorhandenes Trackingsystem und GLCTS. Die Kategorie *Produktlebenszyklus* gibt an in welche Phasen das befragte Unternehmen involviert ist, bzw. welche es verfolgen kann und welche noch nicht verfolgten Phasen gewünscht werden. Die Kategorie *vorhandenes Trackingsystem* gibt Aufschluss über das eingesetzte Trackingsystem. Die Kategorie *GLCTS* umfasst Aspekte, die bei der Entwicklung eines GLCTS berücksichtigt werden müssen. Um die Ausprägungen der Hauptkategorien zu bestimmen, wurden diese in Unterkategorien eingeteilt, die teilweise erneut Unterkategorien besitzen. Die gebildeten Kategorien orientieren sich an der Zielsetzung der Arbeit und an den Fragestellungen der Experteninterviews. Als nächstes wurden Definitionen der Kategorie, Ankerbeispiele und Kodierregeln bestimmt und in einem Kodierleitfaden festgehalten. Das Ausgangsmaterial wurde durchlaufen und die herauszufilternden Textstellen in entsprechende Kategorien extrahiert. Im Verlauf des Materialdurchlaufs können das aufgestellte Kategoriensystem und der Kodierleitfaden angepasst oder ergänzt werden. Die Kategorien wurden in den meisten Fällen jedoch direkt durch die in den Interviews gestellten Fragen angesprochen. Schließlich wurden inhaltsgleiche Paraphrasen pro Kategorie zusammengefasst. Die nun vorliegende strukturierte Informationsbasis mit Verweis auf den Ursprungstext wurde für die weitere Bearbeitung der Zielsetzung herangezogen.

4 Anforderungen an ein globales Life-Cycle-Trackingsystem

4.1 Ziele des GLCTS

Die Ziele, welche die Experten mit dem GLTCS verfolgen, sind vielseitig. Durch die Einführung eines GLCTS sollen die Kosten bei der Vernetzung mit anderen Unternehmen gesenkt werden, u. a. durch die Ermittlung der Produkteffizienz, Verbesserung der Lagerprozesse und Verschlankung der Supply-Chain. Die Abläufe in der Produktion, in der Logistik, im Service und im Recyclingprozess sollen transparent werden. Synergieeffekte sollen bei der Datenerhebung entstehen, insbesondere durch die Erhebung der Daten auf globaler Ebene. Es soll eine global funktionierende Lösung geschaffen werden, die einzelne Produktinstanzen verschiedener Unternehmen voneinander unterscheiden kann.

4.2 Ausgewählter Use-Case

Ein Use-Case (auch Anwendungsfall) beschreibt eine Abfolge von Aktionen, die das geplante System in Verbindung mit Akteuren ausführen soll [1]. Auf Grundlage der geführten Experteninterviews wurden Use-Cases identifiziert und mit Hilfe von Textschablonen in Use-Case-Spezifikationen dokumentiert. Die Use-Cases wurden mittels Use-Case-Diagrammen der Unified Modeling Language (UML) modelliert [1]. Dieser Abschnitt zeigt beispielhaft den Use-Case Support-Phase (Bild 1), da die Interviews ergeben haben, dass hier und in der EOL-Phase meist eine Lücke in der Praxis besteht.

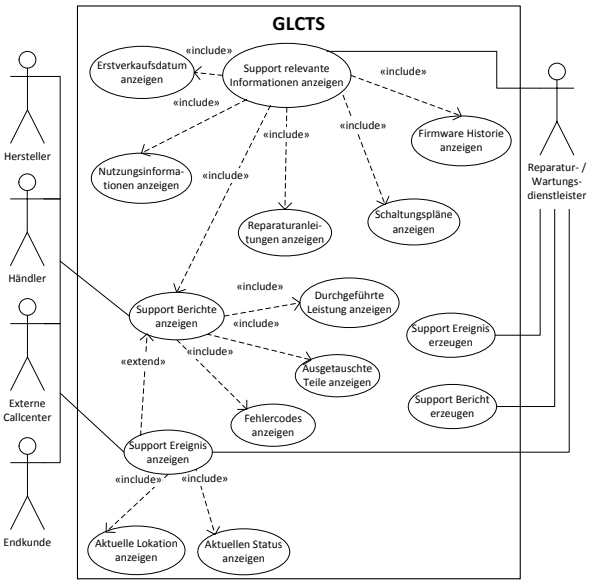


Bild 1: Use-Case-Diagramm für Support-Phase

4.3 Funktionale und nicht-funktionale Anforderungen

Funktionale Anforderungen legen die Funktionalitäten fest, welche das System im Stande sein soll auszuführen [10]. Die folgenden funktionalen Anforderungen stellen das Ergebnis der angewandten qualitativen Inhaltsanalyse dar. Eine Priorisierung der funktionalen Anforderungen wurde nicht vorgenommen. Neben den funktionalen Anforderungen wurden die acht Qualitätsanforderungen nach der Norm ISO/IEC 25010:2011 abgefragt (z. B. Funktionstüchtigkeit, Zuverlässigkeit) [10]. Diese werden jedoch aufgrund der Platzrestriktionen nicht weiter ausgeführt.

Das System muss sowohl statische als auch dynamische Produktinformationen zur Verfügung stellen. Zu den statischen Produktinformationen gehören zum einen bestimmte Dokumente, wie beispielsweise die hier genannte Bedienungsanleitung, Homologationsunterlagen, Schaltunterlagen oder Reparaturhandbücher und zum anderen Informationen, die besonders für die EOL-Phase von Bedeutung sind, wie Inhaltsstoffe und Umweltschädlichkeit des Produktes oder gesetzliche Umweltauflagen im Entsorgungsfall. Neben der Erfassung der dynamischen Produktinformationen, wie etwa Distributionswege, aktueller Nutzer, Reparaturen, aktuelle Firmware-Version, ist eine weitere Anforderung die Bereitstellung einer Historie zu diesen Ereignissen. Die Anforderung nach der Bereitstellung aller relevanten Daten ist vage, daher orientiert sich der Datenentwurf (vgl. Kapitel 4.3) an den für die Ausführung der Funktionen erforderlichen Daten und den in der Literatur identifizierten relevanten Daten der einzelnen Lebenszyklusphasen. Das System muss die einzelnen Produkte eindeutig unterscheiden können. Dafür ist die Einführung einer global gültigen, überschneidungsfreien Produktidentifizierungsnummer unumgänglich. Eine weitere Anforderung ist, dass Daten automatisch erfasst werden können. Das System muss aber auch in der Lage sein, fälschlicherweise durchgeführte Aktionen rückgängig zu machen. Auf Basis der gesammelten Ereignisdaten (z. B. logistische Ereignisse, durchgeführte Reparaturen) kann das System Auswertungen vornehmen. Das System besitzt eine Schnittstelle für Kunden, um ihnen die Auskunft zu ihrer Sendung zu ermöglichen. Letztlich muss das System verschiedene Sprachen unterstützen.

4.4 Konzeptuelles Datenmodell

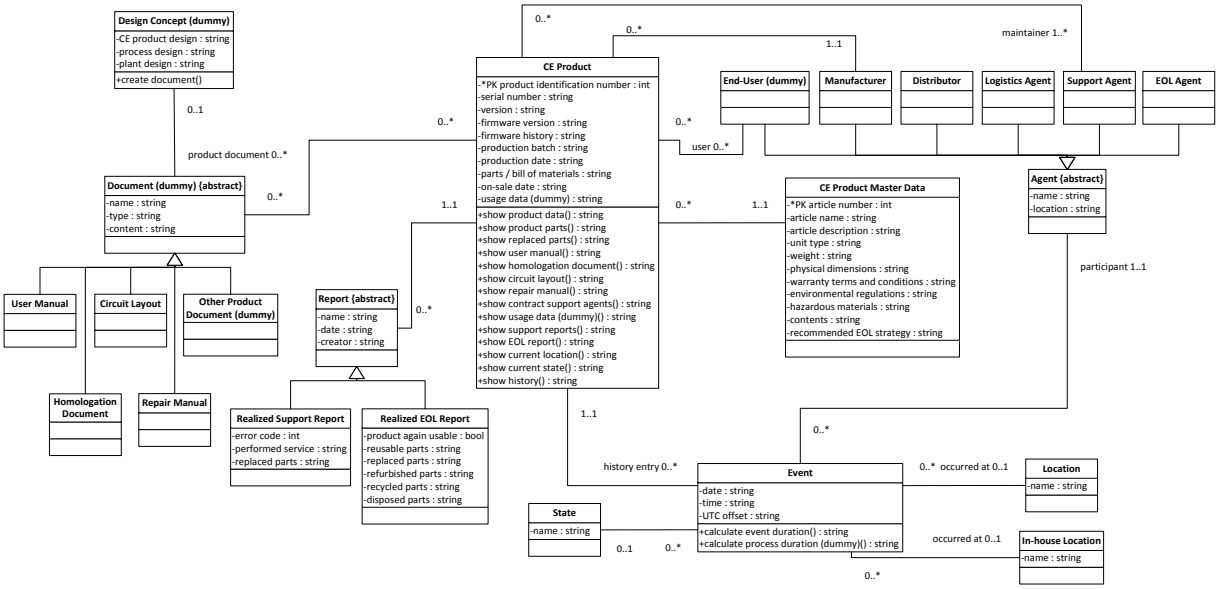


Bild 2: UML-Klassendiagramm des GLCTS

Das konzeptionelle UML-Klassendiagramm [1] beschreibt eine implementierungsunabhängige Struktur der benötigten Daten des GLCTS, mit denen die erhobenen Anforderungen erfüllt werden können. Es orientiert sich an den für die Ausführung der Funktionen erforderlichen Daten und den in der Literatur identifizierten relevanten Daten in den einzelnen Lebenszyklusphasen.

Im Datenmodell (Bild 2) ist noch kein Berechtigungskonzept enthalten, welches den Zugriff auf die Daten und Funktionen der einzelnen Systembenutzer regelt. Daher wird die Annahme getroffen, dass alle Benutzer die für ihren Aufgabenbereich erforderlichen Daten sehen und bearbeiten können und dass die benötigten Funktionen freigeschaltet sind. Das Datenschutzgesetz wurde nicht explizit berücksichtigt. Bei der Erhebung und Vorhaltung der Daten müssen ggf. länderspezifisch gesetzliche Richtlinien beachtet werden.

5 Diskussion

Die Ergebnisse der Arbeit bieten eine praxisnahe Grundlage, welche die Entwicklung und Umsetzung eines GLCTS für elektronische Konsumgüter unterstützt und z. B. in Unternehmen und Verbänden eingesetzt werden kann, um die komplexen Prozesse während des Produktlebenszyklus besser zu verstehen. Die Technologie in Form geeigneter Datenträger für die Verfolgung einzelner Produkte als auch größerer Lieferungen [20, 27] und in Form von Trackingsystemen (Kapitel 2.6) sind gegeben, um eine durchgängige Produktverfolgung zu ermöglichen.

Zur Realisierung des Konzepts ist es jedoch notwendig, dass sich die Branche zur Systemeinführung auf ein überschneidungsfreies Produktident einigt, welches zukünftig als Industriestandard für CE-Produkte gilt. Zusätzlich ist es erforderlich, sich auf Basis des konzeptionellen Datenentwurfs bezüglich der hinterlegten Daten im GLCTS abzustimmen. Um solch eine globale Abstimmung zu ermöglichen, muss diese Diskussion unternehmensübergreifend erfolgen. Im Laufe der Arbeit stellte sich heraus, dass trotz der Kooperation mit den jeweiligen Unternehmen keine Bereitschaft bestand die verwendeten, spezifische Lösungen und Dokumente für die wissenschaftliche Verwendung zur

Verfügung zu stellen. Die Arbeit bietet somit einen wichtigen Schritt, das globale Life-Cycle-Tracking als ein unternehmensübergreifendes Thema zu verstehen und zu unterstützen.

Aktuell wird die Produktverfolgung zwischen integrierten Unternehmen zumindest in der BOL-Phase und in der Logistik innerhalb der MOL-Phase unterstützt, jedoch würde ein einheitlicher Standard eine größere Flexibilität in der CE-Branche bieten. Zusätzlich könnten Support-Informationen über das Produkt und aus der EOL-Phase wiederum in die Produktentwicklung einfließen. An diesen Stellen ist die durchgängige Produktverfolgung aktuell besonders kritisch. Sobald das Produkt in die Nutzung bis hin zur EOL-Phase geht, ist eine durchgängige Verfolgung wichtig, um neben ökonomischen Aspekten die umweltgerechte Entsorgung bzw. Wiederverwendung von CE-Produkten sicherzustellen. Insgesamt ist durch die Abhängigkeit der Phasen und der Informationsflüsse untereinander eine durchgängige, standardisierte Produktverfolgung unerlässlich für eine kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung (Kapitel 2.4 und 2.6).

Über die Anforderungsanalyse hinaus stellt sich die Frage, wie die Kosten für Entwicklung, Einführung und Nutzung aufgeteilt werden. Da nicht jedes Unternehmen den gleichen Nutzen aus dem System zieht, muss geklärt werden, wie die erhobenen Kosten abhängig vom Nutzen des Systems für das jeweilige Unternehmen zu verteilen sind. Weiterhin müssen die ermittelten Anforderungen durch Interviews oder beispielsweise Fokusgruppen mit weiteren Stakeholdern (z. B. Händler, Endkunden, externe Callcenter und EOL-Dienstleister) ergänzt werden. Es ist zu klären, ob beispielsweise zunächst ein europaweites Pilotprojekt erfolgen sollte. Schließlich ist es notwendig, gesetzliche Regelungen (z. B. Datenschutz, Frequenzbereiche bei RFID) in das Konzept einzubeziehen.

6 Fazit

Die Arbeit bringt das Thema des Life-Cycle-Trackings aus einzelnen Unternehmen, die mit spezifischen Lösungen arbeiten, öffentlichkeitswirksam zur Diskussion und zur weiteren Erarbeitung nach außen. Die Innovationskraft dieser Arbeit liegt in einer offenen, herstellerunabhängigen Grundlage, auf deren Basis unternehmensübergreifende Anforderungen für ein GLCTS für CE-Produkte diskutiert werden können. Neben der ökonomischen Verbesserungen für die beteiligten Stakeholder und der Kundenzufriedenheit ist das durchgehende Life-Cycle-Tracking insbesondere in der CE-Branche ein wichtiger Ansatz für Green-IT, d. h. eine langfristige Verbesserung des Recyclings und der Entsorgung der Produkte durch einen geschlossenen Regelkreis und die Verfügbarkeit der Produkthistorie.

7 Literatur

[1] Balzert, H. (2005): Lehrbuch der Objektmodellierung. Analyse und Entwurf mit der UML 2. 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.

[2] BITKOM (2011): Die Zukunft der Consumer Electronics - 2011. Berlin.

[3] Cassina, J.; Tomasella, M.; Taisch, M.; Matta, A. (2009): A new closed-loop PLM Standard for mass products. International Journal of Product Development 8(2):141–161.

[4] Gabler (2010): Gabler-Wirtschafts-Lexikon. 17. Auflage, Gabler, Wiesbaden.

[5] Gläser, J.; Laudel, G. (2006): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 2. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

[6] GS1 Germany (2012): EPCIS – EPC Information Services. Prozess-Transparenz in Echtzeit. http://www.gs1-germany.de/fileadmin/gs1/basis_informationen/epcis_information_services.pdf. Abgerufen am 10.10.2013.

[7] Han, J.; Ju, H.; Chun, J. (2010): RFID-ready Master Data Management for Reverse Logistics. World Academy of Science, Engineering and Technology (42):813–816.

[8] Hans, C.; Hribernik, K.A.; Thoben, K.D. (2010): Improving reverse logistics processes using item-level product life cycle management. International Journal of Product Lifecycle Management 4(4):338–359.

[9] Hertel, J.; Zentes, J.; Schramm-Klein, H. (2011): Supply-Chain-Management und Warenwirtschaftssysteme im Handel. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg u.a.

[10] ISO/IEC (2011): Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models, o. O.

[11] Jansen-Vullers, M.H.; van Dorp, C.A.; Beulens, A.J.M. (2003): Managing traceability information in manufacture. International Journal of Information Management 23(5):395–413.

[12] Jansen, M.H. (1998): THE ENVIRONMENT AS A RESOURCE. Developing Environmental Information Systems based on Enterprise Resource Planning Software. Diss. Eindhoven.

[13] Jun, H.-B.; Shin, J.-H.; Kiritsis, D.; Xirouchakis, P. (2007): System architecture for closed-loop PLM. International Journal of Computer Integrated Manufacturing 20(7):684–698.

[14] Kiritsis, D. (2011): Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things. Computer-Aided Design 43(5):479–501.

[15] Kiritsis, D.; Bufardi, A.; Xirouchakis, P. (2003): Research issues on product lifecycle management and information tracking using smart embedded systems. Intelligent Maintenance Systems 17(3-4):189–202.

[16] Kiritsis, D.; van Nguyen, K.; Stark, J. (2008): How closed-loop PLM improves Knowledge Management over the complete product lifecycle and enables the factory of the future. International Journal of Product Lifecycle Management 3(1):54–77.

[17] Klausner, M.; Grimm, W.M.; Hendrickson, C.; Horvath, A. (1998): Sensor-based data recording of use conditions for product takeback. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 1998 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment (ISEE 1998), May 4 - 6, 1998, San Francisco, CA, USA. o. O. 1998, 138–143.

[18] Mayring, P. (2010): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 11. Auflage, Beltz, Weinheim, Basel.

[19] Ouertani, M.Z.; Baïna, S.; Gzara, L.; Morel, G. (2011): Traceability and management of dispersed product knowledge during design and manufacturing. Computer-Aided Design 43(5):546–562.

[20] Parlikad, A.K.; McFarlane, D.; Harrison, M.; Thorne, A. (2009): The role of AIDC technologies in product recovery - an information quality perspective. International Journal of Product Lifecycle Management 4(1/2/3):129–145.

[21] Paviot, T.; Cheutet, V.; Lamouri, S. (2011): A PLCS framework for PDM/ERP interoperability. International Journal of Product Lifecycle Management 5(2-4):295–313.

[22] Rachuri, S.; Subrahmanian, E.; Bouras, A.; Fenves, S.J.; Foufou, S.; Sriram, R.D. (2008): Information sharing and exchange in the context of product lifecycle management: Role of standards. Computer-Aided Design 40(7):789–800.

[23] Rose, C.M.; Stevels, A.; Ishii, K. (2000): A new approach to end-of-life design advisor (ELDA). In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 2000 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment (ISEE 2000), Piscataway, N.J, 99–104.

[24] Simon, M.; Bee, G.; Moore, P.; Pu, J.-S.; Xie, C. (2000): Life cycle data acquisition unit-design, implementation, economics and environmental benefits. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 2000 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment (ISEE 2000), Piscataway, N.J, 284–289.

[25] Terzi, S.; Bouras, A.; Dutta, D.; Garetti, M.; Kiritsis, D. (2010): Product lifecycle management - from its history to its new role. International Journal of Product Lifecycle Management 4(4):360–389.

[26] Terzi, S.; Panetto, H.; Morel, G.; Garetti, M. (2007): A holonic metamodel for product traceability in Product Lifecycle Management. International Journal of Product Lifecycle Management 2(3):253–289.

[27] Thorne, A.; McFarlane, D.; Goff, K.; Parlikad, A. (2006): Scoping of ID Application Matching. Cambridge.

[28] Wan, H.-d.; Krishna Gonnuru, V. (2013): Disassembly planning and sequencing for end-of-life products with RFID enriched information. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 29(3):112–118.

[29] Xu, D.F.; Li, Q.; Jun, H.-B.; Browne, J.; Chen, Y.L.; Kiritsis, D. (2009): Modelling for product information tracking and feedback via wireless technology in closed-loop supply chains. International Journal of Computer Integrated Manufacturing 22(7):648–670.

Konzeption eines Collaborative Filtering Algorithmus für E-Learning-Szenarien

Anton Bißbort

Universität des Saarlandes, Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), 66123 Saarbrücken, E-Mail: anton.bissbort@iwi.dfki.de

Christina Di Valentin, Andreas Emrich, Peter Loos

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), 66123 Saarbrücken, E-Mail: {christina.divalentin | andreas.emrich@iwi.dfki.de | peter.loos@iwi.dfki.de}@iwi.dfki.de

Abstract

Für viele Schüler stellt das Finden von geeigneten Lerninhalten im Internet eine besondere Schwierigkeit dar. Hierbei könnten sie von Collaborative Filtering (CF)-Algorithmen durch geeignete Empfehlungen unterstützt werden. Existierende Algorithmen sind allerdings nicht auf Lern-Szenarien abgestimmt und eignen sich nicht, wenn der Nutzer häufig sein Interesse für verschiedene Fächer und Themengebiete ändert. In diesem Artikel wird zunächst ein entsprechendes Anwendungsszenario entwickelt, aus dem Anforderungen an einen geeigneten Algorithmus abgeleitet werden. Darauf basierend wird ein Algorithmus konzipiert und evaluiert, der zur Berechnung von Empfehlungen zeitliche Kontextinformationen beachtet und sich somit besonders zur Empfehlung von Lerninhalten an Schüler eignet.

1 Einleitung

Digitale und soziale Medien haben einen immer größeren Einfluss auf Lehr- und Lernprozesse an Schulen und Universitäten. So ist es schon heute üblich, dass Vorlesungsinhalte an Universitäten von den Lehrstühlen in digitaler Form online gestellt werden, oder sogar die Vorlesungen als Video im Internet zur Verfügung gestellt werden. So gibt es im Internet eine immer größere Zahl hochwertiger digitaler Medien, von denen Schüler und Studenten beim Lernen profitieren können [5].

Zwar nutzt ein großer Teil der am Lernprozess beteiligten Personen im Privaten digitale und soziale Medien, die Fertigkeiten für einen seriösen und professionellen Umgang mit diesen Medien im Lern- und Arbeitsalltag fehlen aber dennoch [7]. Hierzu gehört insbesondere auch die Fertigkeit, geeignete und seriöse Inhalte zu einem bestimmten Thema zu suchen. Folglich wird das große Potential von digitalen und sozialen Medien im Lernalltag nicht hinreichend genutzt.

Ziel dieses Artikels ist die Entwicklung eines CF-Algorithmus, der im Rahmen der innerhalb eines Forschungsprojektes zu entwickelnden E-Learning-Plattform bei der Empfehlung von Lehr- und Lerninhalten unterstützen soll. Ziel dieser Plattform ist die Förderung der Medienkompetenz aller am Lehr- und Lernprozess beteiligten Personengruppen. Da, wie in diesem Artikel dargelegt wird, mit kurzfristigen Interessensänderungen bei den Nutzern der E-Learning-Plattform zu rechnen ist, sollen diese beim CF berücksichtigt werden. Diesem Artikel liegt daher folgende Forschungsfrage zu Grunde: Wie können innerhalb des CF in E-Learning-Szenarien kurzfristige Interessensänderungen berücksichtigt werden? Zur Beantwortung dieser Frage werden zunächst existierende Ansätze im CF untersucht, gefolgt von der Herleitung eines typischen Anwendungsszenarios im Lernprozess an Schulen. Auf Basis der am Anwendungsszenario abgeleiteten Anforderungen wird ein CF-Algorithmus konzipiert, dessen Funktionalität in einem letzten Schritt anhand eines echten Datensatz evaluiert wird.

2 Collaborative Filtering

Grundsätzlich lassen sich Empfehlungsalgorithmen in zwei Klassen unterteilen, nämlich inhaltsbasierte Empfehlungsalgorithmen und CF-Algorithmen [8]. Während inhaltsbasierte Empfehlungsalgorithmen inhaltliche Informationen über die empfohlenen Objekte benötigen, basieren die Empfehlungen von CF-Algorithmen rein auf der Auswertung des Verhaltens der Nutzer im System. So kann CF in beliebigen Domänen und mit beliebigen Objekten (auch mit unbekanntem Inhalt) eingesetzt werden [2].

Im CF bestehen zwei grundlegende Herausforderungen, die das Generieren guter Empfehlungen besonders schwer machen, nämlich Skalierbarkeit und Datenknappheit [16]. Unter Skalierbarkeit wird die Anwendbarkeit und Geschwindigkeit eines CF-Algorithmus bei riesigen Datenmengen verstanden [16]. Die Empfehlungen müssen meist in Echtzeit gegeben werden, weswegen häufig versucht wird, so viele Berechnungen wie möglich im Vorfeld *offline* durchzuführen, um bei der *online*-Berechnung zum Zeitpunkt der Empfehlung Rechenzeit zu sparen. Datenknappheit hingegen beschreibt die Schwierigkeit gute Empfehlungen zu geben, wenn entweder der Nutzer wenige Bewertungen abgegeben hat oder die zu empfehlenden Objekte selten bewertet wurden [16].

CF-Algorithmen lassen sich in zwei Klassen unterteilen, die sich in der Art unterscheiden, wie sie dem Nutzer das Ergebnis der Vorhersagen präsentieren [9]. Die einen versuchen die Bewertung eines Nutzers über ein Objekt vorherzusagen und präsentieren dem Nutzer diese Vorhersage als *Rating*, das kann z. B. eine Zahl zwischen 1 und 5 sein. Die zweite Klasse von Algorithmen erstellt ein *Ranking*

über einer Menge von Objekten. Folglich bewertet sie die Objekte also nur in Bezug aufeinander. Ratings über eine Menge von Objekten lassen sich durch eine Ordnung nach dem Rating in ein Ranking überführen, umgekehrt gilt dies jedoch nicht.

2.1 Speicher-basiertes Collaborative Filtering

Eine Klasse der CF-Algorithmen stellen Speicher-basierte CF-Algorithmen dar [8]. Die Bezeichnung deutet darauf hin, dass Speicher-basierte Algorithmen für die Berechnung einer Vorhersage jedes Mal auf den Speicher mit den Bewertungen der Nutzer über die Objekte zurückgreifen. Die Bewertungen sind unterdessen für gewöhnlich in einer Matrix gespeichert, in der die Zeilen die Nutzer und die Spalten die Objekte darstellen. Speicher-basierte CF-Algorithmen lassen sich wiederum in zwei Klassen zerlegen, nämlich Nutzer-basierte und Objekt-basierte Algorithmen [8].

Nutzer-basierte CF-Algorithmen berechnen anhand der gemeinsamen Bewertungen für alle möglichen Paare von Nutzern der jeweiligen Anwendung, wie ähnlich der Geschmack der beiden Nutzer ist. Hätten bspw. zwei Nutzer einer E-Learning-Plattform eine große Zahl an Lerninhalten übereinstimmend bewertet, dann würde ein Nutzer-basierter CF-Algorithmus schließen, dass die beiden Nutzer einen ähnlichen Geschmack haben. Dazu verwendet der CF-Algorithmus eine Ähnlichkeitsmetrik wie z. B. die Pearson-Korrelation [8]. Fordert ein bestimmter Nutzer eine Vorhersage über ein bestimmtes Objekt an, so werden die Bewertungen all der ihm am ähnlichsten Nutzer über das zu bewertende Objekt gemittelt. Haben die dem genannten Nutzer ähnlichsten Nutzer das Objekt also negativ bewertet, dann geht der CF-Algorithmus davon aus, dass das Objekt dem Nutzer auch nicht gefallen würde. Dies kann für einen Nutzer u mit ihm ähnlichen Nutzern $v_{1,\ldots,}\ v_n$, die Bewertungen $r_{1,\ldots,}\ r_n$ über ein vorherzusagendes Objekt i gegeben haben, z. B. nach der folgenden Formel geschehen ($\bar{u}$ und $\bar{v_i}$ stellen die Durchschnittsbewertungen der jeweiligen Nutzer dar) [8]:

$$\mathrm{Rating}(u,i) = \bar{u} + \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{n} \left(r_i - \bar{v_i}\right) * \mathrm{PearsonKor}(u, v_i) \qquad (1)$$

Objekt-basierte CF-Algorithmen gehören ebenfalls zu den Speicher-basierten Algorithmen und funktionieren ähnlich wie die Nutzer-basierten Algorithmen. Allerdings berechnen sie zunächst unabhängig von einem Nutzer die paarweisen Ähnlichkeiten zwischen sämtlichen Objekten [19]. Um eine Vorhersage über ein bestimmtes Objekt für einen bestimmten Nutzer zu treffen, mitteln sie dann die Bewertungen, die der Nutzer den dem Objekt ähnlichsten Objekten gegeben hat [19]. Die Qualität und Geschwindigkeit der Empfehlungen ist für gewöhnlich besser als bei Nutzer-basierten Algorithmen [14][19].

2.2 Modell-basiertes Collaborative Filtering

Eine weitere Klasse von CF-Algorithmen stellen die Modell-basierten CF-Algorithmen dar. Sie erstellen zunächst aus der Bewertungsmatrix ein Modell, aus dem sie folglich die Empfehlungen generieren. Das Modell muss meist aufwendig vorberechnet werden, was z. B. häufig einmal pro Nacht (offline) geschieht [19]. Zur Empfehlung greifen sie nur noch auf das Modell, aber nicht mehr auf die eigentliche Bewertungsmatrix zu. Obwohl verschiedene Algorithmen innerhalb der Klassen natürlich unterschiedliche Stärken haben, haben Algorithmen der jeweiligen Klassen einige allgemeine Schwächen. So kann die Qualität der Empfehlungen von Speicher-basierten Algorithmen meist nicht mit der von Modell-basierten Algorithmen mithalten [8]. Außerdem sind sie in der online-Berechnung der Empfehlung langsamer, da weniger Vorberechnungen offline durchgeführt werden [8]. Modell-basierte Algorithmen verlieren dagegen bei der Modellbildung Informationen und

erkennen so lokale und enge Zusammenhänge zwischen einzelnen Objekten meist schlechter [22]. Neuste Bewertungen, Objekte und Nutzer beziehen sie gar nicht in ihre Empfehlungen ein, da diese erst nach einer erneuten Modellbildung berücksichtigt werden können [8]. So muss bei der Entscheidung für eine der Klassen immer ein Kompromiss eingegangen werden, so dass führende Internetunternehmen wie Google und Amazon nach wie vor weniger moderne Speicher-basierte Algorithmen einsetzen [4][10].

2.3 Konzepte bei expliziten und impliziten Bewertungen

Eine besonders wichtige Unterscheidung von Bewertungsdaten im CF stellt die Unterscheidung von expliziten und impliziten Bewertungen dar, da sie teilweise unterschiedliche Konzepte erfordern. Unter expliziten Bewertungen werden Bewertungen verstanden, die ein Nutzer bewusst über ein Objekt abgibt, z. B. auf einer Skala von 1 bis 5. Nutzer von Internetportalen sind aber häufig zum Großteil nicht gewillt solche expliziten Bewertungen abzugeben. Daher stehen CF-Systemen häufig hauptsächlich oder ausschließlich implizite Bewertungen zur Verfügung. Damit sind Aktionen des Nutzers gemeint, die dieser vornimmt ohne bewusst eine Bewertung abgeben zu wollen, wie das Anklicken einer Seite oder der Kauf eines Artikels in einem Onlineshop [9]. Implizite Bewertungen drücken immer eine positive Meinung des Nutzers über ein Objekt aus. Bei einem Bewertungssatz aus ausschließlich impliziten Bewertungen existieren daher keine echten negativen Bewertungen. Um dies zu kompensieren, wird eine fehlende Bewertung eines Nutzers über ein Objekt immer wie eine negative Bewertung behandelt [13]. Dies resultiert in einer riesigen Gesamtmenge an Bewertungen, wodurch viele sonst effiziente Algorithmen hier nicht skalieren [13].

2.4 Einfluss des Faktors Zeit

Der Zeitpunkt, zu dem Nutzer Bewertungen abgeben und Empfehlungen erhalten, ist eine der wichtigsten Kontextinformationen, die zur Ermittlung geeigneter Empfehlungen einbezogen werden sollte [12]. Dennoch diskontieren existierende Ansätze in der Literatur alte Bewertungen häufig einfach [6], wodurch wertvolle Informationen verloren gehen [15]. Bei mangelnder Beachtung des zeitlichen Kontextes ergibt sich außerdem ein weiterer Nachteil. Hat ein Nutzer eine gewisse Basis an Bewertungen abgegeben, wird er nach einer Zeit immer wieder dieselben Empfehlungen erhalten. Lathia et al. [17] zeigen aber, dass es für die Attraktivität einer Online-Plattform mit Empfehlungen extrem wichtig ist, dass sich diese Empfehlungen regelmäßig ändern. In der Literatur existieren nur wenige Ansätze des CF, die zeitliche Faktoren bei ihren Empfehlungen berücksichtigen. Diese zeitlichen Faktoren zielen jedoch meist auf eine eher langfristige Änderung des Geschmacks des Nutzers ab. Im Folgenden werden einige dieser Ansätze vorgestellt.

Gantner et al. [11] beziehen den zeitlichen Kontext in ihrem Algorithmus ein, indem sie jede einzelne Woche des Gesamt-Zeitraums als eigene Kontextinformation modellieren und können so Geschmacksänderungen in wöchentlichen Abständen abbilden. Sahoo [6] stellt einen Ansatz vor, der eine zeitliche Geschmacksveränderung der Nutzer über längere Zeiträume zu modellieren und vorherzusagen versucht. Koren [15] entwickelt eine Erweiterung eines „*Matrix Factorization*“-Algorithmus, die ebenfalls die Berücksichtigung einer langfristigen zeitlichen Veränderung des Geschmacks einzelner Nutzer ermöglicht. All diese Ansätze können aber nur längerfristige Änderungen im Geschmack des Nutzers abbilden. Einen Algorithmus, der auch kurzfristige Interessensänderungen eines Nutzers abbilden kann, stellt Koren [15] vor. Er erweitert hierzu einen Objekt-basierten Ansatz, der die Objekt-Ähnlichkeiten durch eine Kostenfunktion minimierendes Näherungsverfahren approximiert, um die Berücksichtigung eines zeitlichen Faktors [15]. Hierzu

verwendet er eine Gewichtungsfunktion. Außerdem bezieht der Algorithmus die zeitliche Nähe von Bewertungen bei der Berechnung der Ähnlichkeit von Objekten ein. Allerdings kann der Algorithmus nicht auf Datensätzen mit rein impliziten Bewertungen angewendet werden, da er sämtliche nicht-gegebenen Bewertungen als negative Bewertung betrachten müsste und somit nicht mehr skalieren würde.

Eine Berücksichtigung des kurzfristigen zeitlichen Kontexts bei der Empfehlung von Objekten stellt also eine bisher wenig ausgeschöpfte Möglichkeit dar, die Qualität der Empfehlungen von Speicher-basierten Algorithmen deutlich zu verbessern. So könnte eine hohe Qualität der Empfehlungen erreicht werden, ohne die genannten Nachteile eines Modell-basierten CF-Algorithmus in Kauf nehmen zu müssen.

3 Anforderungsanalyse

Das zentrale Ziel dieses Artikels ist die Entwicklung eines CF-Algorithmus, der den Nutzer einer E-Learning-Plattform mit geeigneten Empfehlungen über Lerninhalte unterstützen kann. Herlocker et al. [1] kommen zu dem Ergebnis, dass je nach Domäne und Beschaffenheit der Daten vollkommen unterschiedliche CF-Algorithmen zu optimalen Ergebnissen führen. Im Folgenden werden zunächst basierend auf dem Anwendungskontext einige Anforderungen an den Algorithmus abgeleitet, um anschließend anhand eines Anwendungsszenarios speziellere Anforderungen an den Algorithmus abzuleiten.

3.1 Untersuchung des Anwendungskontexts

Der Algorithmus soll innerhalb der zu entwickelnden E-Learning-Plattform zum Einsatz kommen. Hiermit ist eine Internet-Plattform gemeint, auf der sich Nutzer registrieren, um auf Lerninhalte zuzugreifen, sowie miteinander zu kommunizieren und zu kollaborieren. Zielgruppe dieser Plattform sind insbesondere Schüler und Studenten. Für eine solche Plattform ergeben sich einige Besonderheiten, die für den CF-Algorithmus von Bedeutung sind:

- Der Algorithmus soll enge und lokale Zusammenhänge zwischen einer großen Zahl von Objekten erkennen. Innerhalb einer E-Learning-Plattform kann eine große Zahl an Lerninhalten verschiedenster Art zur Verfügung stehen. Diese Inhalte behandeln allerdings unterschiedlichste Themen, da sie zu einer Vielzahl verschiedener Fächer gehören, aber auch innerhalb eines Faches verschiedenste Themen behandelt werden. Den engen Zusammenhang einiger weniger Inhalte die zu einem Themengebiet gehören, sollte ein geeigneter CF-Algorithmus erfassen können.
- Der Algorithmus soll kurzfristige Interessensänderungen des Nutzers erkennen. Die Themen für die sich ein Nutzer interessiert, ändern sich über die Zeit nicht nur langfristig (in jedem Fach werden über die Zeit unterschiedliche Themen behandelt), sondern auch kurzfristig, da sich ein Nutzer auch innerhalb eines Tages mit verschiedenen Fächern und Themen auseinandersetzt. Auf diesen Umstand wird im Anwendungsszenario näher eingegangen.
- Der Algorithmus soll auf rein impliziten Bewertungen arbeiten. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass bei Nutzern einer E-Learning-Plattform eine hohe Bereitschaft dazu besteht, die Inhalte auf einer Punkteskala zu bewerten, wie dies z. B. bei einem Filmportal der Fall ist. Bei Filmportalen liegt häufig eine emotionale Haltung des Nutzers zu einem Film vor, der dieser Ausdruck verleihen möchte. Hiervon kann bei Lerninhalten allerdings nicht ausgegangen werden. Daher müssen sämtliche Informationen aus dem Verhalten des Nutzers, z. B. dessen Aufrufen von

Inhalten, berücksichtigt werden. Explizite negative Bewertungen stehen somit ebenfalls nicht zur Verfügung.

3.2 Anwendungsszenario

Um die besonderen Anforderungen weiter zu spezifizieren, wird ein kleines Anwendungsszenario entwickelt. Das Anwendungsszenario erstreckt sich über drei Tage, an denen drei Schüler implizite Bewertungen für acht unterschiedliche Objekte aus zwei Themengebieten angeben (vgl. Bild 1). Die Auswahl des Szenarios erfolgte in Anlehnung an die von der zu konzipierenden E-Learning-Plattform zu unterstützenden Funktionalitäten.

An Tag 1 beschäftigen sich alle drei Schüler über einen Zeitraum mit *Themengebiet 1*. *Schüler 1* und *Schüler 2* informieren sich an Tag 2 außerdem über *Themengebiet 2*. Hierbei greifen sie im jeweiligen Zeitraum nacheinander auf Objekte aus dem jeweiligen Themenbereich zu, über den sie sich gerade informieren und geben somit implizite Bewertungen ab. An Tag 3 möchte sich auch *Schüler 3* über *Themengebiet 2* informieren, und findet zunächst zwei für ihn interessante Objekte, auf die er zugreift. Zu diesem Zeitpunkt wäre für ihn hilfreich, wenn ihm andere Objekte empfohlen werden würden, die sich inhaltlich mit *Themengebiet 2* auseinander setzen. Objekte die inhaltlich *Themengebiet 1* zuzuordnen sind, sind für den Schüler zu diesem Zeitpunkt dagegen nicht mehr relevant, da er sich jetzt ausschließlich mit einer Problemstellung zu *Themengebiet 2* auseinandersetzt.

Ein CF-Algorithmus der den zeitlichen Kontext nicht berücksichtigt, könnte dies allerdings nicht leisten. Zum einen würde er die Zusammengehörigkeit der Themengebiete nicht erkennen, da alle involvierten Nutzer in beiden Themengebieten Zugriffe gemacht hätten. Ein Modell-basierter Algorithmus hätte die Zugriffe auf die Objekte aus *Themengebiet 2* von Schüler 3 noch gar nicht in sein Modell aufgenommen, könnte also in keinem Fall Empfehlungen auf Grundlage dieser Zugriffe geben. Ein Nutzer-basierter oder Objekt-basierter Algorithmus ohne besondere Beachtung des zeitlichen Kontextes, würde zwar die aktuellsten Aufrufe der Objekte berücksichtigen, diese würden allerdings genauso stark berücksichtigt werden wie sämtliche Aufrufe des Nutzers seit dessen Anmeldung. Wäre der Nutzer schon über einen längeren Zeitraum aktiv, hätten seine wenigen impliziten Bewertungen an einem Tag im Verhältnis zu den vielen Bewertungen in seiner gesamten Chronik nur noch geringfügige Auswirkungen. Empfehlungen zu Objekten aus dem für ihn aktuell interessanten Themengebiets wären somit höchst unwahrscheinlich. Damit einem Nutzer wirklich Objekte empfohlen werden können, die zu dem für ihn aktuell interessanten Thema passen, muss also Folgendes geleistet werden:

- Der Algorithmus erkennt rein aus dem Verhalten der Nutzer die thematische Zusammengehörigkeit von Objekten.
- Der Algorithmus erkennt auch das zeitlich aktuelle Interesse eines Nutzers, und nicht nur sein allgemeines Interesse.

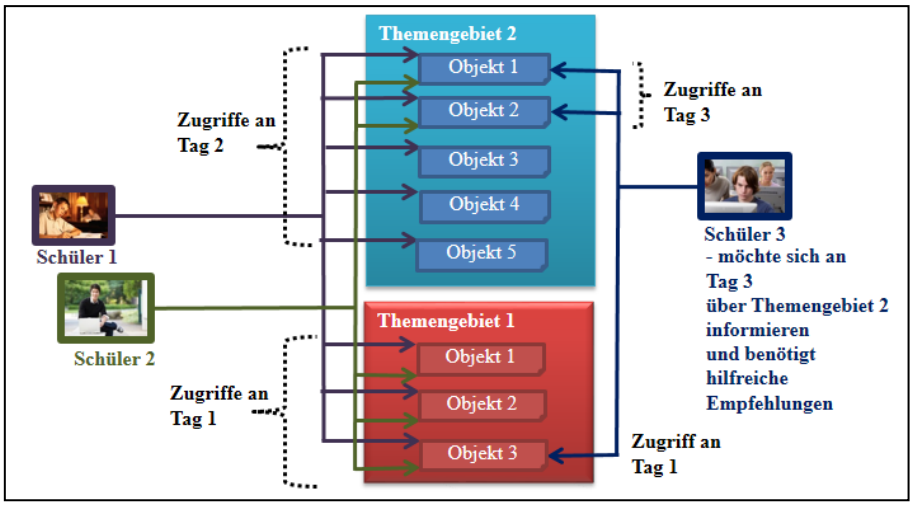


Bild 1: Das Anwendungsszenario (eigene Erstellung)

3.3 Ableitung von Anforderungen an den Algorithmus

Aus dem Anwendungskontext und dem Anwendungsszenario lassen sich zusammenfassend die folgenden technischen Anforderungen an den Algorithmus ableiten:

- *Anforderung 1:* Der Algorithmus kann mit ausschließlich positiven **impliziten Bewertungen** angewendet werden, da nur solche zur Verfügung stehen. Er benötigt keine expliziten negativen Bewertungen.
- *Anforderung 2:* Der Algorithmus arbeitet **ausschließlich auf der Basis von Nutzungsdaten** und bezieht keine inhaltlichen Informationen ein. So kann er unabhängig vom Dateityp der Lerninhalte und deren Inhalt angewendet werden. Dies ist z. B. bei Lehrvideos, die sich nicht automatisiert inhaltlich analysieren lassen essentiell.
- *Anforderung 3:* Der Algorithmus ist **Speicher-basiert**. Ein Modell-basierter Algorithmus kann die Anforderungen nicht erfüllen, da dieser die Berücksichtigung neuer Bewertungen eines Schülers erst bei der Modellbildung im Schritt der Offline-Berechnung ermöglicht. So könnte der Algorithmus das aktuelle Interesse eines Nutzers für ein bestimmtes Themengebiet nie erkennen, da die neusten Bewertungen erst nach einer in größeren Zeitabständen stattfindenden Neuberechnung des Modells berücksichtigt werden würden.
- *Anforderung 4:* Der Algorithmus berücksichtigt den **zeitlichen Kontext von Bewertungen um die Ähnlichkeit zweier Objekte zu erkennen**. In Bezug auf das Anwendungsszenario soll so besser erkannt werden, welche Objekte zu einem Themengebiet gehören. Bewertet ein Nutzer zwei Objekte zeitnah hintereinander, deutet dies darauf hin, dass die Objekte thematisch zusammengehören. Dies ist darin begründet, dass sich ein Nutzer innerhalb eines kurzen Zeitrahmens häufig mit einem einzelnen Themengebiet beschäftigt, und verschiedene Objekte aus diesem Themengebiet bewertet. Diese Information kann genutzt werden, um einem gemeinsamen Themengebiet zugehörige Objekte besser zu erkennen und ihnen ein höheres Ähnlichkeitsmaß zuzuordnen.
- *Anforderung 5:* Der Algorithmus berücksichtigt den **zeitlichen Kontext des Nutzers, für den eine Empfehlung generiert wird**. Im Anwendungsbeispiel müsste der Algorithmus also anhand der von Schüler 3 kürzlich aufgerufenen Objekte aus *Themengebiet 1* erkennen, dass der Schüler nach

Objekten sucht, die eine Ähnlichkeit zu diesen Objekten aufweisen. Nur so kann er hilfreiche Objekte zu diesem Themengebiet empfehlen.

4 Konzeption des CF-Algorithmus für E-Learning-Szenarien

In diesem Kapitel soll ein Algorithmus konzipiert werden, der die zuvor definierten Anforderungen erfüllt. Koren [15] stellt einen CF-Algorithmus vor, der kurzfristige zeitliche Faktoren einbeziehen kann (allerdings nicht auf ausschließlich impliziten Bewertungen angewendet werden kann). Dies geschieht durch eine Gewichtungsfunktion mit dem zeitlichen Abstand zweier Bewertungen als negativem Exponenten, die den Zusammenhang zweier Bewertungen stärker gewichtet, wenn diese näher aneinander liegen [15]. Die Idee einer solchen Gewichtungsfunktion wird im Folgenden übernommen, wobei die Gewichtungsfunktion an das Szenario angepasst und in einen Algorithmus integriert wird, der bei ausschließlich impliziten Empfehlungen angewendet werden kann.

Die impliziten Bewertungen der Nutzer müssen auf Zahlenwerte abgebildet werden, damit der Algorithmus auf diesen rechnen kann. So würde bspw. das Hinzufügen eines Objekts in die Bibliothek eines Schülers einen höheren Zahlenwert ergeben, als das reine Anschauen eines Objekts. Die Abbildung der impliziten Aktionen auf Zahlenwerte ist allerdings nicht Gegenstand dieses Artikels.

Der hier vorgestellte Algorithmus erweitert einen klassischen Objekt-basierten Algorithmus. Es werden also in einem ersten Schritt die Ähnlichkeiten zwischen sämtlichen Paaren von Objekten berechnet. Um für einen bestimmten Nutzer und ein bestimmtes Objekt eine Vorhersage zu generieren, werden dann die Bewertungen des Nutzers über die dem Objekt ähnlichsten Objekte gemittelt. Der Algorithmus wird allerdings so erweitert, dass bei der Berechnung der Ähnlichkeiten zwischen Objekten mit einbezogen wird, ob ein Nutzer die Objekte zeitlich nah beieinander bewertet hat. Außerdem können mehrere implizite Bewertungen eines Nutzers über ein Objekt beachtet werden, z. B. wenn ein Nutzer ein Objekt an verschiedenen Tagen wiederholt aufruft. Schließlich wird der Algorithmus so modifiziert, dass bei der Generierung der Bewertung der zeitliche Kontext des Nutzers anhand dessen letzter impliziten Bewertungen mit einbezogen wird. Der genaue formale Aufbau des Algorithmus wird im Folgenden beschrieben.

Im Folgenden sei *m* die Anzahl aller Nutzer und n die Anzahl aller Objekte. Es sei $r_t(u,i)$ eine Bewertung eines Nutzers u über ein Objekt i zu einem Zeitpunkt t. $R(u,i)$ stellt die Menge aller Bewertungen eines Nutzers u über ein Objekt i dar. Außerdem enthalte für ein Objekt i der Vektor $\vec{i}$ *m* Einträge, wobei für jeden Nutzer *u* die Menge $R(u,i)$ einen Eintrag bildet:

$$\vec{i} = [R(1,i), R(2,i), \dots, R(m,i)] \tag{2}$$

Die Ähnlichkeit zweier Objekte mit Bewertungs-Vektoren $\vec{i}$ und $\vec{j}$ lässt sich wie bei impliziten Bewertungen empfohlen[13][4], durch die Kosinus-Ähnlichkeit abschätzen:

$$sim(i,j) = \frac{\vec{i}*\vec{j}}{|\vec{i}|*|\vec{j}|} \tag{3}$$

Zur Berechnung des Skalarprodukts $\vec{i}*\vec{j}$ in Gleichung (3) werden Produkte zwischen den Mengen in den Vektoren gebildet:

$$\vec{i}*\vec{j} = \sum_{u=1}^{m} R(u,i)*R(u,j) \tag{4}$$

Das Produkt $R(u,i)*R(u,j)$ stellt hierbei die Ähnlichkeit der Bewertungen eines Nutzers *u* über zwei Objekte *i* und *j* dar. Bei dieser Ähnlichkeitsberechnung wird das Produkt der Mengen im vorliegenden Ansatz so definiert, dass es die zeitliche Nähe der Bewertungen einbezieht. Dazu wird eine in

Gleichung (6) näher spezifizierte Funktion $w_1(t)$ als Gewicht verwendet, durch die zeitlich nah aneinander liegende Bewertungen zweier Objekte von einem Nutzer besonders stark berücksichtigt werden. Die Variablen *t1* und *t2* stellen unterdessen die Bewertungszeitpunkte der beiden betrachteten Bewertungen dar:

$$R(u,i)*R(u,j) = \sum_{r_{t1}(u,i) \in R(u,i)} \sum_{r_{t2}(u,j) \in R(u,j)} r(u,i)*r(u,j)*w_1(|t1-t2|) \quad (5)$$

Die Funktion $w_1(t)$ bewertet eine zeitliche Differenz und dient als Gewichtungsfunktion. Durch sie kann ein zeitlicher Kontext einbezogen werden. So wird ein Paar zweier Bewertungen eines Nutzers, dessen Bewertungen zeitlich nah einander liegen stärker gewichtet, als ein Paar zweier Bewertungen, die weit auseinander liegen. Die eingesetzte Gewichtungsfunktion beruht auf der Idee, dass ein Nutzer verschiedene, zeitlich getrennte Lerneinheiten abhält, in denen er sich mit einem bestimmten Thema beschäftigt. Ein Parameter δ_1 bestimmt, wie viel Zeit zwischen der impliziten Bewertung zweier Objekte durch einen Nutzer liegen darf, damit sie noch als Teil einer einzigen Lerneinheit gewertet werden. Zu kleine δ_1 führen dazu, dass Paare von Bewertungen nicht zu einer Lerneinheit gezählt werden, obwohl sie in Wirklichkeit Teil davon waren. Zu große δ_1 führen dazu, dass Paare von Bewertungen zu einer Lerneinheit gezählt werden, obwohl der Nutzer inzwischen eine neue Lerneinheit begonnen hat. Ein Parameter α_1 bestimmt, wie viel stärker Paare von Bewertungen gewichtet werden, die einer Lerneinheit zugeordnet werden. Die Gewichtungsfunktion $w_1(t)$ ist definiert als

$$w_1(t) = \begin{cases} \alpha_1, & t < \delta_1 \\ 1, & t \geq \delta_1 \end{cases} \quad (6)$$

Es sei des Weiteren $R(u)$ die Menge aller vom Nutzer u abgegebenen Bewertungen. Außerdem sei $w_2(t)$ eine Funktion die genauso definiert ist wie $w_1(t)$, allerdings mit eigenen Parametern δ_2 und α_2. Die abgeschätzte Präferenz $\tilde{r}_t(u,i)$ eines Nutzers u für ein Objekt i zum Zeitpunkt der Vorhersage t berechnet sich wie folgt:

$$\tilde{r}_t(u,i) = \sum_{r_{t'}(u,i') \in R(u)} r_{t'}(u,i')*sim(i,i')*w_2(|t-t'|) \quad (7)$$

Hierbei wird eine Summe über alle Bewertungen $r_{t'}(u,i')$ gebildet, die der Nutzer *u* zum Zeitpunkt t' über ein jeweiliges Objekt i' abgegeben hat, die nach der Ähnlichkeit des jeweiligen Objekts i' zum Objekt *i* sowie der Funktion $w_2(t)$ über den Abstand des Zeitpunkts der Bewertung t' zum Zeitpunkt der Vorhersage *t* gewichtet ist. Die abgeschätzte Präferenz $\tilde{r}_t(u,i)$ kann verwendet werden, um ein *Ranking* über verschiedene Objekte zu erstellen. Die Wahl einer zusätzlichen Gewichtungsfunktion $w_2(t)$ ermöglicht unterdessen eine differenziertere Parametrisierung, sodass z. B. der aktuelle Kontext eines Nutzers bei Empfehlungen sehr stark einbezogen werden kann, der zeitliche Kontext von Bewertungspaaren zur Berechnung der Ähnlichkeit zweier Objekte dagegen im Vergleich weniger stark gewichtet wird.

Da die Ähnlichkeiten zwischen den Objekten relativ statisch sind, müssen diese nicht bei jeder Empfehlung neu berechnet werden, sondern bspw. nur einmal pro Nacht [19]. Bei der Berechnung der Ähnlichkeitsmatrix müssen bei einem Objekt-basierten Algorithmus, auch bei ausschließlich impliziten Bewertungen, nur die tatsächlichen Bewertungen (nicht aber die nicht-abgegebenen) in die Berechnung einbezogen werden, wodurch der Algorithmus sehr gut skaliert [14][4].

5 Evaluation

Im Folgenden wird zunächst die Methodik beschrieben, nach der die Evaluation durchgeführt wurde. Anschließend werden die Ergebnisse der Evaluation vorgestellt.

5.1 Methodik

Das in der Forschungsliteratur allgemein übliche Vorgehen zur Evaluation von CF-Algorithmen wird in Bild 2 skizziert [1]. Grundlage ist hierbei immer ein Datensatz mit Bewertungen von Nutzern über Objekte. In der vorliegenden Evaluation wurden die Daten durch einen zeitlichen Schnitt in Trainings- und Testdaten unterteilt, da dies ein besonders realistisches Szenario darstellt [6].

Bild 2: Allgemeines Vorgehen bei der Evaluation [1]

Die Wahl der richtigen Gütemaße zur Evaluation eines CF-Algorithmus ist essentiell, da sich je nach Anwendungsszenario und Art der Empfehlungen unterschiedliche Gütemaße unterschiedlich gut eignen, um die Qualität der Empfehlungen eines Algorithmus abzuschätzen [1]. Hier werden *Precision* und *Recall* als Gütemaße verwendet, die auf der Annahme basieren, dass nur die *N* für einen Nutzer vom Algorithmus höchstbewerteten Objekte von Bedeutung sind (da dem Nutzer ohnehin nur die besten Empfehlungen angezeigt werden), und daher nur deren Güte bewerten. Während andere Gütemaße den Abstand einer Vorhersage zur realen Bewertung eines Nutzers berücksichtigen, messen *Precision* und *Recall* nur, ob eine Vorhersage richtig oder falsch war. Da bei impliziten Bewertungen ohnehin nur die Information darüber vorliegt, ob einem Nutzer ein Objekt gefallen hat, nicht aber wie gut es ihm auf einer Bewertungs-Skala gefallen hat, sind *Precision* und *Recall* hier besonders geeignet [1]. Daher werden sie auch in diesem Artikel als Gütemaße verwendet. Die *Precision P* beschreibt hierbei den Anteil der tatsächlich relevanten Objekte unter den vom Algorithmus ausgewählten Objekten. Der *Recall R* dagegen beschreibt die Quote der aus allen tatsächlich relevanten Objekten ausgewählten Objekte. Beide Werte werden im der F_1*-Gütemaß* zusammengefasst. Bei *P*, *R* und F_1 zeigen höhere Werte eine bessere Qualität der Vorhersagen an.

Der in diesem Artikel entwickelte Algorithmus (im Folgenden als *E-Learning-Ranker* bezeichnet) wird mit zwei anderen Algorithmen verglichen. Als einfache Vergleichsbasis wird ein in der Literatur häufig als Vergleichsbasis verwendeter Algorithmus verwendet [3][6], der sich ausschließlich auf die generelle Beliebtheit des gerankten Objekts bezieht. Um diese zu ermitteln, werden sämtliche Bewertungen, die das Objekt erhalten hat, einfach aufeinander addiert. Der Algorithmus sei im Folgenden *Popularity-Ranker* genannt. Dieser Ansatz geht auf die Annahme zurück, dass allgemein beliebte Objekte auch für einen beliebigen Nutzer mit hoher Wahrscheinlichkeit interessant sind [18]. Als weitere in der Literatur häufig vorzufindende Vergleichsbasis wird ein nicht modifizierter, objekt-basierter Algorithmus (*Standard-Item-Based*) verwendet [13].

Zur Evaluation wird der in der Forschungsliteratur häufig verwendete [1] *Movielens*-Filmdatensatz verwendet, um die Funktionalität und Vorteilhaftigkeit des Rankers auf echten Nutzerdaten zu beweisen. Er umfasst echte Bewertungen von 6040 Nutzern über 3900 Filme. Der verwendete Datensatz ist nicht dem Anwendungskontext entnommen, für den der Algorithmus entwickelt wurde. Da allerdings keine Daten aus einer E-Learning-Plattform zur Verfügung stehen, wird er in diesem

Artikel als vorläufige Evaluations-Basis verwendet. Um die Anwendung der Algorithmen, die ausschließlich auf impliziten Bewertungen arbeiten, zu ermöglichen, werden die Daten auf in der Forschungsliteratur übliche Art interpretiert [11][10]: Es wird nicht die Bewertung des Films an sich ausgewertet, sondern nur der Fakt, ob ein Film bewertet wurde. Hierbei wird jede abgegebene Bewertung als implizite positive Bewertung interpretiert, da sie ein Interesse des Nutzers am Film ausdrückt.

5.2 Ergebnis

Der *E-Learning-Ranker* wurde mit den Werten $\alpha_1 = \alpha_2 = 60$ und einer angenommenen Session-Länge von $\delta_1 = 120$ min parametrisiert. Die Parameter wurden manuell optimiert, indem der *F1*-Wert durch sukzessive Veränderung der Parameter maximiert wurde und stellen vor Rundung ein lokales Maximum für den *F1*-Wert dar. Tabelle 1 zeigt die Evaluationsergebnisse. Es wird direkt ersichtlich, dass der in diesem Artikel entwickelte Algorithmus nicht nur weitaus bessere Ergebnisse als der simple Popularity-Algorithmus liefert, sondern auch den unmodifizierten Objekt-basierten Algorithmus deutlich übertrifft.

Ranker/Gütemaße	Precision	Recall	F1
E-Learning	0,169	0,423	0,242
Popularity	0,125	0,313	0,179
Standard-Item-Based	0,150	0,375	0,214

Tabelle 1: Precesion and Recall MovieLens-Datensatz (eigene Erstellung)

Die deutlich besseren Ergebnisse des *E-Learning-Rankers*, auf einem Datensatz, bei dem ein besonders starker Einfluss des Faktors Zeit auf die Bewertungen nicht zu vermuten war, bestätigt, dass es sich generell lohnt den Faktor Zeit bei der Generierung von Empfehlungen zu berücksichtigen. Gründe, aus denen die Beachtung im *MovieLens*-Datensatz so große Vorteile bringt, lassen sich nur vermuten. So könnte eine Rolle spielen, dass Nutzer Filme einer bestimmten Art in einer bestimmten Stimmung oder Gruppe schauen und dann in einer Session bewerten. Die Vorteilhaftigkeit der Anwendung des in diesem Artikel entwickelten Algorithmus auf realen Bewertungsdaten wird durch das Ergebnis bestätigt. Unter Berücksichtigung der Anforderungsanalyse kann davon ausgegangen werden, dass die Vorteilhaftigkeit des Algorithmus in einem E-Learning-Szenario wie hier vorgestellt, noch weitaus größer wäre.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Artikel präsentierte die Konzeption und Implementierung eines CF-Algorithmus, der sich besonders eignet, um Nutzern einer E-Learning-Plattform mit geeigneten Empfehlungen zu Lerninhalten zu unterstützen. In einer Literaturanalyse wurde zunächst festgestellt, dass der zeitliche Kontext und kurzfristige Änderungen des Interesses von Nutzern in der CF-Forschung bisher wenig Beachtung fanden, obwohl damit ein großes Potenzial für die Steigerung der Qualität der Empfehlungen verbunden ist. Insbesondere existiert noch kein Ansatz, der sowohl auf eine Basis von impliziten Bewertungen angewendet werden kann, und gleichzeitig trotz häufiger kurzfristiger Änderungen der Interessen der Nutzer gute Empfehlungen abgibt. In einem nächsten Schritt wurden mithilfe einer Untersuchung des Anwendungskontextes und durch die Entwicklung eines typischen Anwendungsszenarios Anforderungen an den zu entwickelnden Algorithmus abgeleitet. Zu diesen

gehörten insbesondere die Eignung des Algorithmus bei rein impliziten Bewertungen, sowie eine hohe Qualität der Empfehlungen trotz kurzfristiger Änderungen der Interessensgebiete des Nutzers, die nur durch eine Beachtung von zeitlichen Kontextinformationen erreicht werden kann. Ein Algorithmus der diese Anforderungen erfüllt wurde konzipiert. Schließlich wurde der vorgestellte Algorithmus anhand eines Datensatzes mit echten Daten evaluiert, wobei der Algorithmus auch in einem fremden Anwendungsfeld vielversprechende Ergebnisse lieferte.

In der Entwicklung des Anwendungskontextes getroffene Annahmen bzgl. des Verhaltens von Nutzern einer E-Learning-Plattform konnten nicht empirisch belegt werden, da hierzu keine Nutzungsdaten vorliegen. Eine Evaluation auf Daten aus dem Anwendungskontext konnte aus demselben Grund nicht durchgeführt werden. In einem nächsten Schritt soll der Algorithmus in einer E-Learning-Plattform integriert werden. Dabei soll das Verhalten der Nutzer der Plattform genauer untersucht, sowie die Güte des Algorithmus auf den erhobenen Daten neu evaluiert werden.

7 Literatur

Zeitschriftenbeiträge

[1] Herlocker, JL; Konstan, JA; Terveen, LG; Riedl, JT (2004): Evaluating collaborative filtering recommender systems. ACM Transactions on Information Systems (TOIS), 22(1): 5-53.

[2] Koren, Y; Bell, R; Volinsky, C (2009): Matrix factorization techniques for recommender systems. Computer, 42(8): 30-37.

[3] Lee, J; Sun, M.; Kim, S; Lebanon, G (2012): Automatic feature induction for stagewise collaborative filtering. Advances in Neural Information Processing Systems 25 : 323-331.

[4] Linden, G; Smith, B; York, J (2003): Amazon.com recommendations: Item-to-item collaborative filtering. Internet Computing, IEEE, 7(1): 76-80.

[5] Manouselis, N; Vuorikari, R; Van Assche, F (2010): Collaborative recommendation of e-learning resources: an experimental investigation. Journal of Computer Assisted Learning, 26(4): 227-242.

[6] Sahoo, N; Vir Singh, P; Mukhopadhyay, T (2012): A hidden Markov model for collaborative filtering. MIS Quarterly-Management Information Systems, 36(4), 1329.

[7] Schulmeister, R. (2012): Vom Mythos der Digital Natives und der Net Generation, BIBB, BWP 3/2012: 42-46.

[8] Su, X; Khoshgoftaar, TM (2009): A survey of collaborative filtering techniques. Advances in Artificial Intelligence, 2009, 4.

Konferenzbeiträge

[9] Breese, JS; Heckerman, D, & Kadie; C (1998): Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative filtering. *Proceedings of the Fourteenth conference on Uncertainty in artificial intelligence, ACM*: 43-52.

[10] Das, AS; Datar, M; Garg, A; Rajaram, S (2007): Google news personalization: scalable online collaborative filtering. *Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web*: 271-280.

[11] Gantner, Z; Rendle, S; Schmidt-Thieme, L (2010): Factorization models for context-/time-aware movie recommendations. *Proceedings of the Workshop on Context-Aware Movie Recommendation, ACM*: 14-19.

[12] He, L; Wu, F (2009): A time-context-based collaborative filtering algorithm. *Granular Computing, 2009, GRC'09. IEEE International Conference*: 209-213.

[13] Hu, Y; Koren Y; Volinsky, C (2008): Collaborative filtering for implicit feedback datasets. *Data Mining, 2008. ICDM'08. Eighth IEEE International Conference*: 263-272.

[14] Karypis, G (2001): Evaluation of item-based top-n recommendation algorithms. *Proceedings of the tenth international conference on Information and knowledge management*: 247-254.

[15] Koren, Y (2009): Collaborative filtering with temporal dynamics. *Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*: 447-456.

[16] Kumar, A; Sharma, A (2013): Alleviating Sparsity and Scalability Issues in Collaborative Filtering Based Recommender Systems. *Proceedings of the International Conference on Frontiers of Intelligent Computing: Theory and Applications (FICTA)*: 103-112.

[17] Lathia, N; Hailes, S; Capra, L; Amatriain, X (2010): Temporal diversity in recommender systems. *Proceedings of the 33rd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*: 210-217.

[18] Rashid, AM; Albert I; Cosley, D; Lam, SK; McNee, SM; Konstan, JA; Riedl, J (2002): Getting to know you: learning new user preferences in recommender systems. *Proceedings of the 7th international conference on Intelligent user interfaces*: 127-134.

[19] Sarwar, B; Karypis, G; Konstan, J; Riedl, J (2001): Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web*: 285-295.

JobRoute: A Cloud-based Workforce Management System (Abstract Only)

Leonard Heilig

Universität Hamburg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 20146 Hamburg,
E-Mail: leonard.heilig@uni-hamburg.de

Stefan Voß

Universität Hamburg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 20146 Hamburg,
E-Mail: stefan.voss@uni-hamburg.de

Abstract

The novel cloud computing paradigm offers a wide range of accessible, scalable, and on-demand computing resources. The associated flexibility and cost-effectiveness encourages the development of innovative multi-tenancy applications based on a convergence of multiple technologies. This particularly applies to the field of mobile workforce management. To better support activities of mobile workforces, we propose a generic systems architecture and a corresponding cloud-based prototype system which integrates web and mobile applications based on a cloud platform. The prototype system enables route planning in the cloud based on a two-phase heuristic consisting of different metaheuristics including simulated annealing (SA) and a genetic algorithm (GA). It furthermore reveals the benefits for real-time information sharing, tracking, and communication by means of highly scalable computing resources.

Bitcoin - Eine strukturierte Analyse

Simon Merklin[1]

Karlsruher Institut für Technologie, 76021 Karlsruhe,
Email: simon.merklin@gmail.com

Bernd Schneider

Universität Hohenheim, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik I, 70593 Stuttgart,
E-Mail: bernd.schneider@uni-hohenheim.de

Mareike Schoop

Universität Hohenheim, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik I, 70593 Stuttgart,
E-Mail: schoop@uni-hohenheim.de

Abstract

Im Zeichen des Informationszeitalters verliert Bargeld als Zahlungsmethode fortwährend an Relevanz (vgl. [17]). Die elektronischen Zahlungsmethoden wie Online-Banking, Kreditkarte, Paypal werden immer häufiger akzeptiert und machen mittlerweile einen beträchtlichen Anteil am Online-Handel aus (vgl. [33]). Die virtuelle Währung Bitcoin erlangte in den letzten Monaten große Bekanntheit aufgrund ihrer starken Wertsteigerung. Dieser Beitrag fokussiert sich auf das Erstellen eines Kriterienkataloges mit den Kategorien Sicherheit, Benutzerfreundlichkeit, Kosten, Wirtschaftlichkeit für den Zahlungsdienstleister und flexible Einsatzfähigkeit, jeweils mit entsprechenden Subkategorien. Auf Basis dieses Kriterienkataloges wird die Bewertung der elektronischen Zahlungsmethode Bitcoin vorgenommen.

[1] Die diesem Beitrag zugrundeliegende Arbeit entstand im Rahmen des Studiums an der Universität Hohenheim.

1 Einleitung

Bevor es Bitcoin gab wurden schon einige Versuche gestartet, elektronische Zahlungsmethoden zu schaffen, welche auf dem Public-Key-Konzept basieren. Als Beispiele können hier David Chaums „Blind signatures for untraceable payments“ (1998) und Ian Griggs „Triple Entry Accounting“ (2005) genannt werden. David Chaum wollte mit seiner Firma DigiCash den Finanzmarkt revolutionieren, ging jedoch trotz eines laut „Next“ hervorragenden Produktes im Jahr 1998 bankrott (vgl. [2]). Nach einigen gescheiterten Versuchen eine elektronische Währung zu etablieren stieß im Januar 2009 Bitcoin zu den elektronischen Zahlungsmethoden hinzu. Bitcoin ist eine virtuelle Währung, die von dem Pseudonym Satoshi Nakamoto entwickelt wurde. Bis heute ist nicht bekannt, wer sich hinter diesem Namen verbirgt. Im Jahr 2008 wurde die Idee der Bitcoins von ihm in einem White Paper als Open-Source veröffentlicht (vgl. [31]). Das System basiert auf einer dezentralen Peer-to-Peer-Verbindung, die das Gesamtsystem somit vor Störversuchen schützt (vgl. [11]). Wie in Abbildung 1 dargestellt, erlebte der Bitcoin-Wechselkurs von März bis April, sowie von Oktober bis Dezember 2013 einen rasanten Anstieg. Durch die erhöhte Berichterstattung in den Mainstream-Medien wurde die virtuelle Währung eine Zielscheibe für Spekulanten auf der ganzen Welt. Stand der Bitcoin Kurs bei Mt. Gox, der weltweit größten Bitcoin-Börse, am 15. März 2013 noch bei 47 USD/Bitcoin, stieg er bis zum 04. Dezember 2013 auf 1200 USD/Bitcoin.

Bitcoins müssen nicht notwendigerweise gekauft werden. Es ist auch möglich diese mit entsprechender Hardware selbst herzustellen, was als „Mining“ bezeichnet wird (vgl. [18]). Immer wieder werden virtuelle Währungen auch mit kriminellen Aktivitäten in Verbindung gebracht, wie beispielsweise Geldwäsche oder der Finanzierung von Terrorgruppen (vgl. [10]). Andererseits gibt es viele Befürworter von Bitcoin, die behaupten, Bitcoin könne das weltweit krankende Finanzsystem revolutionieren oder zumindest mit neuen Ansätzen verbessern. Durch die Eigenschaft der Dezentralität ist es bei Bitcoin zum Beispiel nicht möglich, bestimmte Zahlungsempfänger zu blockieren (vgl. [37]), wie dies im Jahr 2010 bei der Enthüllungsplattform Wikileaks geschehen ist (vgl. [4]).

Um das Themengebiet zu veranschaulichen, werden zunächst die methodischen Grundlagen erläutert. In dem darauf folgenden Kapitel wird ein Kriterienkatalog erstellt, dessen Kriterien auf die Zahlungsmethode Bitcoin angewandt werden. Abschließend wird ein Fazit gezogen, ob Bitcoin eine Alternative für etablierte Zahlungsmethoden ist oder ob es sich nur um ein kurzfristiges Phänomen handelt.

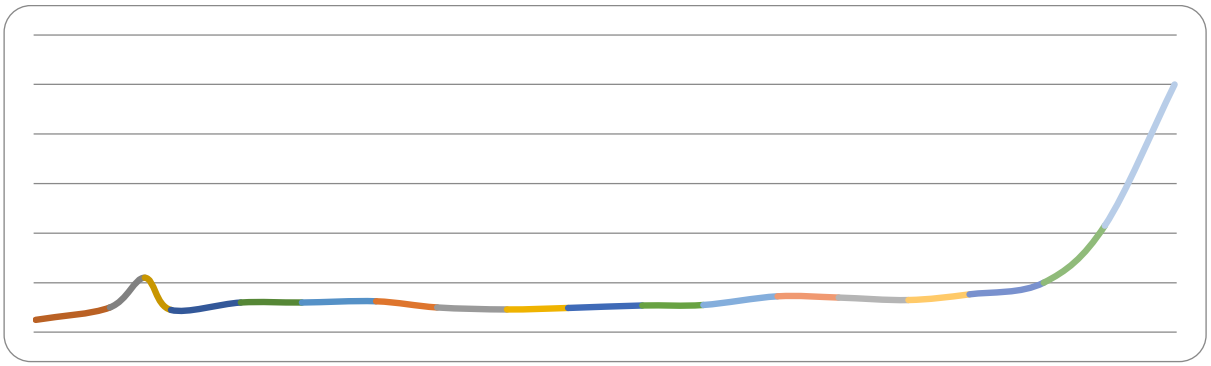


Abbildung 1: Bitcoin Wechselkurs von Mt. Gox (eigene Darstellung mit Daten von bitcoincharts.com)

2 Methodische Grundlagen

2.1 Zahlungsmethoden

Bei Zahlungsmethoden ist darauf zu achten, dass zwischen klassischen und elektronischen Zahlungsmethoden unterschieden wird (vgl. [23]). Zahlungsmethoden und Zahlungsmittel werden in diesem Fall synonym verwendet, da ein Zahlungsmittel meist auch eine Zahlungsmethode darstellt. Unter Zahlungsmitteln werden Geld oder geldähnliche Forderungen und Güter verstanden, welche den Tauschhandel mit anderen Gütern ermöglichen (vgl. [40]).

2.1.1 Klassische Zahlungsmethoden

Klassische Zahlungssysteme sind beispielsweise Bargeldzahlung und Überweisung, welche ursprünglich für den Dienstleistungssektor und klassischen Handel genutzt wurden. Da zu Beginn des Internethandels keine elektronischen Zahlungssysteme zur Verfügung standen, wurde zunächst auf die klassischen Zahlungssysteme zurückgegriffen (vgl. [23]).

2.1.2 Elektronische Zahlungsmethoden

Elektronische Zahlungsmethoden werden oft auch als „System“ oder „Zahlungssystem“ bezeichnet. Zu den elektronischen Zahlungssystemen gehören beispielsweise elektronisches Geld, Prepaid-Cards und Inkassosysteme. Sie setzen sich jedoch nur bedingt durch, da Händler und Kunden aufgrund der mangelnden Verbreitung noch keinen ökonomischen Vorteil daraus ziehen können (vgl. [23]). Obwohl schon oft prophezeit, „[...] haben die elektronischen Zahlungssysteme noch nicht die Bedeutung erlangt, die man ihnen aufgrund der medienadäquaten Merkmale zugeschrieben hat“ ([23], S.159).

2.2 Anforderungsgruppen

2.2.1 Verbraucher

Verbraucher sind Personen, die wirtschaftliche Güter kaufen und konsumieren. So erwerben Verbraucher Güter für die gewerbliche Produktion oder den Handel von Waren zur Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse (vgl. [7]). Laut § 13 BGB versteht man unter einem Verbraucher „[...] jede natürliche Person, die ein Rechtsgeschäft zu einem Zwecke abschließt, der weder ihrer gewerblichen noch ihrer selbständigen beruflichen Tätigkeit zugerechnet werden kann“.

2.2.2 Händler

Der Händler bietet Produkte oder Dienstleistungen zum Verkauf an. Diese Waren können reale Güter sein, wie zum Beispiel Möbel, Bücher oder Hardware für den Computer. Ebenso besteht die Möglichkeit, dass der Händler digitale Güter (Software, eBooks, Musik-Streams u.v.m.) vertreibt, die via Internet direkt herunter geladen werden können (vgl. [27]).

2.2.3 Zahlungsdienstleister (Payment Service Provider)

Der Zahlungsdienstleister wird als „Vermittler“ zwischen den drei Parteien Verbraucher, Händler und Payment Gateway (Zahlungsdienst) gesehen. „Zahlungsdienste sind die in § 1 Abs. 2 ZAG genannten Dienste (Zahlungsdienste-Positivkatalog). Sie finden regelmäßig in einer Dreiecksbeziehung zwischen Zahler, Zahlungsempfänger und Zahlungsdienstleister statt“ ([9]). Der Zahlungsdienstleister schließt Verträge mit speziellen Payment Gateways und sorgt dafür, dass eine Transaktion zwischen Kunde

und Händler erfolgreich abläuft. Nicht immer wird ein Zahlungsdienstleister für den Bezahlvorgang benötigt. Er kommt meist nur dann zum Einsatz, wenn sich aus seinem Einsatz wirtschaftliche Vorteile ergeben (vgl. [27]). Die englische Bezeichnung Payment Service Provider (PSP) wird im deutschen Wortschatz oft synonym verwendet (vgl. [30]).

3 Anforderungsanalyse mit Kriterienkatalog

Im Rahmen der Anforderungsanalyse wird ein Kriterienkatalog erstellt, um die Eigenschaften von Bitcoin zu veranschaulichen. Der Katalog greift Ideen von Dannenberg und Ulrichs „E-Payment und E-Billing“ (2004), Jägers „Die Bewertung ausgewählter Zahlungssysteme für den Electronic-Commerce“ (2008) und weiterer Literatur zum Thema Bewertung von Zahlungsmethoden auf. Sowohl ausgewählte Studien als auch geldpolitische Aspekte und eigene Überlegungen werden für die Thematik berücksichtigt. Jäger (2008) kommt zu dem Ergebnis, dass die meisten Kriterien für elektronische Zahlungssysteme auch auf die traditionellen Zahlungssysteme angewendet werden können und keine Differenzierung im Kriterienkatalog zwischen traditionellen und elektronischen Zahlungssystemen erfolgen soll (vgl.[23]). Des Weiteren wird die Dimension des Payment Service Providers hinzugefügt, da bis zum jetzigen Zeitpunkt nur die Anforderungen der Verbraucher und Händler/Dienstleister betrachtet wurden (vgl. [13]). Der Kriterienkatalog besteht aus den fünf Kategogien Sicherheit, Benutzerfreundlichkeit, Kosten, Wirtschaftlichkeit für den Zahlungsdienstleister und flexible Einsatzfähigkeit, jeweils mit entsprechenden Subkategorien.

3.1 Sicherheit

Eines der wichtigsten Kriterien für den Erfolg einer Zahlungsmethode, vor allem aus Verbrauchersicht, ist die Sicherheit der Systeme (vgl. [26]). Im Folgenden werden die fünf Schutzziele der IT-Sicherheit betrachtet. Neben den reinen IT-Sicherheitskriterien wird die Sicherheit aus Verbraucher- und Händlerperspektive im Abschnitt „Allgemeine Sicherheitsanforderungen“ untersucht.

- **Vertraulichkeit**
  Ein System bietet Vertraulichkeit, wenn es unautorisierten Personen nicht möglich ist, auf die Daten des Systems zuzugreifen, Subjekte also nicht unerlaubt Zugriff auf Information erlangen können. Dies wird durch die Einführung von Kontrollen und die Zuweisung von Berechtigungen gewährleistet (vgl. [16]). Vollkommene Anonymität beim Kauf einer Ware (vor allem im Internet) ist kaum möglich, da einerseits eine Lieferadresse benötigt wird und andererseits im Reklamationsfall der Händler kontaktierbar sein muss. Aus diesem Grund wird das Schutzziel der Anonymität als untergeordnetes Schutzziel von Vertraulichkeit verstanden, welches jedoch nie vollständig erreicht werden kann (vgl. [13]).

- **Integrität**
  Um das Schutzziel der Integrität zu erfüllen, muss eine Zahlungsmethode den unversehrten Zahlungsinformationsfluss zwischen Verbraucher und Händler gewährleisten (vgl. [13]). Des Weiteren darf es einem Subjekt nicht möglich sein, zu schützende Daten unbemerkt und unautorisiert zu manipulieren. Falls es nicht möglich ist, die Manipulation im Voraus zu verhindern, muss es Techniken geben, mit Hilfe derer unautorisierte Manipulation im Nachhinein erkennbar werden (vgl. [16]).

- **Verfügbarkeit**

  Eine Zahlungsmethode gewährleistet Verfügbarkeit, wenn Händler und Verbraucher in der Nutzung des Zahlungssystems nicht beeinträchtigt werden, sprich, wenn Personen mit den benötigten Rechten uneingeschränkt und ohne Störung auf ein System bzw. eine Zahlungsmethode zugreifen können bzw. diese nutzen können. Autorisierte Beeinträchtigungen, wie die konkurrierende Nutzung der CPU-Zeit von verschiedenen Nutzern und die daraus resultierenden Verzögerungen zählen zu den „normalen" Verwaltungsmaßnahmen und stellen deshalb für die Verfügbarkeit keine Verletzung dar. Die Trennlinie zwischen autorisierten und unautorisierten Aktionen ist jedoch unscharf, da ein Angreifer durch autorisierte Aktionen absichtliche Angriffe auf das Schutzziel Verfügbarkeit einleiten kann (vgl. [16]).

- **Authentizität**

  Das Schutzziel der Authentizität liegt vor, wenn durch entsprechende Kontrollmaßnahmen gewährleistet werden kann, dass Informationen und Daten tatsächlich aus einer gegebenen Quelle stammen. Folglich bestätigt sie auch die korrekte Identität eines Nutzers oder Systems (vgl. [5]).

- **Verbindlichkeit**

  Eine Zahlungsmethode gewährleistet Verbindlichkeit, wenn weder Verbraucher noch Händler im Nachhinein einen Zahlungsvorgang abstreiten können (vgl. [16]).

- **Schutz vor Geldverlust durch Diebstahl**

  Im Strafgesetzbuch wird Diebstahl in § 242 (1) folgendermaßen definiert: „Wer eine fremde bewegliche Sache einem anderen in der Absicht wegnimmt, die Sache sich oder einem Dritten rechtswidrig zuzueignen, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft". Diese Definition lässt sich ebenso auf Zahlungsmittel anwenden. Das Zahlungsmittel muss möglichst guten Schutz vor Diebstahl durch spezielle Sicherheitsmechanismen bieten.

- **Schutz vor Geldverlust durch Inflation**

  Durch den Unterschied des Preisniveaus eines Jahres zu dessen Folgejahr ergibt sich die Inflationsrate. Durch die Kumulierung vergangener Inflation kann das Preisniveau bestimmt werden (vgl. [15]). Eine steigende Inflationsrate bis zu 3% pro Jahr ist für die Europäische Zentralbank wünschenswert um ein stetiges Wirtschaftswachstum zu gewährleisten (vgl. [32]). Deshalb sollte eine Zahlungsmethode einen möglichst guten Schutz vor der Geldentwertung garantieren und im Wert mit der Inflation steigen.

- **Schutz vor Geldverlust durch Wechselkursschwankungen**

  Der Wechselkurs beschreibt den Preis, zu welchem Währungen am Devisenmarkt getauscht werden. Die Schwankungen des Wechselkurses einer Währung bzw. von Zahlungsmitteln werden durch die Schwankungen bei Angebot und Nachfrage hervorgerufen (vgl. [12]).

3.2 Benutzerfreundlichkeit

Der Oberbegriff Benutzerfreundlichkeit soll für alle Kriterien gelten, die die Nutzung des Zahlungssystems vereinfachen (vgl. [13]).

- **Einfache Handhabung und Integration**

  Laut Dannenberg und Ulrich bestätigen 87% der Händler, dass Bequemlichkeit und einfache Handhabung mindestens „als wichtig erachtet“ werden. Sie beziehen sich in ihrer These auf die Ergebnisse einer Studie von Berlecon Research vom Jahr 2001 (vgl. [13]).

- **Geschwindigkeit**

  In diesem Fall wird als Beurteilungskriterium der Zahlungszeitpunkt herangezogen. Die Geschwindigkeit ergibt sich somit aus dem Zeitpunkt, an dem die finanzielle Belastung beim Verbraucher stattfindet (Belastungszeitpunkt), im Verhältnis zum Zahlungseingang beim Händler (vgl. [23]).

- **Internationale Akzeptanz**

  Durch das Voranschreiten der Globalisierung und dem damit verbundenen immer größeren Warenstrom- und Devisenverkehr zwischen den Staaten (vgl. [25]) wird es zunehmend bedeutsamer, dass es für Händler eine internationale Zahlungsmethode gibt. Für den Kunden bietet eine internationale Zahlungsmethode mehr Flexibilität und Sicherheit beim Einkauf, da auch Waren aus Ländern erworben werden können, welche eine andere Landeswährung haben.

- **Einsicht in Geldbestand und Umsatz**

  Für die vollständige Kontrolle über die Zahlungsmethode muss es möglich sein, unkompliziert, schnell und möglichst ohne zusätzlichen Hardwareeinsatz die Übersicht des Geldbestandes einsehen zu können. Ebenso muss eine Einsicht auf die zuletzt getätigten Überweisungen möglich sein. Funktionen wie bei der Online-Depotführung von Bankkonten dienen hierbei als Vorbild.

3.3 Kosten

Die Kosten eines Bezahlsystems sind für den Kunden mit das wichtigste Kriterium eines Bezahlsystems. Für den Händler hingegen sind höhere Kosten kein Ausscheidekriterium, da diesem eher eine hohe Verbreitung und Akzeptanz beim Kunden wichtig ist (vgl. [13]).

- **Installationskosten**

  Bei der Einrichtung einer neuen Zahlungsmethode entstehen meist nur einmalig Kosten. Diese können als Einrichtungsgebühren, Software- oder Hardwarekosten anfallen (vgl. [23]).

- **Grundgebühren**

  Meist jährlich erhoben ist die Grundgebühr ein regelmäßig anfallender Kostenpunkt, der beglichen werden muss. Ebenso wie die Installationskosten ist die Grundgebühr transaktionsunabhängig (vgl. [23]).

- **Transaktionskosten**

  Transaktionskosten sind variable Kosten, die von der Häufigkeit der Nutzung der Zahlungsmethode abhängen. Meist fallen sie für jede getätigte Transaktion an (vgl. [23]).

3.4 Wirtschaftlichkeit für den Zahlungsdienstleister

Was in der Fachliteratur bisher völlig vernachlässigt wurde, ist die Rolle des Payment Service Providers, ohne den als Mittelsmann gar kein Zahlungsvorgang stattfinden könnte (vgl. [27]). Oft verschwinden die hochgepriesenen neuen Zahlungsdienstleister, wie beispielsweise Easypay (vgl. [19]) genauso schnell, wie sie aufgetaucht sind. Im Beitrag „Mobiles und elektronisches Bezahlen - Hype oder ernstzunehmende Trends“ bezieht sich von Poser auf eine eigene Studie, welche bei der vierten EMA Konferenz vorgestellt wurde. Laut der Studie kann man durch E-Commerce rund fünf Mal so viel Provisionsvolumen generieren wie im stationären Handel (vgl. [39]).

3.5 Flexible Einsatzfähigkeit

Im Internet aber auch im realen Leben ist es heute oft möglich, 24 Stunden, sieben Tage die Woche Waren und Dienstleistungen zu erstehen. Oft besteht jedoch das Problem, dass der Kunde in neuen Zahlsituationen nicht das richtige Zahlungsmittel bereithält. Aus diesem Grund bevorzugen Kunden Zahlungsmittel, die möglichst vielseitig einsetzbar sind (vgl. [13]).

- **Verbreitung**

  Ein Basiskriterium für eine erfolgreiche Zahlungsmethode ist ihre Verbreitung. Ohne eine hohe Verbreitung kann der Verbraucher das Zahlungsmittel nicht für Transaktionen nutzen. Sowohl auf Händler- als auch auf Kundenseite muss nach der Einführung einer Zahlungsmethode deshalb eine schnelle und hohe Verbreitung stattfinden (vgl. [14]).

- **Transaktionsvolumen**

  Hat man früher meist nur Micro- und Macropayment unterschieden (vgl. [36]), so wird heute zwischen den vier Kategorien Nano-, Micro-, Medium- und Macropayment unterschieden (vgl. [13]). Dabei werden die vier Kategorien anhand der folgenden Betragsschwellen kategorisiert:

	Betragsschwellen
Nanopayments	0 - 0,05
Micropayments	0 - 2,50
Mediumpayments	2,50 - 500
Macropayments	<500

Tabelle 1: Betragsschwellen der Payment-Verfahren in Euro (in Anlehnung an [13], S. 32)

- **Offline-Einsatzfähigkeit**

  Die Wichtigkeit einer Offline-Nutzbarkeit einer Zahlungsmethode, wird durch den Erfolg der Kreditkarte im stationären Handel bekräftigt (vgl. [13]). Laut IWW (2002) geben rund 55% der Befragten an, dass die „Verwendung auch außerhalb des Internet“ ein Argument ist die (elektronische) Zahlungsmethode zu nutzen (vgl. [24]).

- **Online-Einsatzfähigkeit**

  Im Umkehrschluss zur Offline-Einsatzfähigkeit stellt sich die Frage, ob eine Zahlungsmethode auch online genutzt werden kann. Durch die hohe Verbreitung von Mobiltelefonen, welche den mobilen Zugang zum Internet ermöglichen, gewinnt dieses Kriterium zunehmend an Bedeutung. Laut einer Erhebung der Bundesnetzagentur gab es Ende 2011 rund 114 Mio. Mobilfunkanschlüsse

in Deutschland (vgl. [38]). In Verbindung mit einem gut ausgebauten Mobilfunknetz kann nahezu überall mobil über eine onlinefähige Zahlungsmethode bezahlt werden.

4 Bewertung der Zahlungsmethode Bitcoin

Bitcoin wird durch Kryptographie verschlüsselt, welche für die Sicherheit der Zahlungsmethode eine wichtige Rolle spielt (vgl. [11]). Kryptographie ist die Umwandlung von Daten in einen für Dritte nicht lesbaren Zustand, durch den die Vertraulichkeit gewahrt werden soll. Bei Public Key-Verschlüsselungsverfahren kann mit Hilfe einer digitalen Unterschrift auch die Authentifizierung durchgeführt werden. Dies ist durch Hash-Funktionen möglich (vgl. [28]).

Die Vertraulichkeit und Anonymität von Bitcoin wird in vielen wissenschaftlichen Arbeiten als hoch eingeschätzt (vgl. [3]). Bei näherer Betrachtung wird jedoch klar, dass der weit verbreitete Glaube an die völlige Anonymität der Zahlungsmethode nicht gegeben ist. Das Problem ist, dass die gesamte Transaktionsgeschichte öffentlich im System bekannt gemacht wird (vgl. [1]). Mit diesen Daten ist es möglich, mit einer Netzwerkdarstellung in Verbindung mit den Public Keys und deren externen Kennungen und Informationen die Aktivitäten einzelner Benutzer nachzuvollziehen und deren Identitäten offenzulegen (vgl. [31]). „Technical members of the Bitcoin community have cautioned that strong anonymity is not a prominent design goal of the Bitcoin system. However, casual users need to be aware of this, especially when sending Bitcoins to users and organizations they would prefer not to be publicly associated with“ ([31], S. 26). Von der Anonymität lässt sich somit auf die Vertraulichkeit schließen. Trotz zufällig erzeugten Adressen der Konten (vgl. [11]) ist es möglich, auf einzelne Benutzer zu schließen, wenn diese nicht unverhältnismäßig großen Aufwand zur Geheimhaltung ihrer Identität betreiben. Durch das öffentliche Skript und den Zwang an größeren Bitcoin-Börsen wie Bitcoin.de ein echtes Bankkonto mit dem Bitcoin-Konto zu verknüpfen, gibt zumindest den zentralen Handelsplätzen eine identifizierungsfähige Anlaufstelle. Bitcoin bietet somit eine andere Art der Anonymität. Im Vergleich zu Anbietern wie Paypal ist es zunächst schwieriger Transaktionen bestimmten Personen zuzuordnen. Jedoch gibt es bei der Nutzung des Bitcoin-Client durch das Fehlen einer zentralen Autorität keine Instanz mehr, welche die pseudonymisierten Daten der Nutzer schützen könnte. Mit Hilfe von Anonymisierungsdiensten wie blockchain.info oder bitlaundry.com kann eine einmalige Bitcoin-Adresse erstellt werden und die Anonymität somit deutlich gesteigert werden. Hinsichtlich der Integrität ist „das Protokoll [...] fehlertolerant und auf einen Konsens der Mehrheit hin selbststabilisierend. Homogene Peer-to-Peer-(P2P-)Techniken machen Bitcoin resistent gegen Versuche, einzelne von einer Teilnahme auszusperren, das System in seiner Funktion zu stören oder Parameter ohne Mehrheitskonsens zu verändern“ ([11], S. 85). Diese Eigenschaften wirken sich auch positiv auf die Verfügbarkeit des Bitcoin-Systems aus. Den beiden Transaktionspartnern ist nur der Public Key des anderen bekannt. Der Public Key kann einem bestimmten Bitcoin-Client bzw. Bitcoin-Konto zugeordnet werden. Somit ist die Authentizität gewährleistet. Bitcoin Transaktionen sind nach relativ kurzer Zeit nicht mehr revidierbar und somit verbindlich. Im System besteht nicht sofort Konsens über eine einzelne Transaktione. Jede weitere Bestätigung der Transaktion, die wieder ca. zehn Minuten dauert, erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Zahlung dauerhaft erhalten bleibt. Nach sechs aufeinanderfolgenden Bestätigungen gilt eine Zahlung als verbindlich bestätigt (vgl. [35]).

Bitcoin ist wie alle anderen Zahlungsmethoden nicht vor Diebstahl gefeit. Zwar kann das Konto durch Nutzername und Passwort geschützt werden, trotzdem kommt es immer wieder zu spektakulären Diebstählen. So wurden beispielsweise im Jahr 2011 Bitcoins im Wert von ca. einer halben Mio. USD

eines Nutzers gestohlen (vgl. [22]). Das Sicherheitsproblem des Bitcoin-Systems liegt darin, dass ein einziger Hack zum Verlust des kompletten Bitcoin-Wallets führen kann. Wie bei der Bargeldnutzung entsteht die Gefahr eines Diebstahls nicht durch Sicherheitsprobleme im Bitcoin-System, sondern durch den fahrlässigen Umgang der Nutzer mit der Zahlungsmethode. Im Gegensatz zu Zentralbankgeld hat Bitcoin keine zentrale Autorität, welche die Geldmenge reguliert. Bitcoin ist so programmiert, dass deren Gesamtmenge nur langsam ansteigt und eine maximale Menge von 21 Millionen nicht überschritten werden kann (vgl. [34]). Aufgrund des nach oben beschränkten Algorithmus von Bitcoin und der somit beschränkten Geldmenge wird das Zahlungsmittel langfristig vor Inflation geschützt (vgl. [11]). Wie Abbildung 1 zeigt, ist der Wechselkurs starken Schwankungen ausgesetzt. Von März bis Dezember 2013 schwankte der Bitcoin-Kurs zwischen 50 und 1200 USD pro Bitcoin.

Bei der Handhabung und der Integration kommt es darauf an, auf welche Art und Weise man Bitcoins speichert. Bei der client-basierten Lösung speichert man Bitcoins auf eigenen Geräten wie dem PC oder dem Smartphone. Handelt man hingegen mit Bitcoins über eine Börse, wird dieses nötige Wissen nicht vorausgesetzt, sodass man Bitcoins wie auf einem normalen Bankkonto lagert. Beide Varianten sind zwar kostenlos, brauchen aber eine gewisse Vorlaufzeit, bis sie installiert bzw. angemeldet sind. Es bleibt abzuwarten, ob das Bezahlen mit Bitcoin in Zukunft durch den Einsatz eines Bitcoin-Wallet zu dem Komfort einer Kreditkarte aufschließen kann. Um sicherzugehen, dass ein Bezahlvorgang sicher abgeschlossen ist, muss der Nutzer mindestens zehn Minuten warten bis ein neuer Block in der Block Chain erzeugt wird und seine Transaktion somit bestätigt wird (vgl. [3]). Je nach Größe und Risiko der Transaktion ist es sinnvoll länger zu warten. Bezahlvorgänge mit Bargeld sind schneller durchführbar, wohingegen eine klassische Überweisung deutlich länger dauert. Durch die Unumkehrbarkeit der Transaktion wird es Händlern ermöglicht, Waren in Länder zu exportieren, mit denen sie zuvor keinen Handel treiben konnten, da die Gefahr eines Kreditkartenbetruges zu groß war (vgl. [3]). Desweiteren ist Bitcoin aufgrund der Dezentralität keiner staatlichen Autorität untergeordnet und damit eine international einheitliche Zahlungsmethode. Wie beim Online-Banking ist es hier auch möglich, die Zu-und Abgänge des Bitcoin-Bestandes nachzuvollziehen und jederzeit die aktuelle Menge nachzuprüfen. Bei Bezahlungen mit dem Bitcoin-Client fallen weder Installationskosten, noch Grundgebühren an. Bei der Transaktion von Bitcoins wird meist ein Kleinstbetrag von den jeweiligen Payment-Service-Providern (wie beispielsweise BitPay) einbehalten (vgl. [3]). Will man Bitcoin allerdings im Unternehme nutzen, fallen gegebenenfalls Kosten für die Schulung des Personals, sowie die Einbindung der Zahlungsmethode in den Online-Shop an.

Viele Nutzer greifen neben dem Wallet auf eine Bitcoin-Börse zurück, um ihren Bitcoin-Bestand zu verwalten. In der Studie „Beware the Middleman: Empirical Analysis of Bitcoin-Exchange Risk“ von Moore und Christin (2013) wurde bekannt gegeben, dass seit Januar 2013 18 von 40 Bitcoin-Börsen schließen mussten (vgl. [29]). Es bleibt weiter abzuwarten, welche Zahlungsdienstleister und Bitcoin-Börsen sich dauerhaft für Bitcoin-Transaktionen etablieren werden.

Bislang ist die Verbreitung der Möglichkeiten Bitcoin als Zahlungsmethode zu nutzen noch stark eingeschränkt. Neben einigen Online-Versandhändlern, wie auch größere Organisationen (z.B. Wikileaks oder Wordpress), welche Bitcoin-Spenden akzeptieren, werden Bitcoins größtenteils für die Bezahlung auf kleineren Internet-Marktplätzen genutzt. Eine normale Nutzung für Einkäufe in gewöhnlichen Supermärkten ist noch nicht absehbar. Optimalen Einsatz findet die Zahlungsmethode bei Nanopayments. So könnte man theoretisch Kleinstbeträge von bis zu 10^{-8} BTC nutzen (vgl. [6]). Durch die sehr niedrigen Transaktionskosten ist Bitcoin äußerst interessant für Micropayments (vgl. [3]). Diese Eigenschaft eröffnet völlig neue Möglichkeiten für Spenden im Internet an Künstler,

Verleger und Open Source-Entwickler. Transaktionen in den beiden anderen Kategorien Mediumpayment und Macropayment sind ebenfalls problemlos durchführbar. Die Online-Nutzung von Bitcoins wurde unter dem Unterpunkt „Verbreitung“ bereits bestätigt. Interessant hingegen ist die Aussage von Bronleewe, dass es theoretisch auch möglich ist „offline“ im stationären Handel zu bezahlen. Hierzu müsste nur das Gerät am Point of Sale mit dem Internet verbunden sein. Das Mobiltelefon oder sonstige Bezahlungsgeräte könnten hingegen offline verwendet werden (vgl. [8]) und somit Zahlungsmethoden wie Bargeld oder Kreditkarte ablösen.

Kriterium	Bewertung	Kriterium	Bewertung
Vertraulichkeit	0	Internationale Akzeptanz	+
Integrität	+	Einsicht in Geldbestand und Umsatz	+
Verfügbarkeit	+	Installationskosten	+
Authentizität	+	Grundgebühren	+
Verbindlichkeit	+	Transaktionskosten	0
Diebstahl	0	Wirtschaftlichkeit für den Zahlungsdienstleister	0
Inflation	+	Verbreitung	-
Wechselkurs	-	Transaktionsvolumen	+
Einfache Handhabung und Integration	0	Online	+
Geschwindigkeit	0	Offline	0

+ = positiv / 0 = neutral / - = negativ

Tabelle 2: Bewertung der Zahlungsmethode Bitcoin (eigene Darstellung)

5 Fazit

Das heutige Geschäftsleben ist einem kontinuierlichen Wandel hin zum digitalen Bezahlen unterzogen. Neue Software und Technologien wie Bitcoin und Near Field Communication (NFC) eröffnen völlig neue Möglichkeiten des mobilen Bezahlens. Nach heutigem Forschungsstand ist jedoch noch nicht abzusehen, welche Zahlungsmethode sich in Zukunft durchsetzen wird. Der momentane Skandal um Prism und Tempora, welcher die Datensammelwut der Staaten offenlegt (vgl. [20]), könnte Bitcoin als Alternative für etablierte Zahlungsmethoden noch attraktiver machen.

Bitcoin muss also zunächst Probleme wie starke Wertschwankungen und die mehrminütige Transaktionsdauer beseitigen und eine schnelle Verbreitung auf Händler- und Kundenseite erfahren. Ansonsten wird Bitcoin eine Schattenwährung bleiben, die lediglich für Spenden und illegale Machenschaften benutzt wird. Für den normalen Händler und Verbraucher lohnt es sich (noch) nicht, sich auf neue Zahlungsmethoden einzulassen, da diese nicht genügend Vorteile mit sich bringen. Weiterhin ist Bitcoin ein Projekt, welches momentan noch einem stetigen Wandel unterliegt. So wurde am 10.07.2013 bekanntgegeben, dass die Bitcoin-Börse Bitcoin.de zukünftig mit der Fidor-Bank zusammenarbeiten will, um die Bitcoin-Transaktionen deutlich zu beschleunigen (vgl. [21]), was der Debatte, wie Bitcoin in Zukunft existieren soll, „neuen Schwung“ gab.

6 Literatur

[1] Androulaki, E; Karame, GO; Roeschlin, M (o.J.): Evaluating User Privacy in Bitcoin. http://eprint.iacr.org/2012/596.pdf. Abgerufen am 07.07.2013.

[2] Anonymer Autor in Next (1999): How DigiCash Blew Everything. http://cryptome.org/jya/digicrash.htm. Abgerufen am 14.07.2013.

[3] Barber, S; Boyen, X; Shi, E; Uzun, E (2012): Bitter to Better - How to Make Bitcoin a Better Currency. University of California. http://eprint.iacr.org/2012/596.pdf. Abgerufen am 16.07.2013.

[4] BBC News (2010): Wikileaks' Visa payments suspended. http://www.bbc.co.uk/news/business-11938320 Abgerufen am 14.07.2013.

[5] Bedner, M; Ackermann, T (2010): Schutzziele der IT-Sicherheit. In: Datenschutz und Datensicherheit. Heftnummer 5: 323-328.

[6] Bitcoin Wiki , Wie teilbar sind Bitcoins?. https://de.bitcoin.it/wiki/FAQ#Wie_funktioniert_das_Halbieren.2C_wenn_die_Zahl_sehr_klein_wird.3F. Abgerufen am 16.07.2013.

[7] Brockhaus - Die Enzyklopädie (1999) 20. Auflage. Brockhaus, Leipzig [u.a.].

[8] Bronleewe, D.A (2011): Bitcoin NFC. Faculty of the Graduate School of the University of Texas at Austin. https://david.bronleewe.net/bitcoin-nfc/bitcoin-nfc.pdf. Abgerufen am 04.07.2013.

[9] Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2011): Merkblatt - Hinweise zu dem Gesetz über die Beaufsichtigung von Zahlungsdiensten. http://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/Merkblatt/mb_111222_zag.html. Abgerufen am 10.07.2013.

[10] Calvery, SJ (2013): The Virtual Economy: Potential, Perplexities and Promises. United States Institute of Peace. http://www.fincen.gov/news_room/speech/pdf/20130613.pdf. Abgerufen am 20.06.2013.

[11] Cap, CH (2012): Bitcoin – das Open-Source-Geld. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 283/2012: 84-93.

[12] Caspers, R (2002): Zahlungsbilanz und Wechselkurse. Oldenbourg, München.

[13] Dannenberg, M; Ulrich, A (2004): E-Payment und E-Billing - Elektronische Bezahlsysteme für Mobilfunk und Internet. 1. Auflage. Gabler Verlag, Wiesbaden.

[14] Dombret, B (2008): Zahlungssysteme im Internet - Marktüberblick und Perspektiven. Books on Demand, Norderstedt.

[15] Dornbusch, R (2003): Makroökonomik. 8. Auflage. Oldenbourg, München.

[16] Eckert, C (2013): IT-Sicherheit. Konzepte - Verfahren - Protokolle. 8. aktualisierte und korrigierte Auflage. Oldenbourg, München.

[17] Europäische Zentralbank (2013): Monatsbericht Mai. http://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Downloads/Veroeffentlichungen/EZB_Monatsberichte/2013/2013_05_ezb_mb.pdf?__blob=publicationFile. Abgerufen am 20.06.2013.

[18] Güring, P; Grigg, I (2011): Bitcoin & Gresham's Law - the economic inevitability of Collapse. http://iang.org/papers/BitcoinBreachesGreshamsLaw.pdf. Abgerufen am 02.07.2013.

[19] Heinrich, A (2012): Easypay-Pleite belastet Händler aus Saarn mit 32.700 Euro. WAZ New Media. http://www.derwesten.de/staedte/muelheim/easypay-pleite-belastet-haendler-aus-saarn-mit-32-700-euro-id6789196.html. Abgerufen am 12.07.2013.

[20] Heise online (2013a): NSA-Überwachungsskandal: PRISM, Tempora und CO. - was bisher geschah. http://www.heise.de/newsticker/meldung/NSA-Ueberwachungsskandal-PRISM-Tempora-und-Co-was-bisher-geschah-1909702.html. Abgerufen am 13.07.2012.

[21] Heise online (2013b): Bitcoin.de kooperiert mit der Fidor-Bank. Verfügbar unter: http://www.heise.de/newsticker/meldung/Bitcoin-de-kooperiert-mit-der-Fidor-Bank-1915408.html. Abgerufen am 18.07.2013.

[22] Heise online (2011): Bitcoin-Diebstahl: Eine halbe Million US-Dollar weg?. Verfügbar unter: http://www.heise.de/open/meldung/Bitcoin-Diebstahl-Eine-halbe-Million-US-Dollar-weg-1261046.html. Abgerufen am 29.07.2013.

[23] Jäger, L (2008): Die Bewertung ausgewählter Zahlungssysteme für den Electronic Commerce. Band 1. Books on Demand, Norderstedt.

[24] Ketterer, KH; Chakam, AF; Heitmann, A; Leibold, K; Stölze, R; Stoborn, K (2002): Internet-Zahlungssysteme aus Dicht der Verbraucher - Ergebnisse der Online-Umfrage IZV5. Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Universität Karlsruhe. http://www.ecckoeln.de/Downloads/Themen/Payment/izv5_final_version.pdf. Abgerufen am 05.07.2013.

[25] Klepper, G (2001): Globalisierung der Weltwirtschaft und Stoffströme. In: Publikationen von Forscherinnen und Forschern des IfW. http://hdl.handle.net/10419/2662. Abgerufen am 26.06.2013.

[26] Krüger, M; Leibold, K; Smasal, D (2008): Internet-Zahlungssysteme aus Sicht der Verbraucher - Ergebnisse der Online-Umfrage IZV9. Lehrstuhl für Geld und Währung Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Universität Karlsruhe.

[27] Lenord, M; Nisbach, T (o J.): Internet-Zahlungssysteme aus Sicht des Dienstleisters. http://www.lenord.net/pdf/Handbuch_ePayment_2002.pdf. Abgerufen am: 23.06.2013.

[28] Lukas, S (1997): Cyber money - Künstliches Geld in Internet und Elektronischen Geldbörsen. Luchterhand, Neuwied [u.a.].

[29] Moore, T; Christin, N (2013): Beware the Middleman: Empirical Analysis of Bitcoin-Exchange Risk. Computer Science & Engineering, Southern Methodist University. http://fc13.ifca.ai/proc/1-2.pdf. Abgerufen am 13.07.2013.

[30] Payment Services Directive Expert Group (2009): PSD - Guidance for the Implementation of the Payment Services Directive. http://www.europeanpaymentscouncil.eu/documents/Brochure-%2024-08-09-PSD-Web.pdf. Abgerufen am 27.06.2013.

[31] Reid, F; Harrigan M (2011): An Analysis of Anonymity in the Bitcoin System. http://arxiv.org/pdf/1107.4524v2.pdf. Abgerufen am 20.06.2013.

[32] Risse, S (2010): Die Inflation kommt - Die besten Strategien, sich davor zu schützen. FinanzBuch-Verlag, München.

[33] Rodenkirchen, S; Krüger, M; Hinrich, JW (2010): Der Internet-Zahlungsverkehr aus Sicht der Händler - Ergebnisse der Umfrage IZH5. Band 23. E-Commerce-Center Handel am Institut für Handelsforschung, Köln.

[34] Ron, D; Shamir, A (2013): Quantitative Analysis of the Full Bitcoin Transaction Graph. Department of Computer Science and Applied Mathematics, Israel. https://bitcoil.co.il/Doublespend.pdf. Abgerufen am 13.07.2013.

[35] Rosenfeld, M (2012): Analysis of hashrate-based double-spending. https://bitcoil.co.il/Doublespend.pdf. Abgerufen am 18.07.2013.

[36] Schuster, R; Eberl, M; Färber, J (1997): Digital Cash - Zahlungssysteme im Internet. Springer. Berlin [u.a.].

[37] Sorge, C; Krohn-Grimberghe, S (2012): Bitcoin: Eine erste Einordnung. Datenschutz Datensicherheit, Heftnummer 7: 479–484. http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11623-012-0164-9. Abgerufen am26.06.2013.

[38] Statista (2013): Anzahl der Mobilfunkanschlüsse in Deutschland von 1993 bis zum 1. Quartal 2013. http://de.statista.com/statistik/daten/studie/3907/umfrage/mobilfunkanschluesse-in-deutschland/. Abgerufen am10.07.2013.

[39] von Poser, H (2011): Mobiles und elektronisches Bezahlen : Hype oder ernstzunehmende Trends? Banking and information technology. BIT 3/2011: 61-64. https://www.ppi.de/fileadmin/pdf/Pressebelege/BIT_Mobiles_und_elektronisches_Bezahlen_03.12.pdf. Abgerufen am 04.06.2013.

[40] Woll, A (2008): Wirtschaftslexikon. 10. Auflage. Oldenburg, München.

Disconnected Query Evaluation and Proactive Caching in Distributed Mobile Recommender Systems

Frederik Leonhardt

Saarland University, Campus, 66123 Saarbrücken, E-Mail: frederik.leonhardt@stud.uni-saarland.de

Andreas Emrich

German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Institute for Information Systems (IWi), Stuhlsatzenhausweg 3, 66123 Saarbrücken, E-Mail: andreas.emrich@dfki.de

Alexandra Theobalt

German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Institute for Information Systems (IWi), Stuhlsatzenhausweg 3, 66123 Saarbrücken, E-Mail: alexandra.theobalt@dfki.de

Peter Loos

German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Institute for Information Systems (IWi), Stuhlsatzenhausweg 3, 66123 Saarbrücken, E-Mail: peter.loos@dfki.de

Abstract

A slow or unavailable internet connectivity in remote scenarios with possibly poor network availability forces permanently available mobile recommender systems to utilise disconnected query evaluation and proactive caching. The need emerges to design robust systems, which can deliver reliable results even without existing internet connectivity. This paper will demonstrate an efficient approach for proactive caching and disconnected query evaluation to support a mobile recommender system in monitoring critical local data of its users in real-time. A use case scenario to support in-training recommendations bound to vital parameters of the trainees is shown, and finally performance metrics are discussed for the caching and recommendation mechanisms.

1 Introduction

With the increasing popularity of mobile services and recommender systems more and more people use them on a daily basis. This leads to scenarios in which users rely on the availability of such services even in critical situations at places not covered by internet connectivity, e.g. when pursuing recreational activities in forest areas and national parks. Permanently available mobile recommender systems aim to support users in such situations by delivering recommendations with reasonable quality.

Recent approaches on mobile caching have concentrated on low-level optimization like minimising down- and uplink traffic between server and clients [19], [16] and simple time-based cache invalidation [7], whereas latter work explores more sophisticated cache replacement strategies incorporating location information and other criteria, which are evaluated by the use of arbitrary functions to determine candidates for cache eviction.

This paper presents cache invalidation and replacement strategies suitable for disconnected query evaluation in a mobile, distributed recommender system. In this scenario, a mobile client needs to recommend data items based on its local cache, which might contain stale data since no connection to the server has been available for a certain period of time. The first goal of this work is to find a way to accurately and eagerly cache items while a server connection is available, which then can be accessed by the client to generate recommendations. The second goal is to minimise the quality loss of query responses caused by stale items.

Users in mobile environments often query for location-dependent information, and mobile recommender systems need not only to incorporate user profiling information, but also location-dependent context information to provide useful feedback. To support the system, context processing can be backed by one or more specific ontology domain models [6].

This work applies the design science methodology [4] and presents an innovative artefact based on the review of existing literature in the related areas of caching and disconnected query evaluation. In the course of this paper the author describes the design and implementation of a proof-of-concept solution for a disconnected mobile recommender system.

The rest of the paper is organised as follows: Section 2 contains a review of related work in the areas of caching and mobile recommendation. Requirements arising for our approach are discussed in Section 3 Section 4 describes the architectural decisions and Section 5 the implementation of a proof-of-concept prototype. The results of an evaluation on cache performance are presented in Section 6. Section 7 concludes the paper and discusses possible future work on this topic.

2 Related Work

In the following different approaches for cache retrieval, replacement and invalidation are discussed with respect to their suitability for mobile, location-dependent data and their applicability to distributed and offline recommendations.

2.1 Cache Retrieval Strategies

To perform offline query evaluations, complex data objects need to be cached on the mobile client. A standard approach used to describe which values should be cached is based on the concept of *Cache Groups* [11]. They can be organised in object structures, but don't necessarily need to reflect whole

data objects. A hybrid caching approach, where only certain values of objects are cached can be useful to maintain a small cache size [12]. Values defined by the cache groups are always fetched and stored together. By utilising cache groups the performance of a database can be increased [3].

While cache groups help to fetch all related data in chunks, they lack intelligent data prefetching and proactive caching capabilities. In mobile environments such prefetching decisions can be made based on location-aware, semantic caching strategies. They usually utilise factors like the movement direction of the user, distance to the data object, and the data object's valid scope. Chim et al. propose a model with viewer and object scopes and a movement direction prediction. Based on this model they evaluate a prefetching mechanisms for objects in virtual environments, which proves to be performance effective [13]. Chan et al. utilise a mobile ad hoc network to make movement predictions by determining the probability and length of a stay in a given valid scope [1].

2.2 Cache Replacement Strategies

A cache typically has a maximum capacity, and upon reaching this limit existing values have to be evicted from the cache before new values can be stored. The algorithm used for the selection of eviction candidates is referred to as *Cache Replacement Strategy*. Those strategies are usually optimised for minimal cache-miss or maximal cache consistency. Existing cache replacement approaches for mobile environments consider not only server-side constraints, but also heuristics like network delay and anticipated access times [9], [18]. Additionally location-aware cache replacement strategies have been described.

Plenty of temporal cache replacement strategies exist, mostly designed for the caching needs of WWW data and stationary clients. They include traditional policies like *LRU*, *LFU* and *LRU-k*, which assume that recently accessed items have a high probability of being accessed again and frequently accessed items will also be retrieved often in the future [7], [18], [20]. Other approaches use access probability and broadcast frequency like *PIX*, access history and retrieval delay like *Gray* or are using an "optimal" strategy like *Min-SAUD*, which in practice turned out to depend too much on heuristics [10]. Those assumptions do not hold up for mobile clients without restrictions as they tend to show a strong relation to location-based queries [9], [18] as location-based services are becoming more and more popular [20].

In response to this development several mobility-aware cache replacement have been proposed. One of the earliest strategies is *FAR (Furthest Away Replacement)*, where data objects are partitioned in two sets based on the movement direction of the client. Items not in the direction of movement are always evicted first [9]. The *PA (Probability Area)* strategy tries to combine temporal and spatial data by taking into account valid scopes of objects (i.e. spatial areas, in which objects are valid) and their access probability [9]. Zheng et al. propose a location-dependent cache replacement strategy named *PAID(-U/-D)*, which adds data distance, valid scope and movement direction to the calculation of the access probability of an area.

All those strategies come with a common weak point: They either exclusively consider temporal or location-based data, or a combination thereof. Other important factors are not weighted into the equation, like the cost of retrieving an item over a wireless channel [18]. Lai et al. propose *MARS*, a cost-based mobility-aware replacement scheme which proves to be efficient [18]. The *SMaC* approach is optimised to cache map tiles by utilising two separate temporal strategies (LRU and LFU) on super-tiles containing adjacent map tiles [20], which outperforms a pure LRU strategy due to the knowledge of the tile structure and the assumption that adjacent tiles have a higher probability of being visited.

2.3 Distributed Recommendations

Distributed recommendations can be divided in two categories: Those with partial query evaluation on the client and those with offline evaluation on the client. Hu et al. propose a system for partial query evaluations for spatial queries in mobile environments [16]. First, the client executes a query based on a cached index. If necessary, a *remainder query (RQ)* is submitted to the server for additional evaluation. This approach is combined with a semantic, proactive caching strategy. In the case of no RQ the approach can be seen as a disconnected query evaluation, since no server connection is necessary and the caching strategy provides the system with sufficient data [16].

3 Requirements

As the discussion of related work has shown, none of these approaches offer a consistent solution for the depicted problem space. It has shown that a variety of cache replacement strategies already exist, but that location-based strategies are often tightly associated to their use case. Some cell-based strategies for the use in mobile cellular networks or ad hoc networks have been proven very efficient in those areas [8]. However, existing solutions only have limited use in proactively caching data items, since they assume to have a mostly steady connection to the backend server. To make an optimal selection of location-dependent caching items, several location forecasting models have been discussed. They generally use heuristics to determine the probability of a user entering a certain spatial area and can be extended to fit our use case (cf. Section 5). Cache groups can help to fetch all related values of a "recommendation" item, but reduce the overall item size by omitting uninteresting data.

An offline recommendation scenario can only be beneficial for the user if the mobile engine is able to exploit real-time data which cannot be transferred to a server easily. For example, this applies for vital data produced by sports equipment like heart rate and ECG. Such sensors are gathering data several hundred times a second (e.g. an ECG sampling frequency of 1000 Hz as described in [21]) and often only a slow mobile connection or no connection at all is available on-the-go.

This leads to the requirement of a server-backed, but yet independent mobile recommendation engine (*R1*), which can select interesting data items through a combination of forecasting models and proactive caching (*R2*).

- **R1:** Design of an offline recommendation engine to perform evaluations based on pre-cached items and live sensor data.
- **R2:** A proactive caching strategy for interesting location-dependent data items to use with disconnected query evaluations.

Existing work shows that specialised partial evaluations already have been described for spatial queries, where *remainder queries* may be evaluated on the server side. In contrast to this approach, we propose a partial evaluation on the client side. Based on user data, the server sends a partially evaluated query to the client, which then incorporates local and time-critical data like current sensor data. To utilise such partial evaluations, the mobile engine needs to query a backend server occasionally. Therefore a full client-server architecture needs to be developed (*R3*).

For partial query evaluations on the mobile client it is not necessary to preliminarily cache all interesting objects. Through the existing connection data items can be invalidated via regular IR broadcasts. This reduces the risk of decreasing the recommendation quality by resting upon stale values for the query evaluation. In this case an efficient replacement strategy needs to be designed,

which minimises the need of server polls (*R4*). A similar forecasting technique like proposed for *R2* can be used to make an optimal item eviction decision.

- **R3:** Allow a partial evaluation of queries on the mobile device, which requires a client-server architecture.
- **R4:** An efficient location-based cache replacement and invalidation strategy for partial evaluations on the mobile client.

4 Conceptual design

This section describes the conceptual design of the proposed mobile recommendation system. First, the server-client framework connecting mobile devices with a recommendation backend server is presented. Then, the recommendation engine itself is discussed. Two aspects of the engine are specified separately, the mobile and the server component. Finally, the mobile caching approach in our system is described and the used cache invalidation strategy is briefly discussed.

4.1 Server-client architecture

To meet requirement *R3* the system has been designed with a client-server architecture. This allows the server to partly evaluate queries and send the results to the client for further processing. The server maintains the database with all data items, implements a recommendation engine and the cache manager. This allows to perform data mining operations on the collected, historical data, and results thereof can be used by server-side ranking plugins to improve the recommendation quality. The server can send partly evaluated search results to the client, and the cache manager is responsible for proactive updates to the client's cache and invalidation of its entries. The client has a mobile recommendation engine and a local cache. It can perform offline recommendations or complete search results from the server. The caching component can request entities and cache updates from the main database on the server.

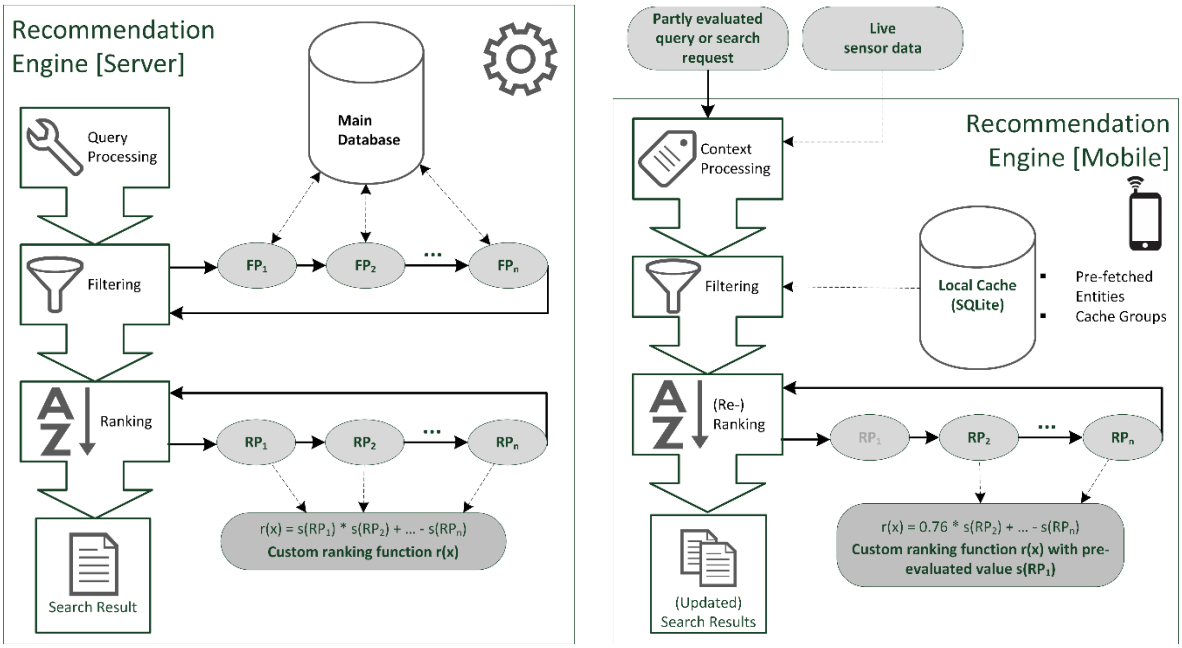


Figure 1: Design of the recommendation engine: (a) server-side engine with fully evaluated query, (b) client-side engine with partly re-evaluated query utilising local cache.

4.2 Recommendation Engine (Server)

Fig. 1(a) depicts the three main parts of the server-side recommendation engine: Query processing, filtering and ranking. They are designed to be modular and each component is extendable by custom plugins. Additionally, the recommendation engine is fully configurable at runtime. This includes any plugins, the ranking function and cache groups. Some background on the server-side framework for context-aware mobile recommendations can be found in [14] and concrete implementations of filter and ranker plugins have been discussed in [15].

The query processor performs tokenising and stemming of search terms and enhances the query with additional semantic data, supported by an ontology domain model. In the filtering step the plugins select a suitable set of object candidates from the database, which then is handed over to the ranking. Every filtering plugin *FP* can extend a criteria query to add additional restraints. The ranking mechanism on the server needs to be designed to support partial evaluations (cf. Section 3, requirement *R3*). This is shown in Fig. 1, where each ranking plugin *RP* contributes to the main ranking function r_T. In the end, a query is either in a completely evaluated state or a partly evaluated state and can be transferred to the client for further processing. The ranking functions are described in detail below.

$$r: T \rightarrow [0,1], t \mapsto s \tag{1}$$

Equation 1 shows the definition of a ranker's function r, which maps a given instance t of object type T to a score s. In the next step this score s is required to be normalised to $[0,1]$, and the ranker is responsible to return such a normalised score.

$$r_T: [0,1]^n \rightarrow R, \vec{s} \mapsto x, \text{with } \vec{s} = (s_{1,} \cdots, s_n)^T \tag{2}$$

Furthermore, the system allows the definition of an arbitrary ranking function $r_T(s_{1,} s_{2,} \cdots, s_n)$ where T is the object type, n the number of rankers, and $s_{1,} \cdots, s_n$ are the individual ranker scores for a given instance t of T. Each object type T may run with its individual ranking function and a set of unique rankers. Eventually r_T is used to calculate an aggregated ranking score for each object t in the ranking pipeline. In Fig. 1 an example is given by a ranking function $r(x)$, which multiplies the first two ranking scores (e.g. for a location-based falloff), then adds the next scores and subtracts the last ranking score.

In case of a disconnected evaluation, the server would populate some of the scores but leave others unassigned. Those unassigned values then can be filled at runtime by the client, e.g. by mobile rankers which take current sensor data into account. This scheme allows computationally intensive calculations and evaluations which need knowledge of exhaustive amounts of data to be performed on the server. This response can be cached by the client and be re-evaluated continuously.

4.3 Recommendation Engine (Client)

Fig. 1(b) depicts the three main parts of the client-side recommendation engine: Context processing, filtering and ranking. Like on the server, the ranking is extendable by custom plugins. But on the client, it needs to support disconnected queries (i.e. offline recommendations) and partial re-evaluations of existing results coming from the server as specified in requirement 1 in chapter 3.

Whenever an evaluation is triggered, the necessary data is collected in the context processing step. It takes either a search request or a partly evaluated result and the current sensor readings. Analogous to the filtering step on the server, a suitable set of object candidates is selected from the local cache for further processing in the ranking plugins. The ranking step is very similar to the server-side in terms of

mathematical processing. But opposed to the server, only ranking plugins eligible for offline evaluation are executed, e.g. an already pre-computed value (by the server) of RP_1 can be seen in Fig. 1(b).

4.4 Mobile Caching

The cache design on the mobile client is just covering the read-only case, we assume the client does not change any recommendation objects. Object updates will only be performed by the server and can be propagated via the cache invalidation strategy. This component is designed to fulfil requirements *R2* and *R4*. Cache updates can either be triggered by client update requests, or proactive updates originating from the server. The cache group definitions are used to extract all required data from the database and to transform the data into the respective cache group format. When configuring the ranking plugins, the developer can define which cache groups need to be available at runtime for a successful execution of the given plugin.

Cache retrieval and replacement strategies are depending on the actual data model and use case and are described separately in Section 5. As pointed out in Section 3 the cache retrieval and replacement policies will be using a similar function to determine cache members and evictions respectively. The function should be configurable and not restricted to time-, access- or location-dependent factors.

The cache invalidation strategy used is a hybrid poll and broadcast-based solution. The mobile recommendation engine accepts a certain amount of stale data in its cache, so it will not wait for an IR to evaluate waiting queries. This is absolutely necessary for the case of offline recommendations, where an IR may not arrive at all. The server sends simple VIR broadcasts in fixed intervals to notify clients of data changes. Additionally, the client may poll for a cache update any time, e.g. when the user decides to initialise the system for offline usage.

5 MENTORbike: A prototypical Proof-of-Concept

The presented approaches are specifically useful in situations that rely on location-dependent, fast-changing contextual data, which have decisive impact on recommendation results. A possible application area includes mobile health monitoring scenarios.

MENTORbike is a system utilising a pedelec (a bicycle where the rider's pedalling is assisted by an electric engine), a wireless body area network (WBAN) of sensors, a smartphone and a web portal to support users with their fitness training [2]. It allows the cyclist to train with a steady heart rate or pedalling power while cycling outdoors instead of using a traditional ergometer in a gym. Additionally it is aimed at helping rehabilitation patients suffering of cardiovascular disease to automatically maintain their vital thresholds (e.g. heart rate) assigned to them by a health professional. Here disconnected query evaluation is crucial: For rehabilitation patients it is important to forecast possible developments of vital parameters according to the route or weather conditions (e.g. "*If you ride up that hill, your heart rate will surpass the defined threshold of 140 BPM"* or "*Temperature will rise by 5°C in the next hour, causing your blood pressure to rise beyond the defined threshold"*).

For the described scenario two recommendation objects are of interest. Firstly the necessary engine power for the next route segments should be recommended. This value mainly depends on the route characteristics, but also personal information like patient classification, heart rate safety limits and training history may influence the support a user needs to receive. Most of the data can be evaluated on the server even before starting the training, but vital sensor data has to be monitored throughout the

usage so that the engine power can be adapted if problems occur. A safety mechanism needs to work even without internet connectivity: If the user overexerts in a rehabilitation environment and the engine cannot balance the strain, the system needs to issue a warning to both the responsible trainer and user.

The second use case describes recommendations of point of interests (POIs) and actual route segments. However, in this paper we concentrate on POI recommendations exclusively. A POI recommendation is highly location-dependent, but also involves profile information of a user (e.g. *"The user likes old castles."*) and time-dependent information (*"The castle can be visited from 10am to 8pm."*). Profile information and time-dependent information can be pre-calculated into a "fit"-score, which is user-dependent and can be cached on the device. The location information then is evaluated on-the-go, as it keeps updating. An approach to suggest routes and POIs for runners has been described in [15], with the drawback of needing a steady internet connection to adapt recommendations for the user.

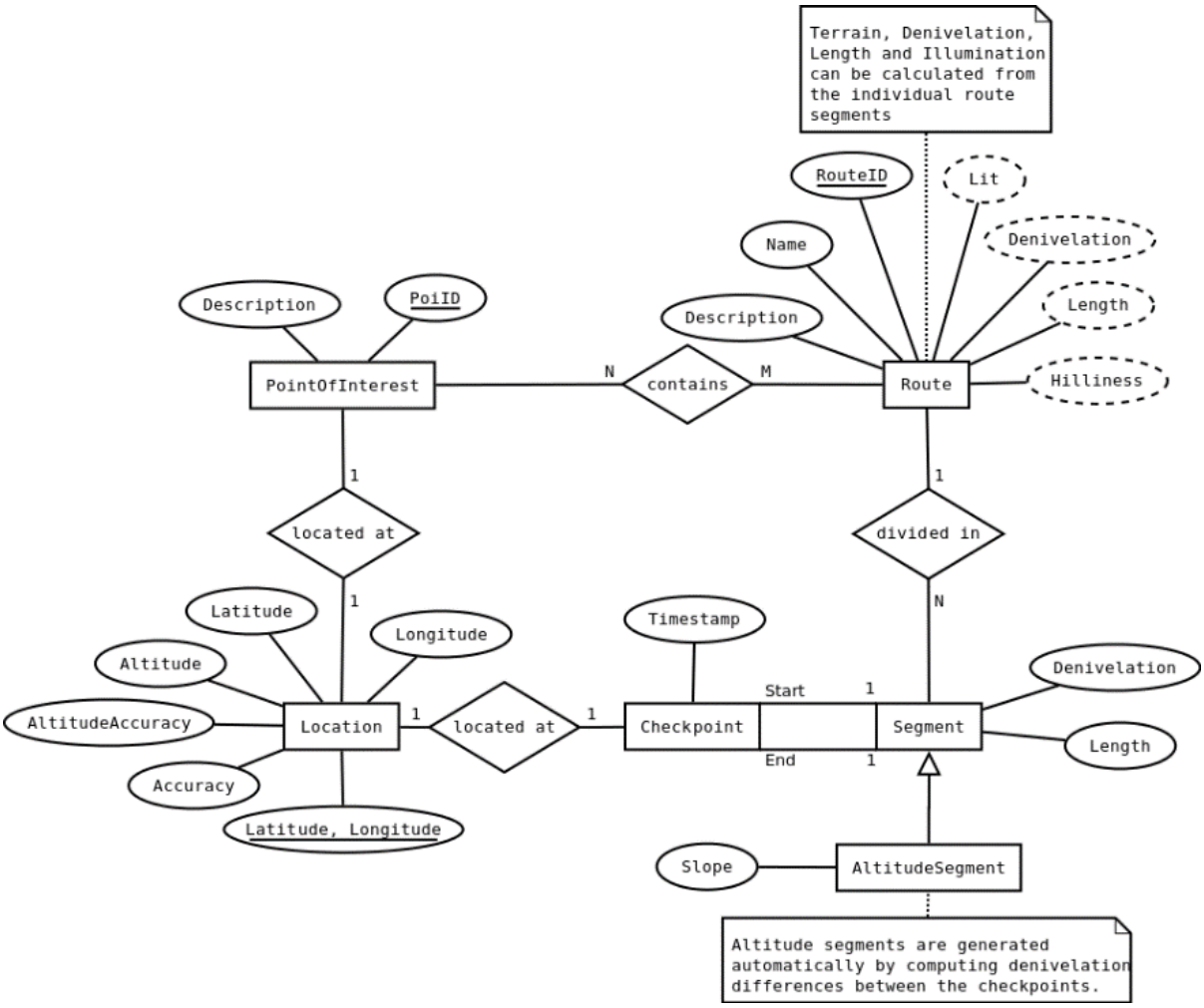


Figure 2: Simplified route data model as ERM

The cache group depicted in Fig. 3 is derived from the route data model in Fig. 2. It simplifies the data model and additionally contains pre-calculated values derived from historical route usage data like heart beat forecast in an altitude segment. This forecast is calculated on the server-side using the exponentially weighted moving average (EWMA) of the last route runs by similarly classified users.

Another pre-computed value is the fit factor of a given point of interest (POI) to a user's interest profile. As those values do not change quickly they can be cached together with the route data. They are used in the local query evaluations on the mobile device to predict the engine power needed for the next route segments and to generate recommendations based on the user's profile respectively.

The cache is fetched at the beginning of a training with an appropriate proactive caching strategy to cover most of the useful objects for future recommendations. As the route information is fixed in the rehabilitation scenario, this makes prefetching of data easy. The user can deviate from the initial route, and objects have to be fetched on-the-go with a more traditional cache replacement strategy. On the one hand, it is planned to utilise semantic knowledge about route characteristics and driving direction for a good forecast, but on the other hand also collaborative filtering methods (e.g. the preferred items of others) and user profile information for the caching strategy.

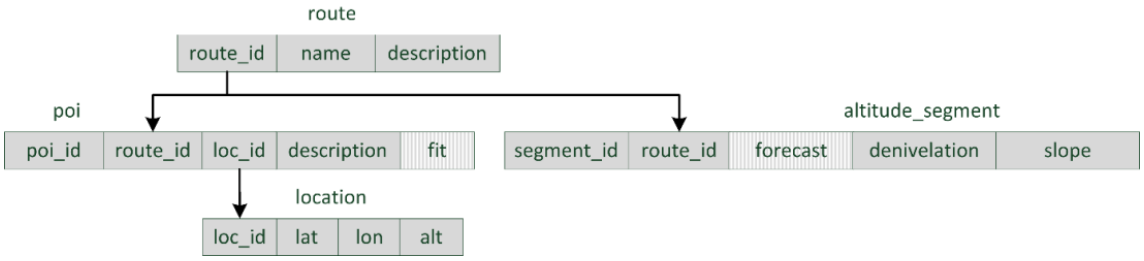


Figure 3: Cache group for routes, striped attributes are personalised and pre-calculated by the server

6 Evaluation

6.1 Cache Metrics

Traditionally, caching strategies are evaluated by a variety of performance metrics like response delay, cache size, cache hit ratio, false miss rate or caching efficiency [16], [10].

The cache retrieval and replacement strategies developed specifically for the MENTORbike scenario need a thorough evaluation. This can either happen by simulation or experimental tests. For a robust and reproducible test setup a set of tracked route recordings will be used to simulate real system usage. Together with a set of point of interests this allows an evaluation of the proposed cache replacement strategy for POIs.

The *cache hit ratio (CHR)* is defined as the number of requests retrieving a value from the cache successfully divided by the total number of requests, which yields in the percentage of requests hitting the cache. A higher value denotes a better result.

$$\mathrm{CHR} = \frac{n_{\mathrm{hit}}}{n_{\mathrm{total}}} \tag{3}$$

The *cache size (CS)* definition is straightforward. A lower value denotes a better result. Caching evaluations always need the system to be "warmed up", i.e. they should not be performed after a cold start. Usually the system is assumed to be stabilised after 5-10 minutes of continuous usage, or - in case of cache replacement evaluations - when the cache actually is filled, so that items are being replaced.

6.2 Setup and Results

As described in Section 3, an evaluation was carried out by simulating route runs with a pre-recorded route track (GPX). In the course of the evaluation, various combinations of cache prefetching strategies, cache replacement strategies and recommendation strategies have been evaluated in regard to their cache miss rates. The simulation moves the actor's position in discrete steps, and retrieves recommendations on each step. Here the miss rate is calculated (1-CHR) and then the recommended items are put into the cache, while the replacement strategy choses suitable candidates for eviction. When the simulation has finished, i.e. the actor has moved through the complete route, a weighted mean average of the miss rates at all visited locations, weighted by the respective cache sizes, is calculated. The route length is roughly one kilometre (1008 meters) and the layout follows a simple circle track over a university campus. The data base offers 75 POIs, of which 27 are in the direct vicinity (distance <1 km) of the test route. Due to the small number of available POIs, the cache size has been limited to 10 entries. The recommendation strategy recommends five POIs per request. The actor's interests have been configured to match some of the POIs, containing “relax”, “beverage” and “public transit”. The following strategies have been evaluated:

A recommendation strategy gives the user a top-N list of best-recommended objects. The *Simple POI Recommender* just recommends the nearest POIs to the current user's location. The *Context-Aware POI Recommender* issues recommendations based on location and user preferences.

A prefetching strategy is responsible to initially fill the cache with meaningful objects. The *Simple Location-based Prefetching* (Simple Prefetching) fills the initial cache with POIs near the start location, the *Extended Location-based Prefetching* (Extended Prefetching) uses all route checkpoints. The *Context-Aware Prefetching* (C-A Prefetching) tries to make better assumptions about the POIs needed by the user by additionally incorporating the user's interests and POI availability. A replacement or eviction strategy decides which cache entry will be evicted if the cache capacity is reached and a new entry is added. The *Simple Location-based Replacement* (C-AC/SL) just evicts the POI with the biggest distance to the current location. The *Context-Aware Replacement* (C-AC/C-A) uses user interests and date. Additionally, scenarios with a simple *LRU-strategy* are evaluated for comparison. In this case always the oldest cache entry is evicted.

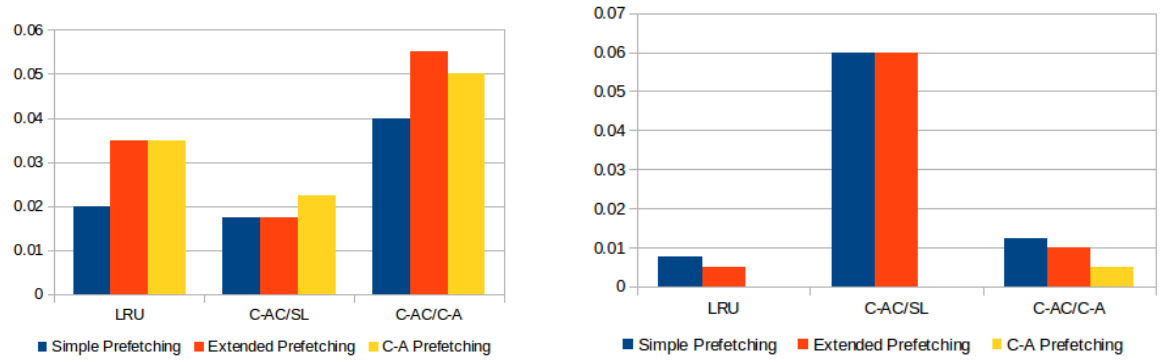


Figure 4: Cache miss rate: (a) simple POI recommender, (b) context-aware POI recommender

Fig. 4(a) shows the results for a simple recommendation strategy only incorporating the user's location. In this case, simple caching strategies like LRU or a simple location-based replacement yield in good results. Once recommendations incorporate more contextual information, more sophisticated cache strategies are necessary. The results for a context-aware recommender shown in Fig. 4(b)

indicate that a simple location-based replacement strategy is not sufficient anymore. The results of LRU and context-aware caching strategies are both very good, although the route layout and the comparatively small number of POIs are beneficial for a LRU strategy - in a non-circle track LRU is assumed to perform significantly worse. Also noteworthy is the good performance of a context-aware prefetching strategy, which benefits from the context-aware recommendation strategy used for this evaluation.

The evaluation has shown that a mobile recommender system profits from caching strategies which use contextual information such as location and user interests to pre-fetch and replace their contents.

7 Conclusion & Outlook

In this paper a novel conceptual approach for a disconnected mobile recommendation engine has been presented. An investigation of existing work in the areas of mobile caching, mobile recommendation and disconnected query evaluation has led to requirements for a reliable, connectivity-independent mobile recommender system. They include an adaptable client-server architecture and an approach to pre-evaluate recommendation queries partly on the server. Furthermore, the review has shown that there are many approaches for efficient mobile caching, and some innovative ideas regarding partial query evaluations. But it also has revealed that no sophisticated system for dependable offline evaluations exists.

Subsequently, based on the requirements derived from related work, such a system was designed conceptionally and a use case scenario has been described. This use case is MENTORbike, where vital data coming from a wireless sensor network needs to be evaluated on-the-fly, even without a connection to the server. Suitable criteria for evaluating the caching strategy have been identified and described in detail. Based on a first prototypical implementation, the evaluation criteria presented in this paper have been applied in a laboratory test environment. This has shown that mobile recommender systems can benefit from context-aware caching strategies. However, the presented approach has some limitations. Similarly to recommender systems, the proposed cache replacement strategy bears a cold start problem since no suitable data is available for precise predictions in the beginning. Keeping in mind the learning phase needed to adapt, a default fall-back replacement strategy should be implemented to cope with the cold start problem.

In the future, a complete implementation of the conceptual design will be realised for the Android mobile platform. Further evaluation will be conducted in form of a field test with real patients in an outdoor scenario with limited internet availability. The focus of this evaluation will concern cache prefetching strategies without cache replacement on the go, taking more contextual information, like predicted and actual sensor data, into account. To improve the caching strategy, future work could investigate a cache replacement strategy based on mobile intention recognition with geo-spatial data like proposed in [17]. Our approach is not restricted to the presented use case, but can be applied to a wide range of generic, mobile applications. With the presented work an important and generic step towards robust offline recommendation systems has been taken, with application scenarios not being restricted to mere training use cases. Also other use cases can benefit from a permanently available recommendation system, for example touristic applications for places where mobile data roaming is not feasible.

8 Acknowledgements

The research in this paper has been funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) within the project MENTORbike (grant ID: 1IS11034).

9 Literature

Journal Articles

[1] E. Chan, Y. Wang, W. Li, and S. Lu, "Movement prediction based cooperative caching for location dependent information service in mobile ad hoc networks," *J. Supercomput.*, vol. 59, no. 1, pp. 297–322, Apr. 2010.

[2] A. Emrich, A. Theobalt, D. Werth, and P. Loos, "Motivation-oriented Mobile Training: A Novel Concept for Rehabilitation and Personal Fitness," *Int. J. Eng. Innov. Technol.*, vol. 3, no. 1, 2013.

[3] T. Härder and A. Bühmann, "Value complete, column complete, predicate complete," *VLDB J.*, vol. 17, no. 4, pp. 805–826, Jan. 2007.

[4] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design science in information systems research," *MIS Q.*, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, 2004.

[5] K. Y. Lai, Z. Tari, and P. Bertok, "An analytical study of cache invalidation algorithms in mobile environments," *Int. J. Pervasive Comput. Commun.*, vol. 2, no. 1, pp. 3–14, 2006.

[6] K. W.-T. Leung, D. L. Lee, and W.-C. Lee, "PMSE: A Personalized Mobile Search Engine," *Knowl. Data Eng.*, vol. 25, no. 4, pp. 820 – 834, 2012.

[7] E. J. O'Neil, P. E. O'Neil, and G. Weikum, "The LRU-K page replacement algorithm for database disk buffering," *ACM SIGMOD Rec.*, vol. 22, no. 2, pp. 297–306, Jun. 1993.

[8] J. Xu, X. Tang, and D. L. Lee, "Performance analysis of location-dependent cache invalidation schemes for mobile environments," *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 15, no. 2, pp. 474–488, Mar. 2003.

[9] L. Yin, G. Cao, and Y. Cai, "A generalized target-driven cache replacement policy for mobile environments," *J. Parallel Distrib. Comput.*, vol. 65, no. 5, pp. 583–594, May 2005.

[10] B. Zheng, J. Xu, and D. L. Lee, "Cache Invalidation and Replacement Strategies for Location-Dependent Data in Mobile Environments," *IEEE Trans. Comput.*, vol. 51, no. 10, pp. 1141–1153, 2002.

Conference Articles

[11] A. Bühmann and T. Härder, "Making the Most of Cache Groups," in *12th International Conference on Database Systems for Advanced Applications*, 2007, pp. 349–360.

[12] B. Y. Chan, A. Si, and H. V. Leong, "Cache management for mobile databases: design and evaluation," in *14th International Conference on Data Engineering*, 1998, pp. 54–63.

[13] J. H. P. Chim, M. Green, R. W. H. Lau, H. V. Leong, and A. Si, "On Caching and Prefetching of Virtual Objects in Distributed Virtual Environments," in *Proc. of the sixth ACM international conference on Multimedia*, 1998, pp. 171–180.

[14] A. Emrich, A. Chapko, and D. Werth, “Context-aware Recommendations on Mobile Services: The m:Ciudad Approach,” in *Smart Sensing and Context. European Conference on Smart Sensing and Context (EuroSSC-2009)*, 2009, pp. 107–120.

[15] A. Emrich, A. Theobalt, F. Leonhardt, S. Knoch, D. Werth, and P. Loos, “A Pervasive Mobile Assistance System for Health and Fitness Scenarios,” in *47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-47)*, 2014.

[16] H. Hu, J. Xu, W. S. Wong, B. Zheng, D. L. Lee, and W.-C. Lee, “Proactive Caching for Spatial Queries in Mobile Environments,” in *21st International Conference on Data Engineering (ICDE’05)*, 2005, pp. 403–414.

[17] P. Kiefer and K. Stein, “A Framework for Mobile Intention Recognition in Spatially Structured Environments,” in *Proc. of the 2nd Workshop on Behavior Monitoring and Interpretation*, 2008, pp. 28–41.

[18] K. Y. Lai, Z. Tari, and P. Bertok, “Cost efficient broadcast based cache invalidation for mobile environments,” in *Proc. of the 2003 ACM Symposium On Applied Computing*, 2003, pp. 871–877.

[19] K. Y. Lai, Z. Tari, and P. Bertok, “Location-aware cache replacement for mobile environments,” *IEEE Glob. Telecommun. Conf. 2004. GLOBECOM ’04.*, vol. 6, pp. 3441–3447, 2004.

[20] G. Pelosi and G. Psaila, “SMaC: Spatial Map Caching Technique for Mobile Devices,” in *Proc. of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*, 2010, pp. 1829–1830.

Online Articles

[21] Zephyr Technology, “Zephyr BioHarness 3 Datasheet,” 2012. [Online]. Available: http://www.zephyranywhere.com/media/pdf/BioHarness_3_User_Manual-FCC2012-SEP-12.pdf.

Federated Enterprise Architecture Model Management: Collaborative Model Merging for Repositories with Loosely Coupled Schema and Data

Björn Kirschner

TU München, 85748 Garching, E-Mail: kirschne@in.tum.de

Sascha Roth

TU München, 85748 Garching, E-Mail: roth@tum.de

Abstract

Enterprise Architecture (EA) management seeks for a mutual alignment of business and IT in order to respond to environment changes adequately, e.g. to globalized markets or new technologies. An EA endeavor commonly starts by documenting the current state of the EA in a model. Recent research shows that as of today, EA documentation is time consuming and still regarded highly error prone. Automated EA documentation intends to optimize this crucial step in an EA endeavor. Key to an automated EA documentation is to utilize existing models from operative IT as information sources for EA management, i.e. different models are integrated into an EA model building the topological structure of a federation. In contrast to other disciplines such as software merging or federated database management systems, in many cases user intervention is required to merge EA models in a long-lasting decision process. In this paper, we present ModelGlue, a holistic design for federated EA model management. Our design embraces a meta-meta model, merge facilities, and collaboration support. Through lose coupling of data and schema, the implementation of ModelGlue is more conflict tolerant than other meta modeling platforms. That is, it offers the necessary degree of freedom to serve as a foundation for model integration and collaborative resolution of inconsistencies. For model integration we stress the role of an n-way merge and advocate collaborative as well as configurable conflict resolution strategies.

1 Introduction and Initial Design Considerations Towards Federated EA Model Management

In the last decades, the role of IT has shifted from a mere supporting function through its enabling capabilities towards a game-changing asset of an enterprise. As IT has gained momentum, its management became crucial to successful project execution [22]. Until that time, projects have been executed in a cost-efficient manner limited by the project's horizon. Since every project focused on itself, a holistic management of IT as a whole has been missing for a long time. Consequently, IT has gained complexity and is often considered a substantial part of risk assessment in the course of enterprise transformations. As a reaction, IT management and respective governance mechanisms took place in organizations. Enterprise Architecture (EA) management seeks to align both business and IT in order to increase flexibility in today's constantly changing environment [22]. Information about an EA is often regarded complex such that specialized EA tools facilitate the respective documentation. As EA management is a young discipline, a plethora of EA tools has emerged [2],[10] in the market over the past decade. Most of these tools are based on an extensible[1] information model. Despite the variety of tools, EA documentation is still regarded very time consuming and error prone. In our recent research, we report on automated EA documentation approaches [15]. The core idea of automated EA documentation is to employ different models distributed in an enterprise to extract respective EA information from runtime models to put it in a central repository; hence, a federated model environment. We assume that due to different terminology, structures, and technology the initial mapping of different information sources to a central EA repository has to be done manually. However, these information sources as well as their models and meta models evolve over time.

Our long-term research objective is to provide means to manage federated models using a central system for their synchronization and maintenance coordination. In the course of synchronization within this federated model environment conflicts are likely to occur. Since we assume an initial mapping between relevant entities of information sources to the central EA repository, changing models (schema as well as data) of information sources and EA repository can be consolidated using an n-way model merge of both schema and data. To resolve conflicts we proposed a conflict resolution process in our recent work [17]. In this work, we continue our efforts towards a federated EA model management. The core idea is to employ tasks and visual means to resolve model conflicts. Thereto, role concepts and conflict visualizations as well as n-way model merges are employed. Next to this high-level design of our solution, we will present a meta-meta model detailing our design of a centralized EA repository in a federated model environment (cf. Figure 1). In line with Di Iorio [5] we advocate a liberal approach to constraint violations. That means we tolerate conflicts on schema, data, and mutual changes of schema and data influencing each other. Against above considerations we conclude to the following research question:

> *How to perform an n-way model merge in a central repository of a federated model environment with loosely coupled schema and data in a collaborative fashion?*

The reminder of the paper is structured as follows: In the next section, we define our notion of federated EA model management. We then give a brief overview of relevant related work. Subsequently, we introduce a meta-meta model as basis for an algorithm design applying an n-way merge of models. Thereby, we focus on an optimistic resolution strategy and the involvement of stakeholders to resolve conflicts between EA models.

[1] Although the flexibility of the tools varies, for the purpose of this paper, we assume meta-models can be extended with similarly expressive power.

2 Federated EA Model Management

Figure 1 shows a typical structure of an automated EA documentation endeavor, cf. [3]. Different linguistic communities use models to describe different universes of discourse. To some extend, however, these universes overlap, as do their respective models. Automated EA documentation provides a central EA repository in a federated modeling environment, which interconnects different information sources to gather information more efficiently [8]. Systems are only integrated partially, e.g. information about business applications and their interrelationships are extracted from SAP PI (cf. [3]). Integration ranges from screen scrapers, over application layer integration to data integration. As illustrated, information sources may save data in manifold formats, e.g. SQL databases, Excel files, or even from the cloud. Related concepts are synchronized on a regular basis with the central repository. We assume that each information source has a separated presentation of schema and data at runtime; both might change over time. This applies to the central modeling platform, i.e. the EA repository, as well as to the federated information sources.

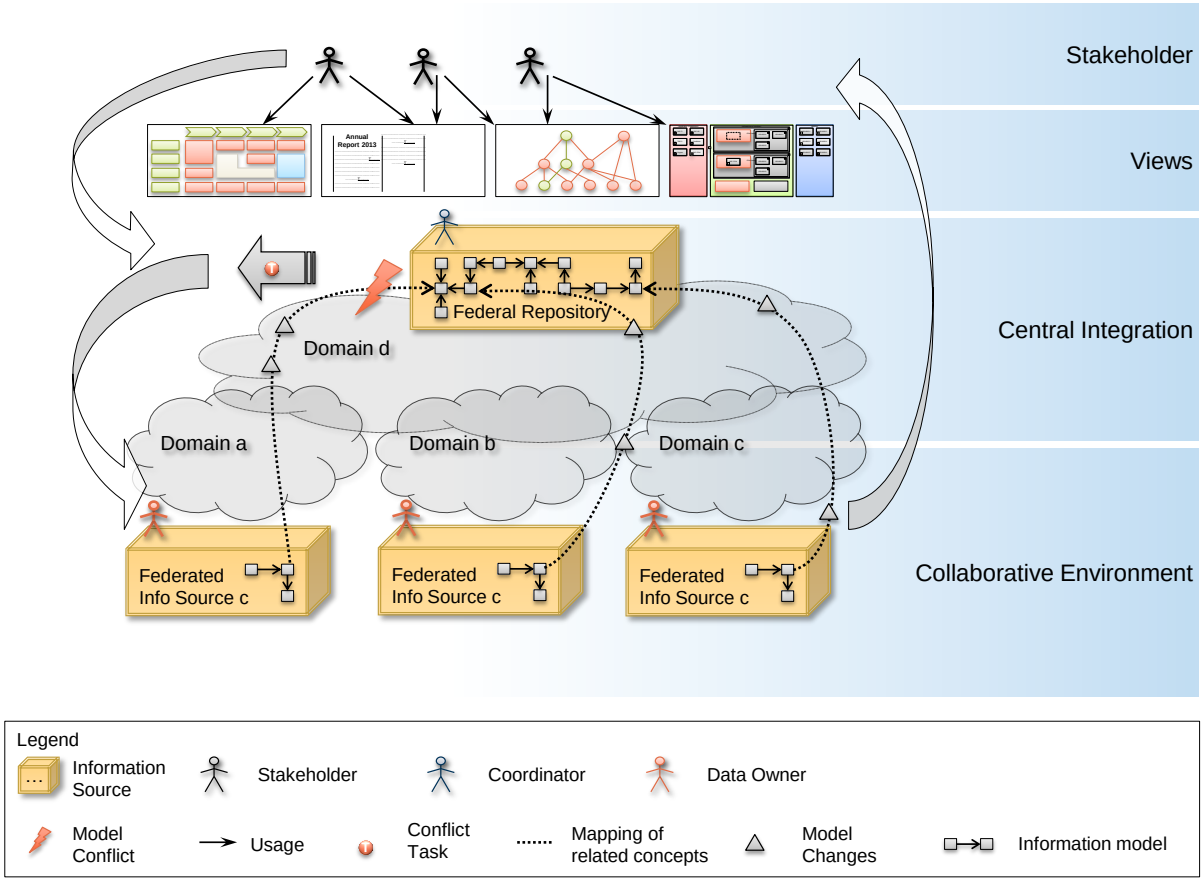


Fig. 1: Conceptual Overview of Federated EA Model Management

3 A Brief Overview of Model Merges in Other Disciplines

Related research is twofold. Some address mere text merging whereas others address the challenge of merging models in the context of model driven software engineering.

Roots of all repository-related functionality for merging are based on textual source code versioning systems. Popular contemporary concurrent versioning systems like Subversion or GIT already offer

conflict identification and merge functionality, but only on a line-based textual level. Models, however, can seldom be expressed solely via a text-based structure [23]. Instead, they are often handled at a graph-based abstraction level. Besides that, Rossini et al. [14] allude to the challenge constraints on model elements pose in the event of a model merge. Model merge can be tackled at different levels of complexity: raw, two-way, and three-way merge [4].

Raw merge refers to a merge of two elements with different context. Due to the different context, conflicts are very unlikely and commonly no or very few conflicts are detected [1].

A two-way merge can help to avoid inconsistencies when two contradictory changes to a single object are made simultaneously. A common strategy is to prioritize changes of one replica over the other. With a two-way approach it is impossible to trace changes back to the common anchor, i.e. the state both versions originate from. If an object exists in only one of the two models under consideration, it is unclear whether this object has just been created in this model or has been deleted in the other model. This add-delete problem arouses need for baseline data or a historical trace of changes [12].

Due to these shortcomings and the need for additional information, most modern tools perform three-way merging. Therefore, the merging algorithm needs to take the common anchor into consideration [1]. With this baseline information, certain situations can be solved automatically. But if both replicas comprise changes of the very same object, merging still requires human intelligence to avoid arbitrary outcome.

To avoid n-1 pairwise two-way merges when reconciling views of multiple (more than two) stakeholders, Rubin [18] even motivates the need for n-way merging algorithms and introduces a formal framework for this purpose. While common approaches operate on pairs of elements from distinct models, the n-way solutions considers n-tuples of elements [18].

Spanoudakis and Zisman [20] and Finkelstein et al. [7] mention the idea that inconsistencies do not necessarily pose disadvantages. Instead, they can help to create awareness for aspects of the system which possibly need to be refined [5],[13]. Especially Wieland et al. [23] report on turning conflicts into collaboration. In software development, the developer should immediately resolve version conflicts and is in charge to resolve conflicts solely. In contrast, models that are used for knowledge management often incorporate information that may capture concepts in a more informal manner. In EA management, it is essential to develop a common language with the stakeholders and thus conflicts must be 1) tolerated and 2) resolved collaboratively. Wieland et al. [23] use annotations to store model actions of different parties. These can be reviewed and applied to the model as a common understanding thereof evolves via additional communication among stakeholders. At an abstract level, Schmidt et al. [19] take a similar approach. Several publications, e.g. [21], detail the detection and resolution of model conflicts. In contrast to above mentioned approaches we focus on the domain of EA management and propose a solution for separately evolving schemata and data, i.e. to merge co-evolved EA models.

Common EA management tools on the market only provide model-transformation functionality on schema level. They fall short when considering schema and data as a whole. As we reported in e.g. [16] and [17], to our best knowledge, only very few researchers address conflicts in EA models.

4 The Meta-meta Model

Figure 3 shows a meta-meta model for a repository realizing a loosely coupled schema (EA information model) and data (EA model). In the following, we detail our model with respect to the

application domain of EA management. The model element has a unique identifier (uid) and an original identifier (oid). When an existing model element is replicated, i.e. a branch is created, copied elements get a new uid whereas the oid stays as-is. As illustrated in Figure 2, the oid marks the common anchor for branches of models and is precondition for our approach to an n-way merge.

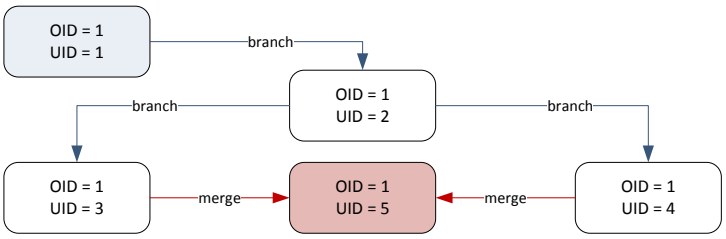


Fig. 2: Original identifier (oid) behavior after branch and merge operations

We separate between objects, attributes, and respective definitions. This realizes the aforementioned loosely coupled schema (object and attribute definitions) and data (object, attribute, and value).

Similar to Farwick et al. [6], roles are attached to a model element in a threefold manner, realizing a fine-grained access control. In addition to explicit read and write access, responsibility is captured as well. Roles may be grouped such that a role can be either a single person or an entire group, possibly with subgroups. In an EA model, it should be possible to define concepts, i.e. models or objects, for which a partially shared responsibility in terms of fine-grained responsibilities is necessary. For example, an object with object definition ‘application’ may have attributes ‘uptime’ and ‘service level’. An instance of such an application, e.g. SAP CRM, has an application owner assigned to it as responsible role for this object. For maintenance, however, responsibility of the attribute ‘uptime’ is

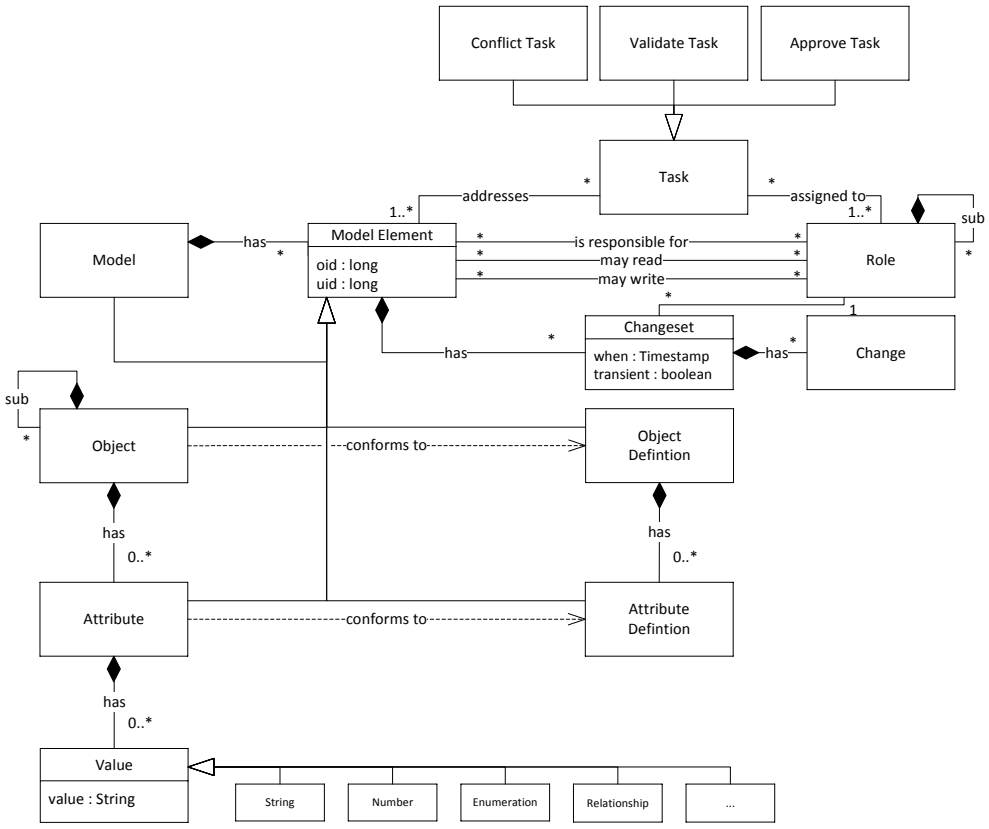


Fig. 3: Conceptual meta-meta model of an EA repository

delegated to the respective system administrator since this role is also responsible for installing patches, etc. When the attribute ‘service level’ of an ‘application’ is switched from value ‘gold’ to ‘silver’, the responsible role assigned to the value ‘gold’ has to be informed. In contrast to Neubert [13] and through the introduction of the model element, we define access rights and responsibilities on instance level for models, objects, attributes, and values and on schema level for object definitions and attribute definitions. Again, this offers a fine-grained access control as well as more precision when modeling responsibilities.

In line with Neubert [13], our approach offers flexibility, as attributes may or may not conform to an attribute definition. Due to a separation of the concepts attribute, attribute definition and value, end users are allowed to store a value that does not conform to its attribute definition. This is perceived as a larger degree of freedom in an early modeling phase [11]. Inconsistent states of the model in terms of conformance to the respective definitions are thus tolerated by the model and end users may maintain attributes regardless of type conformance. This fosters a bottom-up approach as described in [13]. Neubert calls the explicit specification of an attribute type within an attribute definition type constraint. By default, end users may add attributes relevant for their particular purposes without any attribute definition. These are called free attributes. In the EA domain, a so-called EA repository manager may add an attribute definition based on the frequency an attribute has been used within a model.

We introduce the notion of tasks to semi-automate the model maintenance within our system in order to foster model consistency during model evolution. Thereto, we exploit the access concept of a model element to implement specialized model maintenance tasks. We distinguish between *conflict*, *approve*, and *validate* tasks.

Conflict tasks are created, whenever changes in two or more elements cannot be resolved automatically. One or more responsible end users then will have to decide between them. An example for such a case would be two users having changed the same attribute *a* of an object, such that the value of *a* in branch one differs from the value of *a* in the other branch. As the merge algorithm cannot resolve this situation, a conflict task is triggered to notify the users involved and facilitate a collaborative, manual solution.

Approve tasks allow responsible users to reconfirm conflicting delete actions, which potentially impact the EA model considerably. The distinction between conflict and approve tasks bases on the reasoning that the latter always comprises a delete operation as the dominant change. Approving or disapproving this delete action poses the main objective of the task. For instance an enterprise architect might have deleted an object of the type ‘Apache web server’, while in another branch someone added an attribute called ‘next planned maintenance’ to this object. Merging these two branches raises the question of whether to keep the ‘Apache web server’ object (with the new attribute) or approve its deletion and discard the attribute changes. The attribute change is called non-dominant, as it cannot be applied without first deciding on whether or not to approve of the deletion change. Applying the attribute change requires that the object exists, i.e. the delete action must be disapproved if the attribute change should be applied.

Validate tasks try to detect situations where changes of one user might entail an unintended alteration of the semantics modeled by another user and thus distort the resulting EA model. These tasks allow a specified role (e.g. all writers) to review the changes and possibly correct the semantics of the EA model. A scenario therefor would be one architect modeling a use-relationship from an application object to an object of type ‘server’, whose parent relationship classifies it as ‘back-end server’. As

another user moves this server from the ‘back-end server’ into the ‘front-end server’ domain in the other branch, it remains unclear whether the application object should still use the server under these semantically new circumstances. In contrast to a conflict task, both changes could be applied here (assuming that no additional constraints had been modeled).

Changesets of a model element are used to keep track of recent changes with the respective role that initiated them. Possible model conflicts are stored within a task including the respective model element, which has access to transient changesets[2].

5 N-way Merge of Co-Evolving Enterprise Architecture Models

Based on the concepts outlined above, we introduce an algorithm to merge models and detect conflicts. The algorithm in Figure 4 illustrates an n-way merge for models based on the meta-meta model illustrated in Figure 3. It returns a list of tasks for each task type (conflict, approve, validate) when given a list of models to merge. These resulting lists comprise the key, i.e. the uid of the focal model element, the common anchor, and a list of conflicting changesets.

Lines 6-9: The algorithm first collects all changesets added after baseline time t_b. Note that the *modelElement* is identified using the oid, i.e. the common anchor. For the sake of brevity, we denote the *modelElement* of a changeset in the following with *c.e*.

Lines 11-22: In a second step, operations taken in different models get consolidated. Thereto all operations performed in the different models must be taken into account.

Line 12: In contrast to text merging, model differences and mutually influencing factors could potentially be distributed. Conflicts may arise between model elements, which are connected via a relationship, e.g. one element contains a reference to another one. As our model requires elements of the same type bearing unambiguous names, the loop must search for these cases as well. Furthermore, links between schema and data need to be considered. For instance, objects could be created already specifying a type without the existence of a type definition. In our repository (cf. Figure 3) the type of an object can be specified using a string. A look-up of an object definition that is named after this string realizes the loose coupling between schema (object definition) and data (object); we apply the same mechanism to attributes and respective definitions. In the event of a concurrent creation of an object definition and an object in different model branches, a mapping of object to object definition takes place implicitly. Given different modelers perform these actions, it cannot be guaranteed that the resulting conformance mapping and respective semantics are intended.

Line 13: A matrix with the four dimensions c_1*.type,* c_1*.operation,* c_2*.type, and* c_2*.operation* stores information about how to classify the conflict. Figure 5 shows the data/data part of the user interface for this conflict classification matrix. Every cell may contain logic assessing relevance and preferred handling of this conflict. A look-up in the conflict classification matrix returns the type of the conflict.

Lines 16-22: We foresee three types of situations during our merge strategy: conflicts, required approvals, and required validations. Depending on the result of the detection routine, changesets are appended to the respective task list. The function *appendChangesetsToTaskList()* guarantees that the newly found conflict between $c_1.e$ and $c_2.e$ will be appended to the list entry of $c_1.e$, if any conflicts related to $c_1.e$ have already been found.

[2] For a detailed description how to save model changes as patches, we refer the interested reader to Kelter et al. [9].

```
     Data: Model M_{1..n}, Baseline Time t_b, Target Model M_t
     Result: Task T_{1..n}
 1:  conflicts ← (key : ∅, value^{t_b} : ∅, value : {∅})
 2:  approve ← (key : ∅, value^{t_b} : ∅, value : {∅})
 3:  validate ← (key : ∅, value^{t_b} : ∅, value : {∅})
 4:  changesets ← {∅}
 5:  // 1. collect operations
 6:  foreach element ∈ M_{1..n} do
 7:      foreach changeset ∈ element do
 8:          if changeset.when > t_b then
 9:              changesets ← changesets ∪ changeset
10:  // 2. consolidate operations
11:  foreach c_1 ∈ changesets do
12:      foreach c_2 ∈ changesets : ∃relationship(c_1.e, c_2.e)
         ∨(c_2.e.type ≡ c_1.e.type ∧ c_2.e.name = c_1.e.name) ∨ c_2.e.instanceof(c_1.e)  do
13:          conf = classificationMatrix[c_1.type][c_1.op][c_2.type][c_2.op]
14:          // Lookup in Conflict Classification Matrix
15:          if conf ≠ ∅ then
16:              switch conf do
17:                  case conflict
18:                      conflicts ← appendChangesetsToTaskList(conflicts, c_1, c_2)
19:                  case approve
20:                      approve ← appendChangesetsToTaskList(approve, c_1, c_2)
21:                  case validate
22:                      validate ← appendChangesetsToTaskList(validate, c_1, c_2)
23:  foreach e ∈ (conflicts.keys ∪ approve.keys ∪ validate.keys) do
24:      foreach c ∈ changesets do
25:          if e ≡ c.modelElement then
26:              changesets.remove(c)
27:  // 3. apply to target model
28:  // 4. check consistency/schema conformance
29:  // 5. user intervention
30:  // 6. create conflict resolution tasks
```

Fig. 4: Merge Algorithm

Lines 23-26: When detection and classification is completed, every changeset involving conflicts will be removed from the list of changsets. Thus, in a subsequent step each non-conflicting change can be applied to the target model automatically.

Before actually conducting a merge, we offer an overview of model changes that will be performed during a merge scenario to the end user. At this point, we first perform a consistency check, which on the one hand employs the loose binding of information model (schema) and model (data) mentioned above and on the other hand checks for possible constraint violations. Subsequently, the end user can review the scenario, modify possible conflict situations, and finally apply the merge. Based on the merge and previously made analysis of conflicts, responsible roles of model elements get notified via tasks (cf. Figure 1).

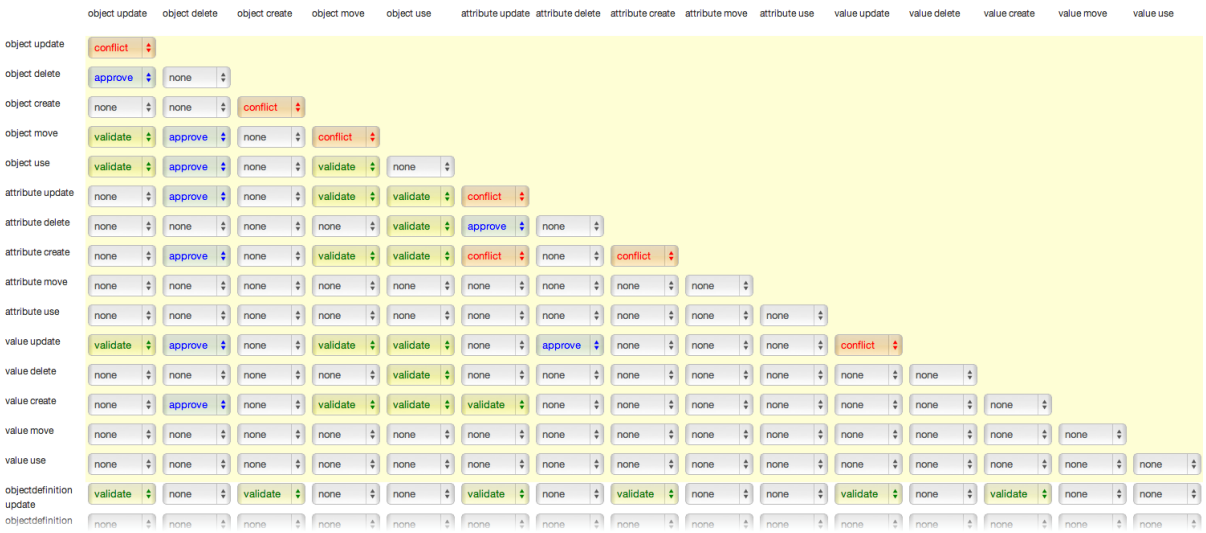


Fig. 5: Conflict Classification Matrix in the ModelGlue tool (data/data part)

Detection and Classification of Conflicts

Whenever a potential conflict is found, the conflict classification matrix (cf. Figure 5) assesses and classifies it and returns the appropriate task type (i.e. conflict, approve, or validate). Apart from these three standard types, ModelGlue offers the option to define custom behavior for every cell using a simple expression language. Figure 5 shows the pre-defined strict detection strategy, which, however, may be customized to allow more tolerant resolution strategies. In the following, the reasoning behind some typical cases will be explained via examples.

Case: create object definition / create object definition: Two users both create an object definition specifying the same name. Our model, however, requires names of object definitions to be unambiguous. As the function cannot decide which object definition to keep, it returns a *conflict*, which can later be solved manually via user involvement.

Case: update object / delete object: User u_1 updates an object while another user u_2 deletes this very object in another branch; note that both objects have the same oid marking a common anchor in their model of origin. Now it is unclear whether the deleting user u_2 would still adhere to his erasure considering the updated information provided by u_1. So an *approve* task is triggered. A person responsible for the object under consideration has to resolve the issue.

Case: move object / create attribute: For instance, an object of type ‘JBOSS application server’ gets redeployed to run an ‘Apache web server’. As one user moves the object into the ‘Apache web server’ container, another one simultaneously adds a new attribute ‘Java version’ to the object, as he is not aware of the change. A responsible role now has to decide whether the updates performed on the object are still valid and sensible within the new context, i.e. if it is sensible and necessary to store the ‘Java version’ under the new ‘Apache web server’ context. Hence, a *validate* task is returned.

Case: create value / update attribute: In one branch, a user adds a second value to an attribute whereas in another branch the cardinality of this very attribute gets restricted to 0..1 (‘at most once’). In this case, a *validate* task must ascertain whether to keep the new value or not. This way, we allow a certain degree of inconsistency and thus freedom in early modeling stages, but strive to refine the model quality incrementally by resolving such issues via validate tasks.

Case: update object definition / create attribute: As already mentioned before, our system facilitates loose coupling between schema and data. Therefore object definitions per default allow all objects implementing it to add additional free attributes. Those are attributes which are not specified in the object definition. The property '*allow free attributes*', however, may also be set to *false* in order to force objects to strictly adhere to their object definition. If a user u_1 adds a free attribute to an object not being aware of user u_2 concurrently setting '*allow free attributes*' to false, a *validate* task is triggered to resolve the issue.

6 Conclusions

In this paper we gave an overview of the conceptual design for federated EA model management. The contribution of this paper is a merge algorithm, which detects model conflicts and generates resolution tasks. This algorithm is based on the presented meta-meta model for federated EA model management. In contrast to EAM tools and merge approaches in other disciplines such as model-driven software engineering, we regard schema and data as a whole, addressing potential problems on both levels, schema and data as well as conflicts between them.

The generated tasks provide means to reach consistency in the federation. ModelGlue, the implementation of our approach, employs a repository with loosely coupled schema and data to offer a necessary degree of freedom to discuss conflicts and reach model consistency. We advocate that especially for EA management, in many cases user interaction is essential to resolve complex model conflicts in a long-lasting and highly collaborative process. Particularly schema level conflicts must be resolved by modeling experts closely collaborating with different parties. Often this is crucial for the success of EA management since EA initiatives commonly depend on stakeholder buy-in. In this vein, we favor (temporarily) storing inconsistencies over loosing information. Our vision is to provide means to EA management to reach an eventually consistent state in all models within a federated model environment. As a next step, concepts and implementation of ModelGlue will be evaluated in the industry, assessing relevance, acceptance and technical correctness.

7 References

[1] Barrett, S; Chalin, P; Butler G (2008): Model merging falls short of software engineering needs. *Proc. of the 2nd Workshop on Model-Driven Software Evolutio*n.

[2] Berneaud, M; Buckl, S; Diaz-Fuentes, A; Matthes, F; Monahov, I; Nowobliska, A; Roth, S; Schweda, CM; Weber, U; Zeiner, M (2012): Trends for enterprise architecture management tools survey. Technical report, Technical University Munich.

[3] Buschle, M; Ekstedt, M; Grunow, S; Hauder, M; Matthes, F; Roth, S (2012): Automated enterprise architecture documentation using an enterprise service bus. *Proceedings of in Americas conference on Information Systems (AMCIS)*.

[4] Conradi, R; Westfechtel, B (1998): Version models for software configuration management. ACM Computing Surveys (CSUR) 30(2):232–282.

[5] Di Iorio, A; Draicchio, F; Vitali, F; Zacchiroli, S (2012): Constrained wiki: The wikiway to validating content. *Advances in Human-Computer Interaction*.

[6] Farwick, M; Pasquazzo, W; Breu, R; Schweda, CM; Voges, K; Hanschke, I (2012): A meta-model for automated enterprise architecture model maintenance. In: Chi, CH; Gasevic, D; Heuvel, WJ (editors), *EDOC*, pages 1–10. IEEE.

[7] Finkelstein, ACW; Gabbay, D; Hunter, A; Kramer, J; Nuseibeh, B (1994): Inconsistency handling in multiperspective specifications. IEEE Transactions on Software Engineering, 20(8):569–578.

[8] Hauder, M; Matthes, F; Roth, S (2012): Challenges for automated enterprise architecture documentation. In: Trends in Enterprise Architecture Research and Practice-Driven Research on Enterprise Transformation, pages 21–39. Springer.

[9] Kelter, U; Kehrer, T; Koch, D (2013): Patchen von Modellen. In: Software Engineering 2013.

[10] Matthes, F; Buckl, S; Leitel, J; Schweda, CM (2008): Enterprise Architecture Management Tool Survey 2008. Technical report, Technical University Munich.

[11] Matthes, F; Neubert, C; Steinhoff, A (2011): Hybrid wikis: Empowering users to collaboratively structure information. *Proceedings of the 6th International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT)*.

[12] Mens, T (2002): A state-of-the-art survey on software merging. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 28(5):449–462.

[13] Neubert, C (2012): Facilitating Emergent and Adaptive Information Structures in Enterprise 2.0 Platforms. PhD thesis, Technical University Munich, München, Germany.

[14] Rossini, A; Rutle, A; Mantz, F; Lamo, Y; Wolter, U (2010): Constraint-aware model merging. *Proceedings of NWPT*, pages 31–33.

[15] Roth, S; Hauder, M; Farwick, M; Breu, R; Matthes, F (2013): Enterprise architecture documentation: Current practices and future directions. *11th International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI)*, Leipzig, Germany.

[16] Roth, S; Hauder, M; Matthes, F (2013): Collaborative Evolution of Enterprise Architecture Models at Runtime. *8th International Workshop on Models at Runtime (Models@run.time 2013)*, Miami, USA.

[17] Roth, S; Hauder, M; Matthes, F (2013): Facilitating conflict resolution of models for automated enterprise architecture documentation. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS), 2013*.

[18] Rubin, J; Chechik, M (2013): N-way model merging. *9th joint meeting of the European Software Engineering Conference and the ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering (ESEC/FSE)*.

[19] Schmidt, M; Wenzel, S; Kehrer, T; Kelter, U (2009): History-based merging of models. *Comparison and Versioning of Software Models, 2009. CVSM '09. ICSE Workshop*, pages 13–18.

[20] Spanoudakis, G; Zisman, A (2001): Inconsistency management in software engineering: Survey and open research issues. Handbook of software engineering and knowledge engineering, 1:329–380.

[21] Taentzer, G; Ermel, C; Langer, P; Wimmer, M (2010): Conflict detection for model versioning based on graph modifications. *Proceedings of the 5th international conference on Graph transformations, ICGT'10,* pages 171–186, Berlin, Heidelberg, 2010. Springer-Verlag.

[22] Weill, P; Ross, JW (2009): IT Savvy: What Top Executives Must Know to Go from Pain to Gain. Harvard Business Press.

[23] Wieland, K; Langer, P; Seidl, M; Wimmer, M; Kappel, G (2012): Turning conflicts into collaboration - concurrent modeling in the early phases of software development. Computer Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing, tba: pages 1–52.

Toward a Method for Developing a Service Portfolio for a Supply Chain Center of Excellence

Mario Hanselmann

Swarovski AG, 9495 Triesen, Liechtenstein,
E-Mail: mario.hanselmann@swarovski.com

Alexander Simons

University of Liechtenstein, Institute of Information Systems, 9490 Vaduz, Liechtenstein,
E-Mail: alexander.simons@uni.li

Oliver Müller

University of Liechtenstein, Institute of Information Systems, 9490 Vaduz, Liechtenstein,
E-Mail: oliver.mueller@uni.li

Abstract

Organizations have recognized the growing importance of Supply Chain Management (SCM) and the competitive advantage they can achieve with it. The establishment of a Supply Chain Center of Excellence (SCCoE) can support the centralized provision of high-quality SCM services. This paper presents a procedure model that can be used to improve how the demand for and the supply of SCM services are aligned. A portfolio management approach is used to position and compare SCM services and to identify specific growth strategies for each SCM service offered. Examples of such strategies are training and education programs, marketing initiatives, and stakeholder-specific information and communication. Secondary data is used to illustrate the practical relevance and applicability of the proposed approach. The results presented in this paper originate from the first author's Master's thesis, which was co-supervised by the other two authors.

1 Introduction

Successful companies understand that supply chain management (SCM) is one of the major areas in which it is possible to gain a competitive edge [12], but managing supply chains effectively is complex and challenging, especially in dynamic business environments characterized by increasing competition. Supply chain managers must simultaneously save costs, reduce delays and uncertainties, and build profit. Excellence in managing a global supply chain is no longer just a desirable goal but a fundamental requirement if a business is to succeed and prosper [1].

One approach to these challenges is to bundle competencies and skills in the form of a Supply Chain Center of Excellence (SCCoE). An SCCoE is a comparatively new approach to providing centralized SCM services, so the construct is still in its early stages of adoption in practice and investigation in research. Only 64 percent of the 61 supply chain leaders surveyed in an independent study by the research firm Supply Chain Insights in 2012 had an SCCoE in place, but enterprises were already eight times more likely to have an SCCoE than was the case only six years before [4].

One important question that has to be answered when designing an SCCoE concerns which services the center should offer. SCCoEs can provide a wide variety of services, from the establishment of supply chain strategy and objectives to the development of performance metrics. At the same time, the internal demand for these services differs from company to company. Accordingly, companies that wish to establish SCCoEs or improve their performance must assess their current and future demand for SCM services and develop and align their capabilities accordingly.

This paper presents a procedure model to support organizations' efforts to choose appropriate services for their SCCoEs and demonstrates how the demand for and the capabilities related to the SCM services offered can be measured and influenced to improve alignment between demand and capability. The procedure model can serve as a guideline for organizations that are considering investing in an SCCoE, can be used by existing SCCoEs to assess and improve their SCM services, and can help organizations monitor and evaluate the performance of their SCCoEs.

The method was developed in a design-oriented study project [9], in cooperation with the recently established SCCoE of an internationally operating company located in central Europe. We explain some foundations for this paper (section 2) and then present the portfolio approach (section 3) and illustrate its applicability with the help of secondary data (section 4). We discuss the practical relevance and usefulness of the proposed method (section 5) and conclude with a summary and outlook (section 6).

2 Background

2.1 Supply Chain Management

Many companies recognize SCM as a key business driver, one that separates winners from losers in the market [7], so SCM has become one of the fastest-growing areas of interest for academics, practitioners [21], and researchers in the area of Information Systems (IS) [20]. SCM deals with the business problem of supplying products and services to meet demand in an increasingly complex and uncertain world [11]. Christopher defines a supply chain as "a network of connected and interdependent organizations mutually and co-operatively working together to control, manage and improve the flow of materials and information from suppliers to end users," and SCM as "the

management of upstream and downstream relationships with suppliers and customers in order to deliver superior customer value at less cost to the supply chain as a whole" [5: 3-4].

2.2 Centers of Excellence

According to Moon [15], a Center of Excellence (CoE) characterizes any individual, group or organization that produces consistently excellent work or deliveries that meet or exceed customer requirements for value, quality and satisfaction, but the term can have different meanings for different people, depending on the context. Therefore, a definition in terms of its structure and its relationship to the rest of the organization is essential [2]. Bryan and Herbert, for example, explain that the use of the term "excellence" in "Center of Excellence" is not used to signify superiority over other operational units but to show the overall objective of helping everyone to improve [3].

The two core elements of a CoE are knowledge management and value creation. Accordingly, Johnson et al. [10] explain that the essence of a CoE is its delivery of value while serving as a hub for knowledge and best practices. Companies should consider investing in a CoE if they need "a high degree of specialized knowledge to access clients or if they need to bring presentational skills or technology know-how" to a specific business area [16: 84]. In such cases, a CoE can promote communication and the sharing of problems in the organization, help to locate or generate solutions, and share and disseminate knowledge [2].

2.3 Supply Chain Centers of Excellence

An SCCoE is a specific type of CoE that offers SCM services. Instead of having separate departments at each plant or local market, it assembles departments like procurement and logistics under one roof using a team of experts who can perform those functions for the entire supply chain [6]. Gathering experts in a dedicated SCCoE allows them to refine their specific skills and knowledge by exchanging ideas with their colleagues [6], so an SCCoE "allows staff to acquire the know-how to develop better solutions to complex supply chain problems and to institute best practices across the company" [6]. When the best practices have been established, the SCCoE can share them across the company's units around the globe to ensure consistent processes and quality. As such, an SCCoE also helps a company improve its reputation as a global brand, as customers from all over the world receive the same level of quality in products and services [6].

There are several approaches to developing SCCoEs. Grounded in interviews and workshops with more than 100 supply chain professionals, a Gartner study [10] identifies three basic SCCoE models: a centralized model, which is most suitable for achieving efficiency through standardized processes, tools, and metrics that are centrally defined and controlled; a decentralized model, which strives for agility by applying best practices and using metrics to exploit local efficiencies; and a center-led model, which focuses on balancing efficiency and agility by sharing best practices and functional services from a central location, while the execution of the shared functions takes place in the distributed business units.

Companies that consider establishing an SCCoE should first identify the business key drivers, objectives, and needs in order to choose the most suitable model [10]. As Figure 1 illustrates, the form and the authority of an SCCoE is considerably influenced by the organizations' supply chain strategy, which is driven by the organization's business capability and business strategy, all of which are, in turn, influenced by the external business environment [13]. The method presented in the following section focuses on the centralized approach to SCCoEs.

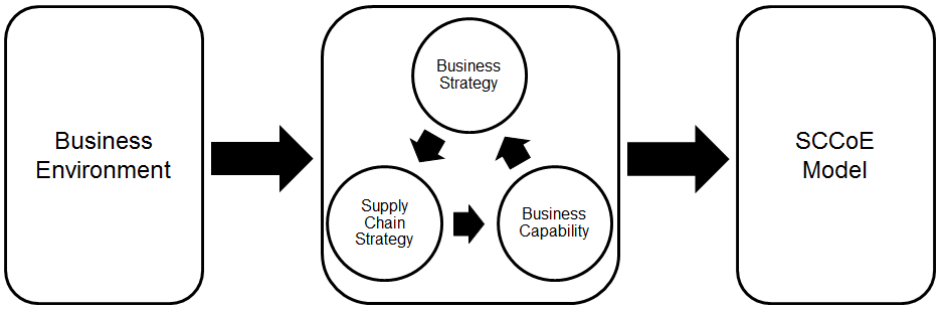


Figure 1: Factors that influence the selection of an SCCoE model (adapted from [13: 3])

3 Method Design

3.1 Design Process

The method presented in this paper was developed by the first author while preparing his Master's thesis, which was co-supervised by the other two authors. Method development followed a design science approach using Peffers et al.'s [17] methodology. Design science generally aims at developing and evaluating innovative and purposeful *IT artifacts* like constructs, models, methods, and instantiations, so it is essentially a problem-solving research paradigm [14]. The two quality measures of design science are research relevance and rigor: IT artifacts that meet contemporary *business needs* are considered relevant, while research rigor is improved by the rigorous use of *applicable knowledge* like theories, methods, and frameworks [9].

The thesis was written during the summer semester of 2013 at the University of Liechtenstein. The author became aware of the *business need* during his employment at the IT department of a large European manufacturing company that had recently established an SCCoE. The objective of the thesis was to design an *artifact* in the form of a method that would help organizations select appropriate services for their SCCoEs and that would measure the demand for and the capabilities related to these services to improve their alignment. As to the use of *applicable knowledge*, the academic literature was reviewed to establish an understanding of the core concepts and to identify related work. A similar model that Rosemann developed for the context of Business Process Management (BPM) provided the groundwork for the development of the method [18, 19].

3.2 Foundation

The proposed method relies on Rosemann's [18, 19] idea to use a portfolio management approach similar to the one developed by Boston Consulting Group (BCG) to position the services offered by a BPM CoE based on the two dimensions of demand and capability (Figure 2). The demand dimension reflects the current organizational appetite for a service offered by a CoE, an appetite that can be influenced by marketing and communication initiatives [18]. The capability dimension describes the CoE's readiness to provide the service, so it refers to the CoE's accumulated knowledge, skills, experience, and technological capacity for service delivery [18].

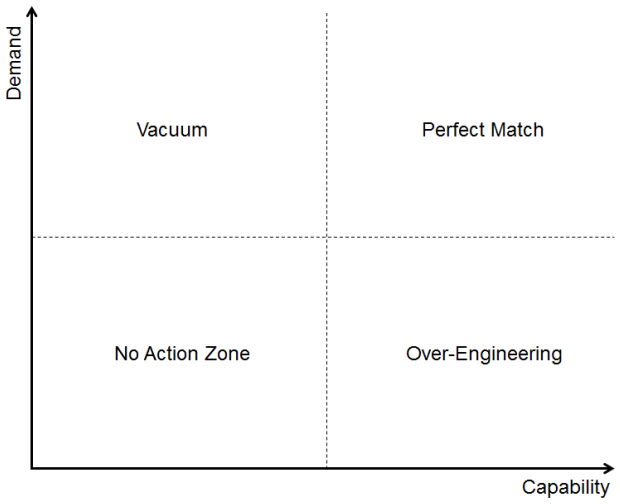


Figure 2: The demand-capability portfolio [19: 269]

As Figure 2 illustrates, Rosemann's demand-capability portfolio can be divided into four quadrants [18]. The quadrant in the upper-right corner is called a "perfect match," which occurs when a high demand for a service matches a high level of ability to deliver the service—the preferred situation at a CoE. In contrast, services for which there is no or only low demand and a matching lack of capabilities fall into the "no action zone." If a CoE has a high level of capability to deliver a service but no corresponding demand, the service is positioned in the lower-right corner, called "over-engineering" [18], and if there is a high demand for a service but the CoE lacks the capability to meet the demand, a "vacuum" emerges, which often happens at newly established CoEs [18].

Rosemann also suggests strategies to influence the demand for services and to develop the corresponding capabilities [18]. For example, if a high level of capability meets a low demand ("over-engineering"), the CoE can raise awareness about the service's benefits by investing in stakeholder-specific communications and a marketing plan. In contrast, the absence of capability to satisfy the customer requirements ("vacuum") may require that external experts be involved until the CoE can build the required capabilities, assuming the demand is sustainable [18].

3.3 Procedure Model

The five-step procedure model developed in the Master's thesis facilitates the creation of a service portfolio for an SCCoE and the development of growth strategies in order to improve the SCCoE's overall service level (Figure 3).

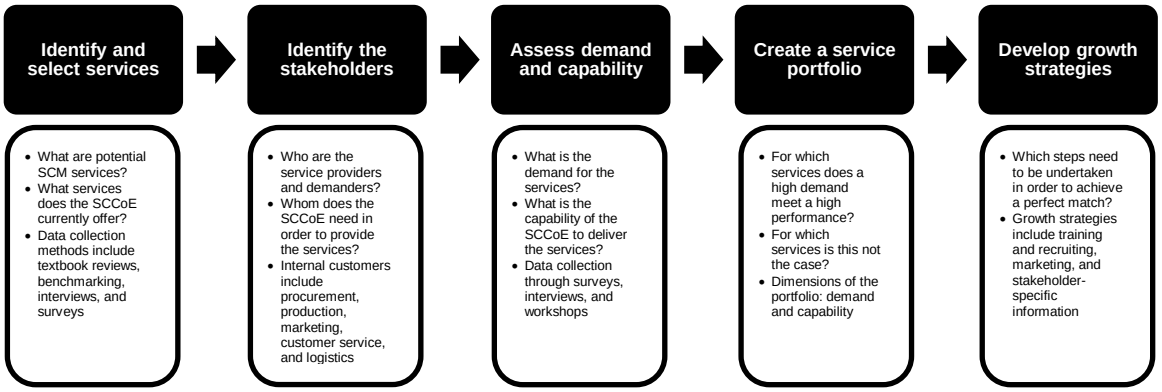


Figure 3: Procedure model for developing a service portfolio for an SCCoE

The model begins with the identification of potential SCM services and ends with the development of growth strategies. Companies that are considering building an SCCoE can use the model, but we focus on companies that already have an SCCoE in place and that want to assess and improve the SCM services it provides and/or monitor and evaluate its performance.

Identify and select services. The first step in the model is identifying the services that the SCCoE could offer. Many services are potentially relevant, including services at the strategic level, such as the development of a supply chain strategy and objectives, and services at the tactical and operational levels, such as demand management, inventory management, process design and analysis, revenue management, network management, and risk management. The average SCCoE offers six services [4], but at this early stage more services should be considered, as the selection process is meant to focus on services that are *potentially* relevant—not a final set of services for the SCCoE to offer in the future but a foundation of potential services for the analysis. This expanded set of services helps companies that are considering investing in a new SCCoE so they avoid having a too-narrow focus at the outset and companies that have already established an SCCoE so they can explore new services.

There are several approaches to identifying potential services, and companies should research the services that other SCCoEs offer at this stage. (Survey studies are available online; see below.) Potential services can be found in most SCM textbooks, and company-specific services can be identified through interviews, workshops, and internal surveys. Interview partners and workshop participants can include the SCCoE director and his or her team, the SCM head, or other supply chain managers. With surveys, which could also be sent to the SCCoE's customers, companies would take a more deductive approach to service selection.

Identify the stakeholders. In order to assess the service demand and the SCCoE's ability to deliver the required services, the stakeholders must first be identified. The most important stakeholders of a SCCoE are the internal customers, so the SCCoE's services should certainly be aligned with their demands. Typical customers of a SCCoE include the procurement, production, marketing, customer service, and logistics departments. However, in order to improve the service alignment and particularly the quality of the services, all stakeholders that influence the services in any way should be considered, including those who deliver the services, that is, members of the SCCoE.

The identification of both service demanders and service suppliers is important because it provides the groundwork for the subsequent assessment. Customers might not be aware of available services or might have unrealistic demands, while the suppliers might not know the customers' needs in quantitative or qualitative terms. The assessment focuses on the demand for SCM services and the

SCCoE's ability to deliver as *perceived* by these two groups. Accordingly, both groups should be identified so they can be involved in assessing how well the demand for and the supply of SCM services are aligned.

Assess demand and capability. The next phase is the assessment of the internal demand for the SCM services and the perceived presence or absence of the capabilities required to deliver the services. The SCCoE's customers should be asked about their level of demand and their perception of the level of service provided, but a self-assessment by the SCCoE's employees is also valuable, as it can be compared with the customers' responses. Again, there are several approaches to data collection and analysis because demand and capability can be evaluated in several ways, but surveys, interviews, and/or focus group workshops with customers and/or employees are effective ways to capture them.

At the most basic level, the demand for and supply of each service is evaluated based on two simple questions: "How do you rate the internal demand for the SCM services?" and "How do you rate SCCoE's capabilities to deliver the same services?" Regardless of whether surveys, interviews, or workshops are used, a structured approach to data collection is recommended, as it simplifies positioning the services in the portfolio afterward. Accordingly, a 1-5-point Likert scale could be used, but the assessment should also allow the respondents to explain their answers, which is more likely to happen in interviews and workshops but can also work in surveys (e.g., through the use of comment fields).

Create a service portfolio. The service portfolio is created after the results from the web survey, interviews, or focus group workshop(s) are evaluated. If the assessment was conducted using a Likert scale, average scores for the perceived demand and the perceived capability for each service can be used to position the services in the portfolio. For example, given a 1-5-point Likert scale, a service with an average capability score of 2.9 and an average demand score of 1.5 would be positioned in the lower-right, "over-engineered," quadrant, while a service with an average demand above 2.5 and an average capability below that value would be positioned in the upper-left, "vacuum," quadrant.

If both customers and SCCoE employees have been surveyed, two service portfolios can be created based on the results from each and then compared in order to identify potentially contradicting views to be considered in the development of the growth strategies. However, the results should eventually be synthesized into one portfolio that brings together the overall demand for and capabilities related to the SCCoE's services. Services in the "no action zone," that is, services with a low demand and a low level of capability, can be separated out at this stage unless a demand for these services is expected to emerge in the near future.

Develop growth strategies. After creating the demand-capability portfolio that illustrates the SCCoE's current situation, growth strategies can be developed to improve the alignment between demand and capability. The demand serves as a good first indicator of how the current suite of SCM services should be prioritized, whereas the capability shows where the current capabilities should be expanded in order to provide these services. Depending on the position of each service, various strategies can be applied with the goal of achieving a perfect match (Figure 4).

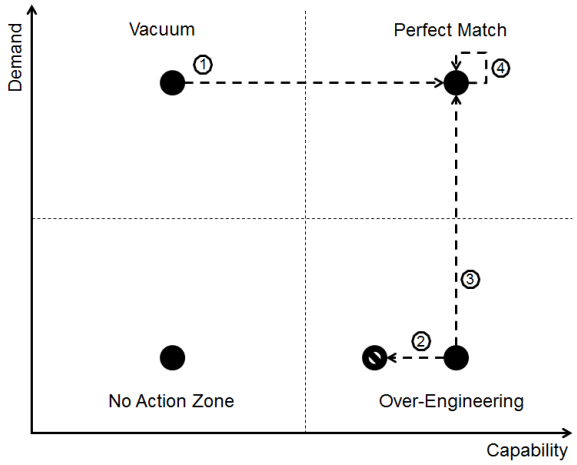


Figure 4: Possible growth strategies (based on [19: 269])

If an SCM service is positioned in the "vacuum" zone, the SCCoE faces a difficult challenge because it lacks the capability to satisfy the customers' requirements (1) and must build new knowledge and skills to support the growth of the service into the perfect-match field. Depending on the time and money available for acquiring the missing capabilities, the SCCoE may decide to conduct internal training and education programs, to hire new personal, and/or to consult external experts to fill this vacuum.

If the opposite occurs—that is, a service is positioned in the "over-engineering" field—the service can be removed from the SCCoE's service portfolio (2) if the demand is not likely to grow to the point at which providing the service will have an adequate pay-off (this may also be a good strategy for most services in the "no action zone"). However, if the service is or is likely to become of strategic significance for the company, the company may decide to influence the demand for that service (3). As Rosemann demonstrates, marketing initiatives (e.g., in the form of newsletters) and stakeholder-specific information and communication can be used to raise awareness about the benefits of the service [18].

Finally, services in the "perfect match" quadrant require the application of appropriate strategies, including continuous assessment and monitoring, innovation management, and investments in new technologies (4) in order to ensure that the match remains perfect.

4 Application Example

In the following, secondary data collected by the research firm Supply Chain Insights [4] is used to illustrate the practical applicability of the proposed method. While Supply Chain Insights collected data from several companies and aggregated it to safeguard anonymity, the results can still be used to demonstrate how the method can work at the level of the single enterprise.

Identify and select services. Supply Chain Insights used a survey that covered nine primary functions of SCCoEs: definition of best practices for process, definition of supply chain metrics, supply chain planning, inventory strategies, facilitation of horizontal processes like sales and operations planning (S&OP), evaluation of new technologies, network design, establishment of goals, and supplier development (and "others" as an open field) [4: 15].

Identify the stakeholders. Supply Chain Insights surveyed more than 40 companies. The respondents came from more than ten industry groups, including consumer packaged goods (33%), specialty chemicals (18%), and food and beverage (15%). Forty-six percent of the respondents were from companies with more than 15,000 employees, and most of the respondents were vice presidents (34%), senior directors (25%), or directors (33%). Sixty percent of them indicated that they had at least sixteen years of experience in SCM [4: 21].

Assess demand and capability. Respondents used a 1-7-point Likert scale to indicate their perceptions of the importance of the SCM services and their companies' performance in delivering those services, with 1 meaning "not at all important" or "poor" and 7 meaning "extremely important" or "excellent" [4: 17].

Create a service portfolio. The rated importance of a service can be interpreted as the current demand for an SCM service and the companies' rated performance as their ability to deliver it. Figure 5 shows the results of the survey in the form of a service portfolio that positions the services based on their average ratings in these two dimensions. (Although the figure uses the original percentage values, these percentages could also be converted back into the numeric values 1-7, which would not affect the positioning of the services.)

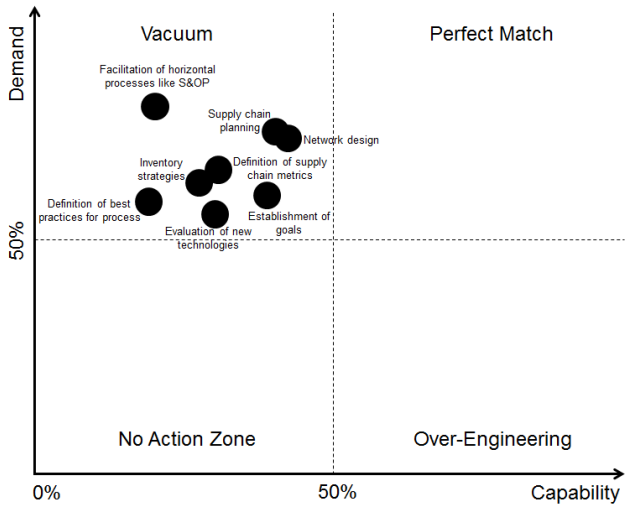


Figure 5: Service portfolio for the Supply Chain Insights study [based on 4: 17][1]

Develop growth strategies. The supply chain professionals' average rankings of their companies' ability to deliver an SCM service indicate that many have room for improvement, although three services—network design, supply chain planning, and establishment of goals—achieved higher ratings. In contrast, the respondents' perceptions of the services' importance is comparably high, especially the importance of facilitation of horizontal processes, supply chain planning, and network design. Accordingly, all services are positioned in the "vacuum" field, which indicates inadequate knowledge, skills, and experience to deliver the services. Companies whose services fall short in this way could conduct internal training and education programs to bridge the gap between demand and supply or hire new personal and/or consult external experts to address the problem in the short run.

[1] The service "supplier development" is not displayed in the portfolio because not enough respondents reported it is a service of their SCCoE.

5 Discussion

While the sample service portfolio shown in Figure 5 is not generated from a specific company, and growth strategies should be developed based on an individual company's supply chain strategy and input from its customers regarding the services they would like to see offered, the aggregated service portfolio may be useful as a benchmark. It makes clear that even some of the big global players still struggle to deliver the required level of SCM excellence to succeed and prosper in a fast-changing business environment. The portfolio data suggest that in many of today's enterprises the demand for SCM services exceeds their ability to deliver them. This condition leaves the benefits of an SCCoE open to question, but the proposed method appears both practical and relevant, as SCCoEs are in an early phase of adoption and should be further developed.

Transforming the supply chain to achieve excellence by initializing an SCCoE is not an overnight journey [10]. The application of the proposed method and the development of a service portfolio can help companies to identify strategies to deal with the challenges that emerge during this journey and to improve service levels in the end.

The activities to be performed in the proposed method reach from the identification of potentially relevant SCM services to the development of growth strategies, but some important issues might emerge during the execution of these activities. In particular, the third step of the procedure model, the determination of demand and capability, should be undertaken carefully. An SCCoE that asks its customers for their level of demand for the SCM services it offers may call into question the SCCoE's competence as a skilled and experienced knowledge resource. It is important that the senior management and the director of the SCCoE support the project from the beginning, because the analysis requires that the quality of the services the center delivers be evaluated. If support from the top management and director of the SCCoE is lacking, a successful execution of the elaborated procedure model is unlikely. In addition, the method does not indicate who should perform the analysis, or address the make-up and size of the project team, which may differ depending on the approach chosen (e.g., survey, interviews, workshops). If a survey approach is applied, fewer team members are required, and even a "one-person show" might be sufficient. If interviews or focus group workshops are conducted, a bigger project team may be required, depending on the SCCoE's number of customer groups.

6 Summary and Outlook

As Thomas Friedman wrote in *The World Is Flat*, barriers to trade and interdependence have been reduced across the globe, opening up opportunities and at the same time creating challenges for supply chains [8: 153]. Supply chain managers are looking for ways to make their supply chains more efficient, demand-driven (i.e., customer-driven), and resilient in today's volatile global economy [6]. One way to achieve these goals is to bundle competencies and skills at an SCCoE.

This paper proposes a method for developing a service portfolio for an SCCoE by assessing and improving the SCCoE's ability to provide SCM services and determining whether there is a corresponding demand for these services. As such, the method can help the company to monitor and evaluate the SCCoE's performance and improve its overall service level. The method can also support companies that are considering investing in a new SCCoE. Using the method, a company identifies potential SCM services, performs a detailed stakeholder analysis, determines the demand for each of the services, and assesses the SCCoE's ability to deliver these services. The resulting portfolio allows

a company to determine appropriate growth strategies that help to realize a "perfect match" between supply and demand.

The paper has some limitations that must be acknowledged. Most notably, secondary data was used to illustrate applicability, rather than an empirical evaluation at a single company. Issues that might emerge during the application of the method include the need for top management support, the involvement of internal customers, and the composition of the project team. Future research should address these and related shortcomings to refine the method where reasonable and to proceed to a more sophisticated approach.

7 References

[1] Brady, J (2012): The Road to Maturity: Key Characteristics and Competencies of Best-in-Class Supply Chains. http://www.supplychainedge.com/the-edge-blog/the-road-to-maturity-key-characteristics-and-competencies-of-best-in-class-supply-chains/. Retrieved November 5, 2013.

[2] Bryan, K; Herbert, I (2011): Centres of excellence explained. Engineering and Technology Magazine. http://eandt.theiet.org/contribute/design-production/centre-of-excellence.cfm. Retrieved November 5, 2013.

[3] Bryan, K; Herbert, I (2012): Raising the standard. Management Services 56(2):30-34.

[4] Cecere, L (2012): Voice of the Supply Chain Leader – A Quantitative Survey of 61 Supply Chain Leaders from 40 Companies. *Supply Chain Insights*. http://supplychaininsights.com/wp-content/uploads/2012/07/SCI_Voice_Report_May_2012.pdf. Retrieved November 5, 2013.

[5] Christopher, M (2011): Logistics and Supply Chain Management (Financial Times Series). 4th edition. Financial Times/Prentice Hall, New York, NY.

[6] Cooke, JA (2011): Commentary: Should you create a supply chain center of excellence? *CSCMP's Supply Chain Quarterly*. http://www.supplychainquarterly.com/articles/20110321_Supply_chain_center_excellence/. Retrieved November 5, 2013.

[7] Ellinger, A; Shin, H; Northington, WM; Adams, FG; Hofman, D; O'Marah, K (2012): The influence of supply chain management competency on customer satisfaction and shareholder value. Supply Chain Management: An International Journal 17(3):249-262.

[8] Friedman, TL (2007): The World Is Flat: A Brief History of the Twenty-First Century. 3rd edition. Farrar, Straus, Giroux, New York, NY.

[9] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28(1):75-105.

[10] Johnson, A; Barrett, J; Ruggles, K (2010): The Expected and Unexpected: Up Close With Supply Chain Centers of Excellence. *Gartner*. http://www.gartner.com/id=1341194. Retrieved November 5, 2013.

[11] Kopczak, LR; Johnson, ME (2003): The Supply-Chain Management Effect. MIT Sloan Management Review (April 2003):27-34.

[12] Lee, HL (2002): Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties. California Management Review 44(3):105-119.

[13] Manjappa, S; Del Angel, CS; Shan, Z; Zhao, Y; Becerra, LDG; Thomson, V (2008): Supply Chain of the Future. *McGill University*. http://www.mcgill.ca/files/mmm/SupplyChainFuture.pdf. Retrieved November 5, 2013.

[14] March, ST; Smith, GF (1995): Design and natural science research on information technology. Decision Support Systems 15(4):251-266.

[15] Moon, M (2009): Centers of excellence in digital supply chains. Journal of Digital Asset Management 5(3):112-115.

[16] Moore, K; Biikinshaw, J (1998): Managing knowledge in global service firms: Centers of excellence. Academy of Management Executive 12(4):81-92.

[17] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2008): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 24(3):45-77.

[18] Rosemann, M (2008): The Service Portfolio of a BPM Center of Excellence. BPTrends (September 2008):1-9.

[19] Rosemann, M (2010): The Service Portfolio of a BPM Center of Excellence. In: vom Brocke, J; Rosemann, M (Eds), *Handbook on Business Process Management 2: Strategic Alignment, Governance, People and Culture* (pp. 267-284). Springer, Berlin/Heidelberg.

[20] Sidorova, A; Evangelopoulos, N; Valacich, JS; Ramakrishnan, T (2008): Uncovering The Intellectual Core of The Information Systems Discipline. MIS Quarterly 32(3):467-482.

[21] Soni, G; Kodali, R (2008): Evolution of Supply Chain Management: Developments in Academia and Industry. ICFAI Journal of Supply Chain Management 5(4):7-40.

Geschäftsmodellinnovation in der Medienbranche: Auswirkungen des Internets auf die Geschäftsmodelle etablierter Tageszeitungen

Christopher Müller

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel,
E-Mail: christopher.mueller@wi-kassel.de

Ulrich Bretschneider

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34121 Kassel,
E-Mail: bretschneider@uni-kassel.de

Abstract

Die flächendeckende Verbreitung des Internets stellt die Tageszeitungsbranche vor neue Herausforderungen. Durch die seit Jahren rückläufigen Verkaufszahlen von gedruckten Tageszeitungen bleiben Umsätze aus, die Kunden nutzen vermehrt die zum Großteil kostenlosen Onlinenachrichtenportale. Über diese können die Tageszeitungen allerdings häufig noch keine Umsätze generieren. Das klassische Geschäftsmodell der Tageszeitung wurde bedingt durch das Internet und das Aufkeimen von Onlinenachrichtenportalen zu einem digitalen Geschäftsmodell innoviert. Der vorliegende Beitrag analysiert, wie sich diese Geschäftsmodellinnovation in der Branche ausgestaltet und zeigt aufbauend auf diesen Erkenntnissen auf, welche Konsequenzen und Herausforderungen sich für die Branche ergeben.

1 Einleitung

Das mittlerweile in Deutschland immer flächendeckender verbreitete und genutzte Internet hat viele Geschäftsbranchen vielfältig und tiefgreifend verändert. Dieser Wandel stellt die in den verschiedenen Branchen tätigen Unternehmen unter anderem in Bezug auf deren Geschäftsmodelle vor neue oder zumindest veränderte Herausforderungen. Über Jahre oder gar Dekaden etablierte Geschäftsmodelle einiger Unternehmen funktionieren heute teilweise aufgrund dieser Veränderungen nicht mehr wie gewohnt und zuvor regelmäßig generierte Umsätze bleiben aus [1]. Unternehmen sind aus diesem Grund dazu gezwungen ihre Geschäftsmodelle zu verändern, um den neuen Gegebenheiten gerecht zu werden [2]. Dieser skizzierte Wandel wird insbesondere in der Medienbranche deutlich [3].

Aus diesem Grund fokussiert sich dieser Beitrag auf den Teilbereich der Tageszeitungsbranche. Diese Branche ist besonders interessant und relevant, da ihre Gegenwart und ihre Zukunft aktuell in den Medien häufig diskutiert werden und sie vor einem Scheideweg steht [4].

Die jährlich rückläufigen Verkaufszahlen der Druckausgaben vieler Tageszeitungen zeigen das größte Problem der Branche auf: Die Kunden kaufen heute weniger gedruckte Tageszeitungen als früher. Im Jahr 2003 wurden in Deutschland noch 22,6 Millionen Tageszeitungen pro Tag verkauft, im Jahr 2012 waren es mit 18,4 Millionen verkauften Exemplaren 18,6% weniger als noch 2003 [5]. Im Jahr 2002 betrug der Gesamtumsatz der Tageszeitungen 8,8 Mrd. Euro, im Jahr 2005 noch 8,5 Mrd. Euro, im Jahr 2011 8Mrd. Euro und im Jahr 2012 lediglich noch 7,7 Mrd. Euro [6].

Doch woran liegt dieser Absatz- und Umsatzrückgang? Eine Annahme dazu ist, dass viele Kunden statt der gedruckten Zeitung auf die zum Großteil kostenlosen und meist ebenfalls von Zeitungsverlagen betriebenen Onlinenachrichtenportale, wie beispielsweise *spiegel.de*, *faz.net* oder *taz.de*, zurückgreifen [7]. Während *spiegel.de* im Januar 2002 noch 15,5 Millionen Besuche verzeichnete [8], so waren es im gleichen Monat des Jahres 2013 bereits 203 Millionen [9]. Bei der *faz.net* waren es im Januar 2002 noch 1,6 Millionen Besuche [10], im Januar 2013 dagegen bereits 28,6 Millionen [11]. Diese Entwicklung lässt vermuten, dass das gedruckte Medium früher oder später vom Onlinemedium abgelöst wird und verschwindet. [12]

Ziel dieser Arbeit ist es, das traditionelle Geschäftsmodell der Tageszeitungen dem Geschäftsmodell der Onlinenachrichtenportale gegenüber zu stellen. Durch diese vergleichende Analyse soll aufgezeigt werden, wie sich das Geschäftsmodell der Branche, bedingt durch das Internet, verändert hat. Aus der Analyse der beiden Modelle werden im Anschluss die Herausforderungen, welche die Innovation des Geschäftsmodells mit sich bringt, abgeleitet und die daraus resultierenden Konsequenzen aufgezeigt. Die Analyse der Geschäftsmodelle erfolgt in Kapitel vier. Die theoretischen Grundlagen zum Verständnis der dargestellten Sachverhalte werden im folgenden Kapitel zwei gegeben. In Kapitel drei wird kurz das methodische Vorgehen der Forschung erläutert und in Kapitel fünf werden abschließend die aus dem analysierenden Vergleich gezogenen Konsequenzen und Herausforderungen aufgezeigt.

2 Theoretische Grundlagen

Für den bereits in der Einleitung mehrfach genutzten Begriff des Geschäftsmodells existiert in der Literatur keine allgemeingültige Definition. Als Grundlage für die operationale Definition innerhalb dieser Ausarbeitung dient die Definition von Amit und Zott. Diese verstehen das Geschäftsmodell als Darstellung des Inhalts, der Struktur sowie der Hierarchie aller wertschöpfenden Tätigkeiten innerhalb eines Unternehmens [13]. Erweiternd wird das Geschäftsmodell vorliegend als Intermediär zwischen der Unternehmensstrategie und den einzelnen Geschäftsprozessen verstanden [14].

Einen Schritt weiter geht Chesbrough [15]. Er definiert nicht den Begriff des Geschäftsmodells an sich, sondern die sechs zentralen Funktionen die ein Geschäftsmodell zu jenem macht. Nach Chesbrough drückt das Geschäftsmodell das Werteversprechen eines Unternehmens gegenüber den Kunden aus. Weiterhin zeigt es auf, in welchem Marktsegment sich das Unternehmen bewegt. Auch definiert es die Struktur, mit welcher innerhalb des Unternehmens Wert geschöpft wird - vom Lieferanten zum Endkunden und von der Ressource bis zum Fertigprodukt. Weitere zentrale Funktionen des Geschäftsmodells sind die Darstellung von Kosten- und Umsatzstrukturen sowie die Verdeutlichung der Position, die das Unternehmen im Ökosystem zwischen Wettbewerbern, Lieferanten und Kunden einnimmt. Als letzte, aber nicht weniger wichtige Funktion, lässt sich aus dem Geschäftsmodell die Unternehmensstrategie formulieren, mit deren Hilfe der Vorteil des Werteversprechens gegenüber dem Kunden und im Hinblick auf die Konkurrenz zumindest gehalten oder gar vergrößert werden soll. Zum einfacheren Verständnis sind die sechs Funktionen des Geschäftsmodells in Abbildung eins dargestellt.

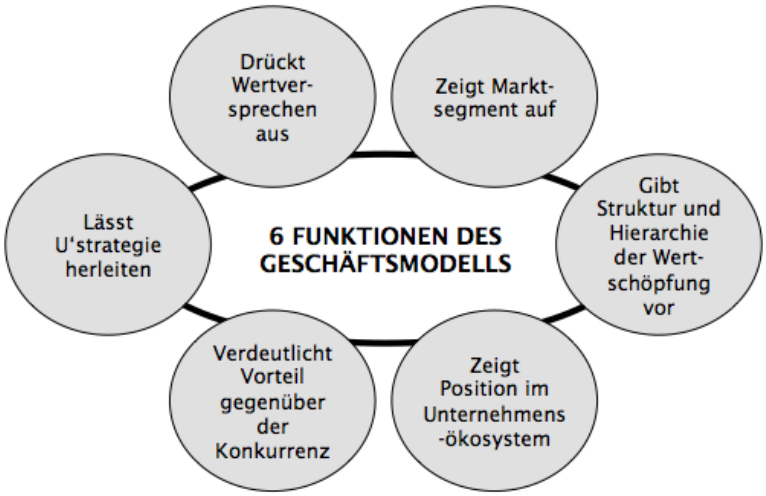


Bild 1: Funktionen des Geschäftsmodells (Eigene Darstellung, in Anlehnung an Chesbrough)

Neben dem zuvor beschriebenen *klassischen* Geschäftsmodell definieren Veit et al. das *digitale* Geschäftsmodell. Dieses liegt demnach dann vor, wenn grundlegende Veränderungen von digitalen Technologien die Art und Weise verändern, in der ein Unternehmen sein eigenes Geschäft betreibt, Wert schöpft und Umsätze generiert. [16]

Ausgehend von den vorliegenden Definitionen des klassischen und digitalen Geschäftsmodells sowie deren Funktionen, handelt es sich bei der Geschäftsmodellinnovation nach Chesbrough [17] um die bewusste, unternehmensseitige Veränderung des Geschäftsmodells. Der Hauptgrund dafür, dass

Geschäftsmodellinnovation betrieben wird, liegt demnach darin, dass sich die Unternehmen an neue oder veränderte Kunden- oder Marktherausforderungen anpassen müssen, um dauerhaft profitabel und erfolgreich sein zu können.

Zur Verdeutlichung, wie eine Geschäftsmodellinnovation und die Zusammenhänge des *klassischen* und *digitalen* Geschäftsmodells in dieser Arbeit verstanden werden, ist dieser Prozess in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

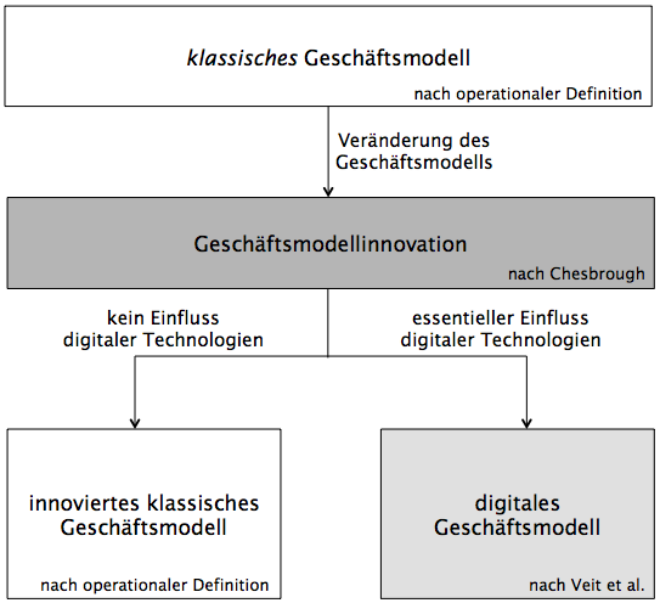


Bild 2: Der Innovationsprozess eines Geschäftsmodells (eigene Darstellung in Anlehnung an Amit, Zott, Chesbrough, Veit et al.)

Zur visuellen Darstellung eines Geschäftsmodells, unabhängig davon, ob es sich um ein klassisches oder ein digitales handelt, wird heute in der Praxis häufig der von Osterwalder und Pigneur entwickelte Business Model Canvas verwendet. [18] In dieser 9-Felder-Matrix können die wichtigsten Bestandteile eines neuen oder bestehenden Geschäftsmodells dargestellt werden.

Da die einzelnen neun Felder des in Bild drei dargestellten Business Model Canvas für den Analyseteil der vorliegenden Arbeit essentiell sind, werden sie folgend kurz vorgestellt.

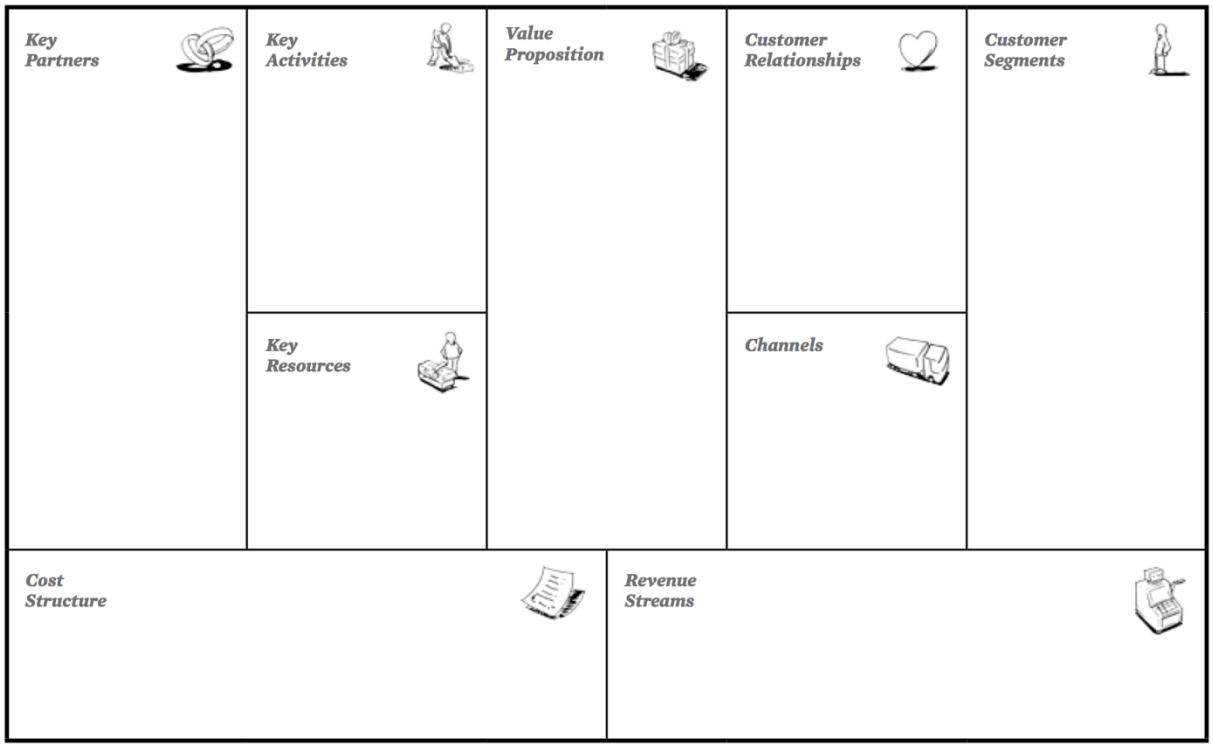


Bild 3: Der Business Model Canvas in unausgefüllter Form [20]

Das in der Mitte des Canvas liegende Feld *Value Proposition* beschreibt das Bündel von Produkten und Services, welches das zentrale Wertversprechen des anbietenden Unternehmens, also quasi das Endprodukt, darstellt. Das sich auf der linken Seite befindende Feld *Key Partners* beinhaltet die Schlüsselpartner, welche zur Erstellung des zentralen Werteversprechens benötigt werden. Dazu zählen beispielsweise alle Lieferanten. In den danebenliegenden Feldern *Key Activities* und *Key Ressources* sind die wichtigsten Aktivitäten sowie die Infrastruktur, welche zur Erstellung und Lieferung des Werteversprechens benötigt werden, beschrieben. Das rechts neben dem Value Proposition liegende Feld *Customer Relationships* grenzt ab, in welcher Form eine Beziehung zu den Kunden geführt wird und werden soll. Das darunterliegende Feld *Channels* zeigt auf, über welche Berührungspunkte und Vertriebswege mit dem Kunden interagiert wird und in welcher Art und Weise das Wertversprechen geliefert werden soll. Im auf der rechten Seite liegenden Feld *Customer Segments* sind alle Zielkundengruppen aufgezählt, für die sich das Werteversprechen eignet. Durch die Auflistung der Kostenpunkte im links unten liegende Feld *Cost Structure* kann ein Überblick über die entstehenden Kosten gewonnen werden. Das rechts davon liegende Feld *Revenue Streams* beinhaltet die Antworten auf die Frage in welcher Form und durch welche Produktangebote und Services Unternehmensumsätze generiert werden sollen [18].

3 Methodisches Vorgehen

Basis der Analyse ist eine Internet-, Literatur- und Fachzeitschriftenanalyse. Auf Basis der Analyse wird für jede (Teil-)Branche ein Geschäftsmodell für die Zeit vor und nach der flächendeckenden Verbreitung des Internets dargestellt. Die Darstellung erfolgt jeweils auf Basis des von Osterwalder und Pigneur entwickelten Business Model Canvas. Die Visualisierung ermöglicht einen Vergleich der einzelnen Bausteine eines Geschäftsmodells, bei welchem insbesondere die einzelnen Modell-veränderungen deutlich werden. Diese stellen dabei die eigentliche Geschäftsmodellinnovation dar.

Durch die Analyse der Veränderungen können einige der neuen Herausforderungen und Konsequenzen für die jeweilige Branche abgeleitet und aufgezeigt werden.

4 Geschäftsmodellinnovation in der Tageszeitungsbranche

4.1 Das traditionelle Geschäftsmodell der Tageszeitungsbranche

Das in Bild vier, mit Hilfe des Business Model Canvas, dargestellte klassische Geschäftsmodell der Tageszeitungen steht beispielhaft für die gesamte Tageszeitungsbranche. Um jedoch allgemeingültig zu sein, ist das Modell nicht bis ins kleinste Teil detailliert, da sich die expliziten Geschäftsmodelle der Tageszeitungen auf verschiedene Arten und Weisen voneinander unterscheiden.

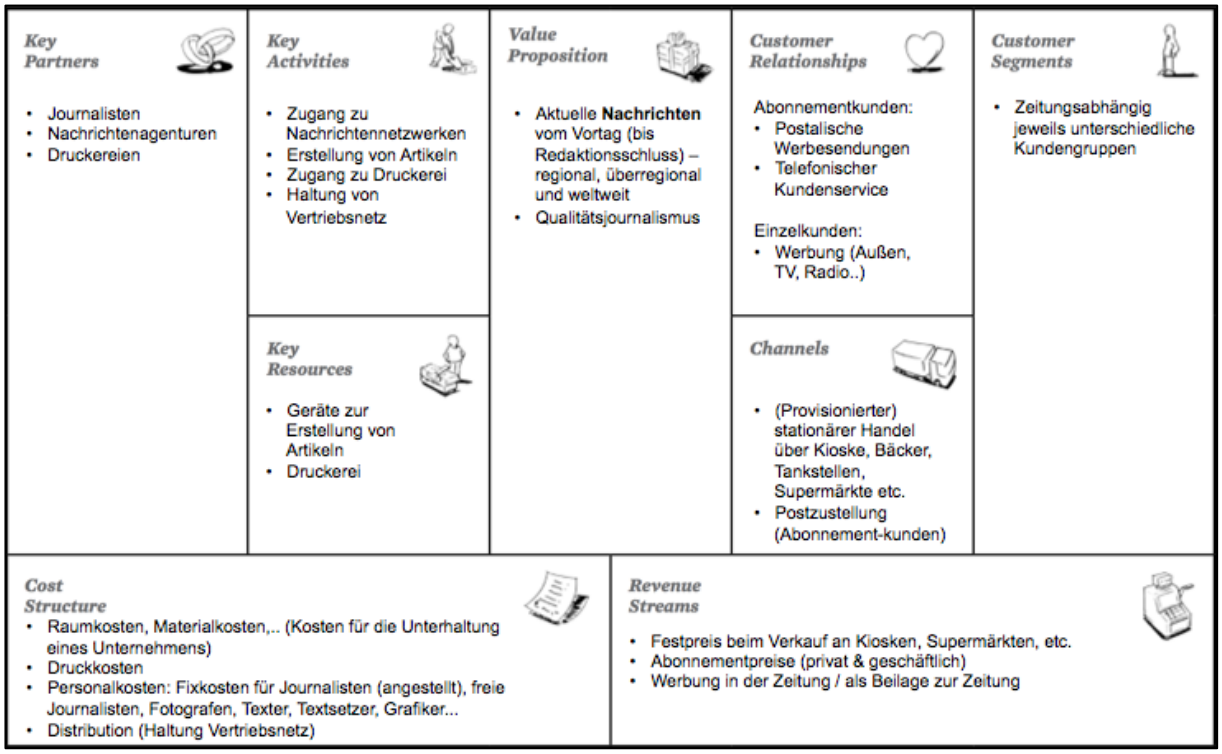


Bild 4: Das Geschäftsmodell der klassischen Tageszeitung in den BMC transformiert (eigene Darstellung)

Die *Value Proposition*, also das zentrale Werteversprechen von gedruckten Tageszeitungen, ist bis heute das Liefern von vortagesaktuellen Nachrichten. Damit sind sowohl regional relevante als auch überregionale Nachrichten gemeint. Ein weiteres Werteversprechen der gedruckten Zeitung ist, dass die Berichterstattung neutral ist und einem gewissen Qualitätsstandard entspricht.

Die *Key Partners*, ohne welche eine Tageszeitung nicht existieren könnte, sind recherchierende und artikelerstellende Journalisten, Nachrichtenagenturen (wie beispielsweise dpa oder Reuters) sowie Druckereien, welche für den Druck der Zeitungen verantwortlich sind. Die primäre *Key Activity* der Tageszeitung ist die Erstellung von Artikeln inklusive der Redaktion, der Verfassung sowie der Platzierung der Artikel und dem Rektorat. Weitere Schlüsselaktivitäten sind der Zugang zu den Netzwerken der Nachrichtenagenturen, Zugang zu Druckereien und der Betrieb eines Vertriebsnetzes zur regionalen oder überregionalen Distribution der Zeitung. Die *Key Ressources* einer Tageszeitung

sind neben den Druckern auch die Geräte zur Erstellung von Artikeln. Früher war dies die Schreibmaschine, heute ist damit der Computer mitsamt Software und Bedienungsgeräten gemeint.

Bei den *Customer Relationships* kann eine direkte Verbindung mit geringem Streuverlust nur zu den namentlich bekannten Abonnementkunden aufgenommen werden. Der Kontakt zu ihnen wird durch postalische Werbesendungen und telefonischen Kundenservice aufrechterhalten. Im Einzelhandel kaufende Kunden können mit verschiedenen Werbeformen erreicht werden (beispielsweise Fernseh- oder Außenwerbung). Die *Channels* zur Distribution der Tageszeitungen sind zweigeteilt. Die Abonnementkunden erhalten ihre Ausgaben der Tageszeitung jeweils postalisch. Für Einzelkunden ist der Verkauf über den Einzelhandel, also über Kioske, Bäckereien, Supermärkte und weitere vorgesehen. Zur erfolgreichen Distribution an die Einzelkunden ist ein flächendeckendes und gut funktionierendes Vertriebsnetz essentiell. Da die *Customer Segments*, also die angesprochenen Kundengruppen, je nach Art der Tageszeitung sehr unterschiedlich sind, ist es nicht notwendig im Rahmen dieser Darstellung eine Aussage über die Kundengruppen zu treffen.

Die *Cost Structure* einer Tageszeitung setzt sich, wie bei vielen anderen Unternehmen auch, zunächst aus Raum-, Material- und Betriebskosten zusammen. Hinzu kommen die Personalkosten für alle Mitarbeiter, die bei der Erstellung der Zeitung involviert sind. Damit sind sowohl Festangestellte als auch freie Redakteure und Mitarbeiter gemeint. Als große Posten kommen zusätzlich noch die Kosten für den Druck der Zeitungen sowie die Werbe- und Distributionskosten hinzu.

Der größte Teil der *Revenue Streams*, also der generierten Umsätze, wird in der Zeitungsbranche durch den Einzelverkauf im Einzelhandel, durch die stetigen Zahlungen der Abonnementkunden sowie durch Werbung verdient. Werbung bezeichnet in diesem Kontext dabei zum einen explizit die in der Zeitung abgedruckten Werbeanzeigen sowie die Beilagen, die in der Zeitung enthalten sind.

4.2 Geschäftsmodell eines Onlinenachrichtenportals

Durch den in Deutschland mittlerweile flächendeckend ermöglichten Zugang zum Internet hat sich parallel und basierend auf dem klassischen Geschäftsmodell der Tageszeitung das digitale Geschäftsmodell des Onlinenachrichtenportals entwickelt. Um die Relevanz zu verdeutlichen, welche die Onlinenachrichtenportale der Tageszeitungen heute bereits haben, können die drei am häufigsten besuchten Onlineportale der Tageszeitungen Bild, die Welt und die Süddeutsche dienen. *Bild.de* wurde im September 2013 rund 256 Millionen Mal besucht, die Portale *welt.de* und *sueddeutsche.de* verzeichneten im gleichen Zeitraum je rund 50 Millionen Besuch. [19] Im Schnitt verzeichnen die drei meistbesuchten Nachrichtenplattformen der Tageszeitungen demnach rund 11,9 Millionen Besuche pro Tag. Zum Vergleich: Im Jahr 2012 wurden 18,4 Millionen gedruckte Exemplare pro Tag verkauft [5].

Ein beispielhaft für die Branche stehendes Geschäftsmodell für ein Onlinenachrichtenportal ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

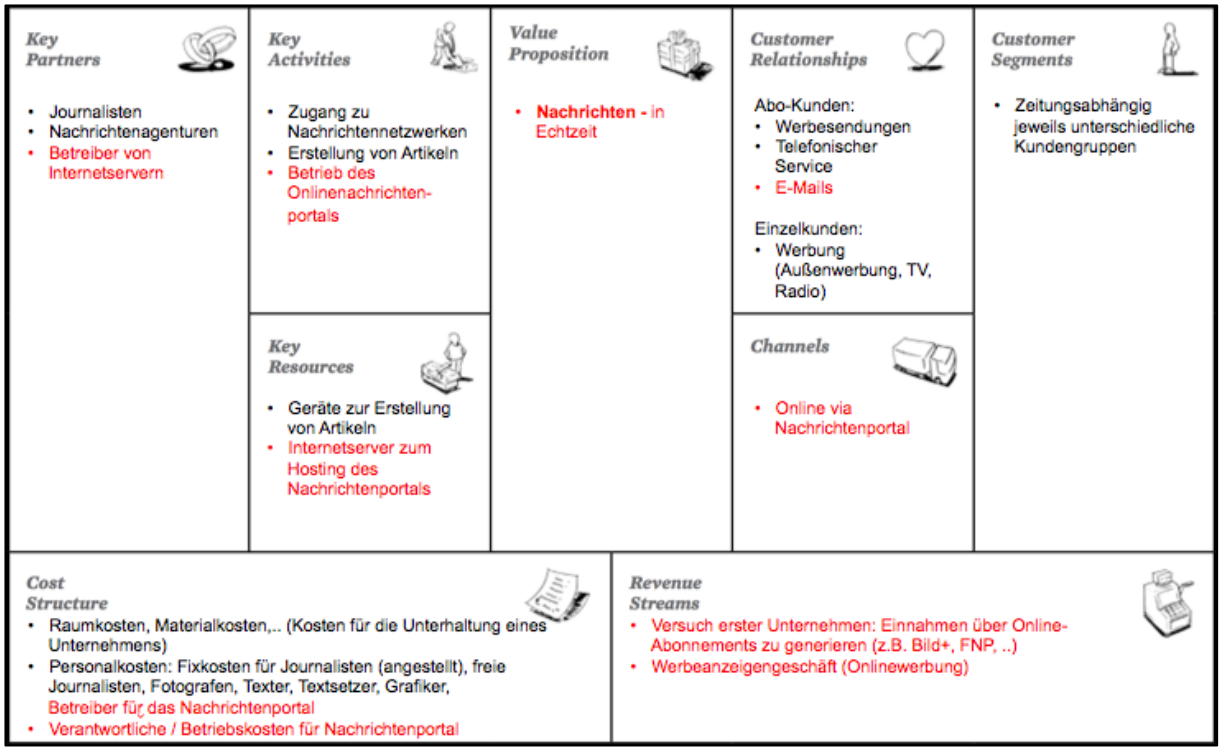


Bild 5: Das Geschäftsmodell des Onlinenachrichtenportals in den BMC transformiert (eigene Darstellung)

Bei dem in Abbildung fünf dargestellten Geschäftsmodell eines Onlinenachrichtenportals sind die, im Vergleich zur gedruckten Tageszeitung neuen, beziehungsweise veränderten, Elemente des Geschäftsmodells rot kenntlich gemacht.

Einer der größten Unterschiede wird bereits beim zentralen Punkt der *Value Proposition* deutlich. Die Aktualität der Nachrichten ist von wesentlich höherer Relevanz als bei der gedruckten Tageszeitung. Besucher des Onlinenachrichtenportals wollen die Informationen nach Möglichkeit mit geringstmöglicher Verzögerung konsumieren. Der Anspruch liegt hierbei auf der Berichterstattung gegenwärtiger Ereignisse, die im Idealfall gleichzeitig noch hochwertig und verlässlich sind.

Das Feld *Key Partners* verdeutlicht einen weiteren Unterschied, welcher sich durch das gesamte Geschäftsmodell zieht. Durch das virtuelle Erscheinen der Nachrichten fallen der Druck sowie die Distribution komplett weg. Dafür werden Server für den Betrieb des Onlinenachrichtenportals notwendig. Dementsprechend fallen bei den *Key Activities* der Zugang zu Druckereien und die Haltung eines Distributions- und Vertriebsnetzes weg. Neu dazu kommt dafür der Betrieb des Onlinenachrichtenportals, für den neue Mitarbeiter, Software und Lizenzen benötigt werden. Ähnlich sieht es bei den *Key Ressources* aus. Hier verschwindet die Druckerei als Ressource, dafür werden nun Internetserver und Software zum Betreiben des Onlinenachrichtenportals benötigt.

Bei den *Customer Relationships* können die bekannten Abonnementkunden nun hinzukommend via Email kontaktiert werden. Der verwendbare *Channel* beschränkt sich beim Onlinenachrichtenportal auf den virtuellen Zugang über das Internet. An den *Customer Segments* ändert sich, wie bereits beim Geschäftsmodell der gedruckten Tageszeitung beschrieben wurde, nichts.

Entsprechend der Veränderungen in den *Key*-Feldern entwickelt sich auch die *Cost Structure*. Statt der Druck- und Distributionskosten fallen nun Kosten für den Betrieb und die Verantwortlichen des Onlinenachrichtenportals an.

Das Feld, dessen Veränderungen die größten Auswirkungen auf das gesamte Modell haben, ist das der *Revenue streams*. Aufgrund des Wegfalls der gedruckten Zeitungen bleiben die über Einzel- und Abonnementkunden generierten Umsätze aus. Die bei vielen Portalen einzige Einnahmequelle ist bisher das Geschäft mit Werbebannern. Auch versuchen einige Zeitungen mittlerweile mit der Anzeige von Inhalten Umsätze zu generieren.

5 Konsequenzen und neue Herausforderungen für die Branche

Der vorliegende analysierende Vergleich zeigt, wie sich auf Basis des klassischen Geschäftsmodells der gedruckten Tageszeitung, das digitale Geschäftsmodell des Onlinenachrichtenportals entwickelt hat. Aktuell existieren bei vielen Zeitungshäusern beide Geschäftsmodelle in Co-Existenz. Wie dies in Zukunft aussehen wird ist allerdings noch unklar.

Jüngste Beispiele, wie die Schließung der Financial Times Deutschland, oder die Insolvenz der Frankfurter Rundschau, verdeutlichen den Druck, der auf den Zeitungshäusern lastet [21].

Da das Betreiben einer Onlineausgabe für die Zeitungen aufgrund des digitalen Zeitalters unumgänglich ist um wettbewerbsfähig zu bleiben, ist es nun von besonderer Relevanz mit Hilfe des digitalen Geschäftsmodells Gewinne zu erwirtschaften. Positivbeispiele, wie das von *SpiegelOnline* zeigen, dass es durchaus möglich ist, auch mit einem digitalen Geschäftsmodell gewinnbringende Umsätze zu generieren [22]. Die neue Herausforderung besteht für die Zeitungshäuser also in erster Linie darin, das Geschäft mit den Onlinenachrichtenplattformen profitabel zu machen [23] .

Bei diesem Versuch wird jedoch insbesondere ein Problem deutlich: Aufgrund der Tatsache, dass nur einer von drei Nutzern von Onlinenachrichtenplattformen dazu bereit ist, für Informationen und Nachrichten zu bezahlen, wird es schwierig für die Portale, sich durch Nutzerzahlungen zu finanzieren. Für die Onlineportale besteht also die Gefahr, dass es, sobald es kostenpflichtig wird, einen überwiegenden Teil seiner Besucher verliert. Erschwerend hinzu kommt, dass die durch öffentliche Gelder finanzierten Onlineportale (*ARD ZDF Deutschlandradio Beitragsservice*) wie beispielsweise *tageschau.de* kostenlos bleiben können, wenn aufgrund eines Gerichtsurteils auch nur mit Einschränkungen [24].

Mehrere Onlinenachrichtenportale, darunter auch bild.de, das Hamburger Abendblatt oder die Welt versuchen durch verschiedene Abrechnungsmodelle für die Anzeige von redaktionellen Inhalten Umsätze zu generieren. Im August 2013 verlangten bereits 46 von 332 deutschen Zeitungen auf ihren Webseiten Geld für die Anzeige von Artikeln [25].

Zwei weitere kritische Faktoren, die über den Erfolg oder Misserfolg der Onlinenachrichtenportale entscheiden können, sind die internen Redaktionsprozesse und die IT-Infrastruktur. Die internen Abläufe und Prozesse innerhalb der Redaktionen müssen dahingehend angepasst werden, dass aufgrund der Anforderung, dass Nachrichten nahezu in Echtzeit geliefert werden, dies auch möglich ist. Der klassische Redaktionsschluss fällt weg und es müssen jederzeit abrufbare Mitarbeiter zur Verfügung stehen. Dies kann allerdings steigende Personalkosten und veränderte Entscheidungswege und –prozesse zur Folge haben. Der zweite kritische Faktor, die Bereitstellung von IT-Infrastruktur, ist daher von besonderem Interesse, da ohne funktionierende Server die Onlinenachrichtenportale nicht

erreichbar sind. Funktionierende Webserver nehmen im digitalen Geschäftsmodell jene erfolgskritische Rolle ein, die Druckereien im klassischen Modell besitzen.

Sascha Lobo, seinerseits Internetpionier und Blogger [26], hat ein Modell entwickelt, wie seiner Meinung nach ein Onlinenachrichtenportal in der Zukunft aussehen muss um erfolgreich und profitabel zu sein. Demnach muss ein Onlineportal dreiteilig aufgebaut sein: Es muss eine schnell erfassbare Aufbereitung der Schlagzeilen zur Übersicht beinhalten. Dazukommend muss es eine mittellange, teils erklärende, teils meinungsbasierte und bildhafte Aufbereitung von Nachrichten beinhalten. Zuletzt muss eine lange und textreiche Hintergrunderklärung Bestandteil des Portals sein – diese Inhalte sind jedoch kostenpflichtig. [27]

Ob die Onlinenachrichtenplattformen der Zukunft tatsächlich so aussehen werden, wie Lobo es beschreibt bleibt genauso abzuwarten, wie die Entwicklung der gesamten Tageszeitungsbranche.

6 Literatur

[1] Chesbrough, H (2007): Business model innovation: it's not just about technology anymore. Strategy & Leadership Vol. 35 No. 6 2007:12-17.

[2] Bertels, HMJ; Elsum, IR; Koen, PA (2011): The Three faces of business model innovation: Challenges for established firms. Research – Technology Management May-June 2011:52-59.

[3] Wirtz, BW (2006): Medien und Internetmanagement. 6. Auflage. Gabler, Wiesbaden.

[4] Kremers, P (2012): Wer sterben und wer überleben wird. http://www.zeit.de/wirtschaft/unternehmen/2012-11/Tageszeitung/seite-3. Abgerufen am 22.10.2013.

[5] Statista (2013): Die Tageszeitung in der Krise. http://de.statista.com/themen/176/zeitung/infografik/714/die-tageszeitung-in-der-krise/. Abgerufen am 20.10.2013.

[6] Pasquay, A (2012): Zur wirtschaftlichen Lage der Zeitungen in Deutschland 2013. http://www.bdzv.de/markttrends-und-daten/wirtschaftliche-lage/artikel/detail/zur_wirtschaftlichen_lage_der_zeitungen_in_deutschland_2012. Abgerufen am 19.10.2013.

[7] Otte, R. (2009): Das Internet bedrängt die Zeitungen weil es gut ist. http://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article4118192/Das-Internet-bedraengt-die-Zeitung-weil-es-gut-ist.html. Abgerufen am 22.10.2013.

[8] Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (2002): http://ausweisung.ivw-online.de/index.php?i=11&mz_szm=200201&pis=0&filter=19. Abgerufen am 30.10.2013.

[9] Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (2013): http://ausweisung.ivw-online.de/index.php?i=11&mz_szm=201301&pis=0&filter=19. Abgerufen am 30.10.2013.

[10] Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (2002): http://ausweisung.ivw-online.de/index.php?i=11&mz_szm=200201&pis=0&filter=6. Abgerufen am 30.10.2013.

[11] Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (2013): http://ausweisung.ivw-online.de/index.php?i=11&mz_szm=201301&pis=0&filter=6. Abgerufen am 30.10.2013.

[12] Diez, G (2009): Wieso die Zeitunng in Existenznöten ist. http://www.spiegel.de/kultur/gesellschaft/krise-der-printmedien-wieso-die-zeitung-in-existenznoeten-ist-a-623345.html. Abgerufen am 22.10.2013

[13] Amit, R; Zott, C (2001): Value Creation in e-Business. Strategic Management Journal 22: 493-520.

[14] Burkhart, T; Di Valentin, C; Vanderhaeghen, D; Werth, D; Loos, P (2012): Towards a Framework for Transforming Business Models into Business Processes. Americas Conference on Information Systems *(AMCIS-12)*, Seattle, WA, United States.

[15] Chesbrough, H (2006): Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape. Harvard Business School Press, Boston.

[16] Veit, D; Clemons, E; Benlian, A; Buxmann, P; Hess, T; Kundisch, Leimeister, JM; Loos, P; Spann, M (2013): Business Models – An Information Systems Research Agenda. Vorabpublikation.

[17] Chesbrough, H (2010): Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. Long Range Planning 43:354-363.

[18] Osterwalder, A; Pigneur, Y (2010): Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. Campus Verlag, Frankfurt / New York.

[19] Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (2013): http://ausweisung.ivw-online.de/index.php?i=11&mz_szm=201309&pis=0&filter=27&sort=vgd. Abgerufen am 30.10.2013.

[20] Creative Commons Licence (o.J.): Business Model Canvas. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/ Business_ Model_ Canvas.png. Abgerufen am 20.10.2013.

[21] Kremers, P (2012): Wer sterben und wer überleben wird. http://www.zeit.de/wirtschaft/unternehmen/2012-11/Tageszeitung. Abgerufen am 22.10.2013.

[22] Hamman, G (2012): Im Sturm. http://www.zeit.de/2012/48/Medien-Zeitung-Journalismus/seite-2. Abgerufen am 22.10.2013.

[23] Lischke Consulting GmbH (2012): Zeitungs-Krise: 38 Prozent der Deutschen wollen „Kostenlos-Kultur“ aufgeben. http://www.lischke.com/aktuelles/detail/2012-12-20-zeitungs-krise-38-prozent-der-deutschen-wollen-kostenlos-kultur-aufgeben. Abgerufen am 30.10.2013.

[24] Sueddeutsche.de (2012): Gericht gibt Zeitungsverlagen Recht. http://www.sueddeutsche.de/medien/klage-gegen-tagesschau-app-gericht-gibt-zeitungsverlagen-recht-1.1480563. Abgerufen am 30.10.2013.

[25] Von Schnibben, C (2013): Das Zeitungsdrama. Der Spiegel 32/2013: 57-63

[26] Hünninger, AH (2012): Gefragt und gehasst. http://www.zeit.de/2012/17/Sascha-Lobo/komplettansicht. Abgerufen am 23.10.2013.

[27] Lobo, S (2013): Nicht geschenkt!? – Wie sich Zeitung neu erfinden muss. http://gutjahr.biz/2013/03/zukunft-zeitung/. Abgerufen am 23.10.2013.

Ökologische Neuausrichtung zweier Prozesse des IT-Service-Managements im Rahmen einer Fallstudie (Abstract Only)

Patrick Nieser, Markus Reiter

Institut für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbücken, E-Mail: vorname.nachname@iwi.dfki.de

Abstract

Die IT Infrastructure Library (ITIL) bietet Best-Practice-Methoden für Prozessabläufe innerhalb von IT- und Dienstleistungsunternehmen. Heutzutage rückt das Forschungsgebiet des Green BPR immer weiter in den Vordergrund, da das ökologische Denken innerhalb der IT an Bedeutung gewinnt. Trotz dieses Wandels innerhalb der IT ist die ITIL nur selten in Bezug auf ökologische Zielsetzungen betrachtet worden. Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit mit Hilfe von Green BPR zwei Prozesse der ITIL analysiert und um ökologische Aspekte erweitert. Dieses Reengineering wird im Rahmen einer Fallstudie durchgeführt. Ziel ist es, die gesamte ITIL um ökologische Aspekte zu erweitern. Des Weiteren sollen Erkenntnisse für die Entwicklung einer grünen BPR-Methode gewonnen werden.

How leading retail companies and their customers can benefit from mobile solutions using SAP technology (Abstract Only)

Christian Schweig

University of Liechtenstein, Hilti Chair of Business Process Management, Institute of Information Systems, Fürst-Franz-Josef-Strasse, FL-9490 Vaduz, Principality of Liechtenstein, E-Mail: christian.schweig@uni.li

retailsolutions AG, Baarerstrasse 86, CH-6302 Zug, Switzerland, E-Mail: christian.schweig@retailsolutions.ch

Christina Di Valentin

Saarland University, Institute for Information Systems at the German Research Center for Artificial Intelligence, Stuhlsatzenhausweg 3, D-66123 Saarbrücken, Germany, E-Mail: christina.divalentin@iwi.uni-sb.de

Abstract

Mobile computing is an emerging technology with a significant impact on retail industry. In this article, we analyse possible applications of mobile solutions in retail scenarios. We present a case study, which deals with a typical sales process, in order to show how and to what extent leading retail companies and their customers can benefit from mobility. To verify our results, we conducted a survey among experienced SAP Retail consultants. Besides contemporary challenges like Bring Your Own Device and Mobile Device Management, we will also look at technical issues when it comes to develop and introduce mobile solutions.

Cost of FREE – der tatsächliche Preis einer App (Abstract Only)

Florian T. G. Stadler

Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 95447 Bayreuth,
E-Mail: Florian.T.G.Stadler@stmail.uni-bayreuth.de

Christoph Buck

Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 95447 Bayreuth,
E-Mail: Christoph.Buck@uni-bayreuth.de

Abstract

Mobile Applikationen und Smart Mobile Devices stellen zunehmend einen prosperierenden Zweig der Softwareindustrie dar. Trotz der zunehmenden Anzahl an Applikationen und Entwicklern in den weltweit führenden App-Stores nimmt der Anteil der vermeintlich kostenlosen Applikationen zu. Der Beitrag erörtert bestehende Preis- und Erlösmodelle der App-Economy und zeigt, aufgrund der durch mobile Applikationen und Smart Mobile Devices erreichten hohen Datengüte, deren zunehmende Fokussierung auf die Gewinnung persönlicher Daten auf. Die von mobilen Applikationen erhobenen Daten werden klassifiziert und die zu positiven Rückkopplungseffekten führende Verknüpfung wird aufgezeigt.

The Relationship between Customer Reviews and Online Sales

Johannes Joch

Universität Stockholm, E-Mail: jojo8712@student.su.se

Abstract

With an increase in relevance of e-commerce, customer reviews are promoted by online stores to indicate the quality of a product. However, insight on the relationship between the average rating of customer reviews and product sales in literature is contradicting and mostly limited to the American market. An analysis of the correlation between these two product attributes with real store data may increase understanding of this relationship. Between 2012 and 2013, a rich set of quantitative panel data from the German amazon.de store was recorded. This data was analyzed and for the full sample of books, no significant correlation was found. Analyzing the sub-sample of below-average priced books did not yield a significant correlation either, though above-average priced books showed a strong positive correlation, showing that research in this field has to apply more complex models considering more dimensions to describe customer behavior.

1 Introduction

One of the core reasons for the increasing popularity of e-commerce in today's business environment is the decrease of consumer search [1] cost due to the easy access to product information such as prices and product attributes [2]. Traditionally, this information has been provided by the vendor and word of mouth like customer experiences had to be gathered from separate sources. With the adoption of customer reviews in e-commerce, both vendor information and word of mouth is in one place, which helped word of mouth to play an increasing role in customer decision making.

In economics, goods can be categorized by the way their quality can be categorized before purchase. Search goods' quality can easily be verified by the product attribute information provided by the vendor. In contrast, experience goods are those who's quality can only be determined by consumption [3], such as that of a book. Therefore the information asymmetry for buyers of experience goods is greater which makes customer reviews potentially more relevant, since they cannot rely on product attributes like size, duration or such.

Many online stores today promote word of mouth by allowing users to see (and contribute) customer reviews. Customer reviews across the industry are represented by a one to five star rating with whole-star increments. These reviews are also relevant to online stores, which can, having sufficient insight into their effects, emphasize reviews and give them a more prominent position on the website if that increases a product's sales. If the effects are not as desirable, the emphasis can be on product attributes.

The effect of various dimensions of customer reviews (e.g. average rating, variance of ratings, rating of most popular review, number of reviews) is subject to latest research. One of these dimensions, the arithmetic mean (henceforth average) of the rating, seems to have the straight-forward implication to show how much past customers enjoyed that product on average. However, these average ratings reflect the opinion of past consumers and its effect on potential future consumers is subject to controversy in literature. The average rating has been found to be positively related to the development of sales by [1] in a study of the websites *amazon.com* and *BN.com* and by [4] analyzing box office reviews of motion pictures. However, in their study, also on box office performance of motion pictures, [5] could not find the average rating to be statistically significantly related to sales.

With this homogeneity of results in the American market, and e-commerce playing an increasing role in the German economy, the lack of knowledge on the effect of the average rating of reviews on German customers raises attention. This study therefore evaluates the correlation between a change in the average rating of a product and its sales in the German market. It should answer whether a change in the average rating is correlated to the corresponding change in sales.

2 Methodology

In order to answer the main research question regarding the relationship between the average rating of products' customer reviews and their sales in the German e-commerce market, customers actual behavior in real online stores that provide the customer reviews and a sales rank for each product is recoded. The gathered quantitative data indicates the specific relationship of a change in the average rating corresponds and the sales figures. Research using data from the website provides rich inside gained by observing the natural setting with the objectivity of documentary data, ruling out possible influences or subjectivities of the researcher and has been used by previous researchers in the field [5]–[7]. The data on products from online stores allows observing the relationship between a change in customer reviews within two points in time and the change in the product's sales ranks. The analysis of this data yields inside on real customer behavior that is not biased by any researcher's subjectivity or experiment but shows the statistical relationship between the average rating and sales.

2.1 Data Collection Method

The quantitative data required for this research was recorded by a web crawler. The web crawler is software designed to record online data in an automated way. The author of this paper programmed it in the language Python due to its comprehensive availability of web frameworks. Using GreenPool from the framework Eventlet, event driven web requests can be processed concurrently. The fetched HTML website is parsed in an XML tree that can be traversed in the query language XPath. The collected data is then stored in an SQL database for analysis.

Further, several German online stores provide their customers with reviews and sales ranks, but since this analysis method requires additional reviews that are added during the observation period, it requires a large online store, thus it focuses on the online store amazon.de. In existing literature, amazon.com sales ranks are considered a sufficient proxy for the number of product sales [6], a fact that can be generalized to amazon.de, assuming the same algorithms are used to create ranks.

Amazon.de offers a large variety of products, but to potentially allow advanced statistical analysis, the study selects top selling books in the English language. With its unique identifier, the ISBN, the data on these products can be compared to other market's data. This does not allow a generalization of the results over all product categories or online stores; however the quality of results for this specific case is paramount.

2.2 Sampling

The research at hand evaluates the effect of the average rating of a product on purchasing behavior of customers. As a representative item for this analysis, books are selected, since books are classified experience goods presented in the introduction. The information asymmetry for buyers of such products is greater which makes customer reviews potentially more relevant, since they cannot rely on product attributes like size, duration or such. Further this research focuses on amazon.de due to its popularity and the number of reviews provided. To answer the research question, the customers are not taken as a sample directly. This research rather uses an indirect approach to observe the customers behavior making the offered and sold books the subject of research. It analyzes the relationship between the average rating and the corresponding sales volume of these products. Since this data is observable on amazon.de's website and can be gathered automatically by a web crawler, a comprehensive sampling of the books can be build and no random sampling is necessary. The bestselling books are selected by using amazon.de's own list of the most popular items of the product

category “Books in the English language” which comprises around four thousand items that are initially recorded as the base sample before those products’ attributes are recorded in a second step.

The sample selection for this data collection can be biased due to various reasons. Firstly, for these popular books, purchase decisions might not only be influenced by customer reviews but also strongly by other word of mouth such as social networks or media. This implies that an observation of low selling products could be more conclusive, since customers have to rely stronger on customer ratings for those products due to low media coverage. However, as aforementioned, an analysis of low selling books is not possible due to too few new customer reviews in the observation period, which is not suitable for the used way of analysis. Secondly, the study has a design bias, since discontinued products cannot be analyzed, which possibly results in a change of results. These biases could be countered by collecting qualitative data in e.g. surveys or lab experiments to investigate peoples’ purchase behavior regarding low selling products, which is not within the scope of this research.

2.3 Data

This chapter describes the required data that gathered in a detailed way and outline the technical way the collection was carried out. As aforementioned, for the analysis data on the most popular books in the English language sold on German amazon.de was gathered. Using the web crawler as described in chapter 2.1 (Data Collection Method), first a sample of the most popular books in the English language was selected by crawling the page listing that product category’s 4139 most popular items. The unique identifiers of these products, such as the *Amazon Standard Identification Number* (ASIN) and the ISBN are stored in the table *allEnglBooks* and used to generate the individual website URLs. In order to put the change in the average product ratings and the corresponding change in the sales rank in relation, these products’ attributes price, availability, shipping cost, sales rank and customer reviews were collected in two points in time. The price, availability and the shipping cost is collected in order to control for changes that could influence the sales rank apart from customer reviews. The attribute data is stored in the table *hitsEngBooksDE* and was recorded on the 07.05.2012 and on the 18.10.2013, resulting in data capturing the total change over 529 days. Out of the above collected sample of 4139 books, 665 books did not provide data for the second point in time, for which decommissioning can be assumed to be the prevalent reason, resulting in 3474 books. Out of these, 2721 had all relevant attributes such as customer ratings, sales rank and price available.

2.4 Data Analysis Method

The explanation and justification of the data analysis method starts off again with the research question asking what the correlation between a change in products’ average ratings of customer reviews and their change in sales is. According to [8, p. 84], customer opinions are classified as qualitative data. When rating a product, customers code [8, p. 84] this qualitative data into a quantitative star rating which can in the case of the research at hand be analyzed like the quantitative data on the products’ prices or sales ranks. Thus, based on the research question, quantitative panel data was collected on the attributes of 2153 products in two points in time. To describe the analysis further, the following formal expressions are introduced: x_t^i describes the attribute x of the product i, at the occasion $t \in \{1,2\}$ (beginning and end of the observation period). In a first step of analysis, the difference between the products’ attributes in these two occasions is calculated: $\Delta x^i = x_2^i - x_1^i$. This allows statements for the development of each individual product’s attributes such as: did the sales rank (salesrank) of a product change; did the additional customer ratings improve or worsen the average rating (avg); how did the price (pr) change; did the rating of the most helpful customer review

(mh) change? The final analysis answering the research question is a multiple linear regression yielding the strength of influence (regression coefficient $\beta_i \in R$) of the independent variables (avg, pr, mh) on the dependent variable (salesrank) where ε^i denotes a normally distributed random error and the logarithm of sales rank and price is used to convert their exponential nature into a linear function:

$$\Delta\log(\text{salesrank}^i) = \beta_0 + \beta_1 \Delta\text{avg}^i + \beta_2 \Delta\log(\text{pr}^i) + \beta_3 \Delta\text{mh}^i + \varepsilon^i$$

To control for significance, robust (Huber-White) standard errors are computed for which homoskedasticity and normality does not have to be assumed [9, p. 251].

The described sample of books and the above presented analysis method does not only allow an analysis of the full sample. It is also possible to split the sample by any attribute such as customer rating, price or availability. In this study, apart from the full sample analysis, separate analysis was applied on two samples split by the average price, which allows differentiated conclusions on the effect of customer ratings on below-average priced versus its effect on above-average priced books.

In a study with a similar research question, [1] investigated the effect of customer reviews on product sales using data from two American online bookstores. The panel data used by [1] also is on the products' attributes in two points in time. However, instead of using multiple regression analysis like the study at hand does, they use a specialized regression analysis in order to eliminate fixed effects such as the effect of promotions on the website. Their method of analysis is a Difference in Difference analysis which by considering two groups, one treatment and one control group, can eliminate such effects [10]. Similarly, [7] analyzed the specific effect of the variance in product ratings both for high and low average ratings, also using panel data of two American online stores to carry out a Difference in Difference analysis.

2.5 Research Ethics

The data used for this research is gathered from publicly available product-websites on the German amazon.de website. The data recorded is non personal, thus its possession does not raise privacy issues and nothing has to be anonymized.

The data is freely accessible online, which implies that no implicit consent is required from amazon.de when viewing the data. However, using an automated crawler to access the website's content does raise further problems apart from privacy issues. Among those are denial of service issues and costs on the side of the website crawled. In order to counter those issues, [11] recommend researchers firstly to evaluate whether the crawled websites have the required bandwidth to fulfill all requests and that data is purposefully selected and not required without appropriate reason. Secondly, according to [11], it is common practice for websites to indicate in the robots.txt file if they wish to be crawled or if they wish to exclude all or parts of their content. Since amazon.de does exclude some of its content like sub-websites with special offers but does not exclude the general products websites, it can be concluded that amazon.de is aware of the use of crawlers and does not object this way of data collection.

3 Results

The effect of customer reviews on sales in today's e-commerce driven businesses is found to play an increasing role in customer purchase decision making, which is mostly observed in the American market [1], [7]. The main purpose of this study is to investigate the correlation between a change in products' average ratings of customer reviews and the corresponding change in their sales using data from the German market. This quantitative data on English books is gathered from amazon.de using a web crawler. This chapter will start off by outlining the data that was collected and give an overview over the recorded products' attributes. Based on the recorded data, results will be presented that will be used to answer the research question.

Out of the most popular 4139 books in the English language initially recorded, 2721 books had all required attributes available in the end of the observation period from the 07.05.2012 to the 18.10.2013. Thus, the following background data describes only the sample for which complete data was available. This is summarizing the data as recorded at the first occasion: On average, the products' sales rank was the 10549^{th} in the category "English books" (SD = 12638). The books average rating in the first point in time was 4.40 stars (SD = 0.587), which on a scale from one to five shows the very positive nature of ratings. In literature, this effect has been observed and described as the *purchasing bias* describing that a product is only purchased by people that are likely to like it and thus provide positive feedback in the end [12]. The average product started off with 40.99 customer reviews (SD = 147.29). Finally, the products cost €11.12 on average with a wide range in individual prices (SD = 9.62) in the beginning.

The analysis, as presented in chapter 2.4 (Data Analysis Method), was carried out using the statistical software Stata. A multiple regression analysis of the above described sample on 2153 books was carried out, not only to investigate the relationship between the sales rank and the average in customer reviews, but also the relationship between the sales rank and other variables such as the price and the rating of the most popular review.

For this analysis, the total change between the two recordings from different moments was calculated for all attributes. On average, due to new books that got introduced taking the lower sales ranks, the products' sales rank increased by 14059 ranks (SD = 29356) up from the initial 10549^{th} rank. When reading these statistics, it has to be considered that a low sales rank implies higher sales than a high sales rank. Thus, a negative correlation of any measured variable with the sales rank corresponds to a positive correlation of that variable with real sales. Further, the incremental 2.74 reviews that each product received worsened the average rating of 4.40 stars by 0.05 stars during the time of observation while the products price got reduced by €0.08.

diff_log_rank	Coef.	Rob. std. error	t	P>|t|
diff_avg_rating	-0.129	0.109	-1.18	0.236
diff_log_price	1.792***	0.289	6.19	0.000
diff_firstrevstars	-0.192***	0.0656	-2.92	0.004
Constant	0.799***	0.0344	23.22	0.000
Observations	2,721			
R-squared	0.020			

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Table 1: Linear regression analysis of the full sample

The change in these variables was then used for regression analysis (see table 1). The correlation between the average rating and the sales rank is negative (-0.129) but the null hypothesis, assuming that the change in average ratings has no effect on the sales rank, cannot be rejected (p = 0.236). That means that the results recorded have a 23.6% chance to be observed in a random sample in which the average ratings have no effect. Thus, with an increase in the average rating of a product, sales of that product increase, but do so non-significantly. A significant (p = 0.000) and positive correlation (1.792) is found to the price of products. Finally, the correlation coefficient of the most prominent customer review is negative (-0.192) and also statistically significant (p = 0.004). The found correlation coefficients of the model have a low fit to the empirical data (R-squared = 0.020).

The above presented analysis considered the full sample of 2721 books. In the following, two additional regression analyses were carried out in the same way as above but on two different samples. The first comprised all books that had an initial below-average price (price<€11.12), which add up to 1825 observations. The other sample of 896 represented the books that cost above-average (price>€11.12).

diff_log_rank	Coef.	Rob. std. error	t	P>|t|
diff_avg_rating	0.107	0.126	0.86	0.391
diff_log_price	1.863***	0.345	5.41	0.000
diff_firstrevstars	-0.259***	0.082	-3.15	0.002
Constant	0.847***	0.041	20.58	0.000
Observations	1825			
R-squared	0.023			

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Table 2: Linear regression analysis of the below-average priced sample

The results of the below-average priced sample are presented in table 2. Again, the model shows low fit (R-squared = 0.023). One change in comparison to the full sample is that the average rating is now

positively correlated (0.107), despite this being non-significant (p = 0.391). The other values are close to what was observed for the full sample.

diff_log_rank	Coef.	Rob. std. error	t	P>|t|
diff_avg_rating	-0.520**	0.205	-2.53	0.011
diff_log_price	1.973***	0.571	3.45	0.001
diff_firstrevstars	-0.043	0.111	-0.39	0.700
Constant	0.708***	0.065	10.89	0.000
Observations	896			
R-squared	0.026			

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Table 3: Linear regression analysis of the above-average priced sample

The regression analysis on the sample comprising the more than average priced books is presented in table 3. It shows a much higher significance (p = 0.011) in the correlation between the average customer rating of a product and its sales rank. This is a negative correlation of -0.520, suggesting that for this sample an incremental positive rating correlates with an increase in total sales. Further, for this sample the correlation of the price (1.973) is higher than that of the below-average priced products, whereas the correlation to the most helpful review is non-significant (p = 0.700).

4 Discussion

The research question of this study asked w*hat the correlation between a change in products' average ratings of customer reviews and their change in sales in the German e-commerce market is*. For this research, quantitative data on books has been analyzed. The results showed that no statistically significant relationship between changes in average customer ratings and sales of products could be found for a sample of high selling books on German amazon.de. Due to this finding, the analysis was refined. The sample was split into two parts separated by the average price, the first comprising below-average priced books, and the second comprising above-average priced books. For the first sub-sample, again no significant relationship could be found. However, for above-average priced books, a highly significant positive relationship could be found between the average price and sales. The interpretation of these results suggests that customers pay more attention to reviews when they buy a more expensive product in comparison to cheaper products, which makes a correlation observable only in the group of expensive products.

The first finding of a non-significant correlation for the full sample is supported by several studies in the American marked. [5] could not find customer of movie reviews to have a correlation with box office revenue. In a study that is more similar to the one at hand, [2] scrutinize data on amazon.com and cannot find a relationship either. According to [7], who analyzes the impact of the variance in customer reviews, a reason for not finding a correlation can be in not considering the impact of the variance along with the average rating. However, literature also supports the finding of a positive correlation that was found in the above-average priced sample of books. In their study, [1] discovered that an improvement of reviews on amazon.com yields an increase in sales relative to amazon.com's

competitor BN.com when reviews there remain static. Thus, when putting the findings of the study at hand in relation to the current state of literature, it becomes apparent that both show dissimilar results, implying that the research on customer reviews still needs much attention to create holistic and coherent insight on customer behavior.

The findings and contributions of this research are relevant for both academia and business. Firstly, this research shows to academia that no trivial solution is available to answer what the effect of customer reviews is, so future research, as further elaborated below, is necessary considering a more complex mix of attributes to explain purchase decisions. Secondly, businesses can draw on the limited insight this research yields to optimize their use of customer reviews. With the assumption that the observed positive correlation between average ratings and sales for more expensive books is due to causation, they can conclude that positive customer reviews for this, and similar types of products, stimulate sales. Therefore they can promote customer reviews more aggressively in such cases by giving them a more prominent place on the website.

This study comes with various limitations that are due to the chosen research methodology and the sample selected. Generally, analyzing correlations in consumer behavior only based on quantitative real sales data does not allow causal conclusions on why customers act in that way. In this study for example, the correlation of reviews for high priced products with sales has been shown but it does not allow the scientific conclusion that the improved average rating triggered the increase in sales. A second limitation that comes with the selected methodology is the focus on products that are sold often, which is necessary due to the type of analysis.
The representativeness of the selected sample also limits the way in which findings can be generalized. The sample consisted of high selling books in the English language on the Germany amazon.de website. By only focusing on one country's store and further only on one product category, the findings cannot be generalized to other stores or products.

With the aforementioned limitations, areas for future research are various. To allow more general findings, this study has to be carried out again for a broader sample showing how customer reviews influence other product types in other stores. This would take away the finding's restriction to English books sold on amazon.de. To analyze weather the observed correlation is caused by causation, additional qualitative research like surveys or lab experiments should investigate how reviews impact peoples' purchase decision and what reasoning they follow.

Concluding, this study showed that the general assumption that more positive customer reviews imply an increase in sales is not generally significant. However, for the sub-set of higher priced books, a significant positive correlation between customer reviews and sales could be shown. This study is limited in several aspects but complements current literature with findings in the German market that further research can add insight to.

5 Literatur

[1] J. Chevalier and D. Mayzlin, "The Effect of Word of Mouth on Sales: Online Book Reviews," *J. Mark. Res.*, vol. 43, no. 3, pp. 345–354, 2006.

[2] P.-Y. S. Chen, S. Wu, and J. Yoon, "The Impact of Online Recommendations and Consumer Feedback on Sales," in *International Conference on Information Systems ICIS*, 2004, pp. 711–724.

[3] P. Nelson, "Information and Consumer Behavior," *J. Polit. Econ.*, vol. 78, no. 2, pp. 311–329.

[4] C. Dellarocas, X. M. Zhang, and N. F. Awad, "Exploring the value of online product reviews in forecasting sales: The case of motion pictures," *J. Interact. Mark.*, vol. 21, no. 4, pp. 23–45, 2007.

[5] W. Duan, B. Gu, and A. Whinston, "Do online reviews matter? — An empirical investigation of panel data," *Decis. Support Syst.*, vol. 45, no. 4, pp. 1007–1016, 2008.

[6] J. Chevalier and A. Goolsbee, "Measuring prices and price competition online: Amazon. com and BarnesandNoble. com," *Quant. Mark. Econ.*, vol. 1, no. 2, pp. 203–222, 2003.

[7] M. Sun, "How Does Variance of Product Ratings Matter ?," *Manage. Sci.*, vol. 58, no. 4, pp. 696–707, 2012.

[8] J. J. Randolph, *Multidisciplinary Methods in Educational Technology Research and Development*. HAMK Press, 2008.

[9] J. Wooldridge, *Introductory Econometrics: A modern approach*. South-Western Cengage Learning, 2009, p. 865.

[10] M. Bertrand, E. Duflo, and S. Mullainathan, "How much should we trust differences-in differences estimates?," *Q. J. Econ.*, vol. 119, no. 1, pp. 249–275, 2004.

[11] M. Thelwall and D. Stuart, "Web crawling ethics revisited: Cost, privacy, and denial of service," *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.*, vol. 57, no. 13, pp. 1771–1779, 2006.

[12] N. Hu, J. Zhang, and P. A. Pavlou, "Overcoming the J-shaped distribution of product reviews," *Commun. ACM*, vol. 52, no. 10, p. 144, 2009.

Teilkonferenz: Telekommunikations- und Internetwirtschaft

Die Telekommunikations- und Internetbranche ist im letzten Jahrzehnt zu einer Schlüsselindustrie für das Wirtschaftswachstum geworden und aus unserem gesellschaftlichen Leben nicht mehr wegzudenken. Die gestiegene Bedeutung der Industrie, die gepaart ist mit einem rasanten technologischen Fortschritt, machen die Telekommunikations- und Internetwirtschaft heute zu einem wichtigen Forschungsgebiet der Wirtschaftsinformatik.

In dem Track „Telekommunikations- und Internetwirtschaft“ wurden drei Aufsatz-Beiträge und ein Poster-Beitrag angenommen, die in ihrer Summe die Breite des Themengebiets darlegen und jeweils wesentliche Erkenntnisse für Wissenschaft und Praxis ableiten. Kübel und Zarnekow zeigen die strategischen Veränderungen im Internet-Ökosystem auf und adressieren wesentliche strategischen Stellschrauben, die den Erfolg einer digitalen Marktplattform beeinflussen. Walterbusch und Teuteberg analysieren Twitter-Daten hinsichtlich der Zufriedenheit von Cloud-Computing-Kunden. Limbach und Zarnekow identifizieren auf der Basis von Experteninterviews die Treiber und Hemmnisse von Kooperationen zwischen Telekommunikationsanbietern im deutschen Breitbandmarkt. Schließlich adressieren Herrmann et al. in ihrem Poster-Beitrag das hochaktuelle Thema der Regulierung von Roaminggebühren für Datendienste.

Abschließend möchten wir den Autoren und Gutachtern des Tracks für Ihr Engagement herzlich danken. Wir freuen uns auf eine rege Beteiligung und eine spannende Diskussion vor Ort.

Dezember 2013

Jan Krämer, Stefan Seifert

(Teilkonferenzleitung)

Kooperative Bereitstellung von Next Generation Access Netzen – Hinweise aus dem deutschen Breitbandmarkt (Abstract Only)

Felix Limbach

TU Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin, E-Mail: felix.limbach@tu-berlin.de

Rüdiger Zarnekow

TU Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin, E-Mail: ruediger.zarnekow@tu-berlin.de

Abstract:

Politiker, Wissenschaftler und Praktiker diskutieren im Rahmen der nationalen Breitbandstrategie inwieweit Kooperationen zwischen privaten Breitbandnetzbetreiber zum Aufbau von Next Generation Access Netzen beitragen können. Um diese Diskussion voranzubringen, bewertet unser Beitrag horizontale, vertikale und diagonale Kooperationen zwischen Telekommunikationsunternehmen mit einem Grounded Theory Ansatz. Die Untersuchungen in diesem Beitrag stützen sich auf Interviews mit fünfundzwanzig Experten in neun deutschen Telekommunikationsunternehmen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich verschiedene Formen der Zusammenarbeit in erster Linie an vertikalen und diagonalen Schnittstellen der Wertschöpfungskette entwickeln. Darüber hinaus lässt sich zeigen, dass der deutschen Breitbandmarkt derzeit in Richtung standardisierter Vorleistungsprodukte und einer desintegrierten Wertschöpfungskette bewegt. Im Gegensatz dazu stehen horizontale Kooperationen vor zahlreichen Herausforderungen.

Competition at Last? An Economic Analysis of Current Mobile Data Roaming Regulations in Europe (Abstract Only)

Philipp Herrmann

University of Paderborn, Information Management & E-Finance, D-33098 Paderborn,
E-Mail: dennis.kundisch@wiwi.uni-paderborn.de

Dennis Kundisch

University of Paderborn, Information Management & E-Finance, D-33098 Paderborn,
E-Mail: dennis.kundisch@wiwi.uni-paderborn.de

Vlad Nicolau

University of Innsbruck, Information Systems II, A-6091 Innsbruck,
E-Mail: steffen.zimmermann@uibk.ac.at

Steffen Zimmermann

University of Innsbruck, Information Systems II, A-6091 Innsbruck,
E-Mail: steffen.zimmermann@uibk.ac.at

Abstract

The mobile data roaming market in the European Union is characterized by a lack of competition resulting in wholesale and retail prices that are well above cost-based prices. In 2012, the European Commission has enacted new regulatory measures such as allowing for more players competing in the wholesale data roaming market and forcing mobile network operators to unbundle roaming services from domestic offers by 2014. Moreover, the European Commission recently proposed the elimination of roaming charges by 2016. Nevertheless, it remains unclear whether these measures will ultimately result in more competition and, thus, in increased social welfare. Drawing on existing research from IS, telecommunications and regulation domains, we propose the development of an analytical model to evaluate the economic implications of these regulatory measures.

Strategic control of digital platforms in the ICT industry – the derivation and validation of an analysis framework

Hannes Kuebel

Technical University Berlin, Chair of Information and Communication Management, 10623 Berlin, E-Mail: hannes.kuebel@tu-berlin.de

Ruediger Zarnekow

Technical University Berlin, Chair of Information and Communication Management, 10623 Berlin, E-Mail: ruediger.zarnekow@tu-berlin.de

Abstract

The formation and evolution of platforms for digital services is changing the balance of powers in the ICT industry and pushes incumbent operators to adjust their strategic positionings. As such, both researchers and practitioners call for a better understanding of digital platform strategies. In order to provide a basis for further research we propose a framework for analyzing strategic control of digital platforms. First, we derive the framework based on concepts from established economic theories and a review of ICT value chain literature. Second, we validate the framework conducting a case study on Deutsche Telekom's platform for cloud business applications, the TelekomCloud Business Marketplace. Besides the proposal of the framework we contribute insights on strategic platform positioning, complexities of platform control and ecosystem dependencies for the analyzed case.

1 Motivation

The formation and evolution of interrelated digital platforms for services is seen as a major phenomenon that fundamentally impacts business structure of the ICT industry [3], [12]. Digital service platforms change internet traffic patterns and the locus of value creation [17] – commonly-known examples include Netflix's video-on-demand service or Apple's App Store for mobile services. The control of platforms not only determines the balance of power in the ICT value chain, but also enables the platform provider to diversify its offer to customers through third-party development [13]. In this sense, the mediation of economic activities through platforms for any type of service plays an increasingly important role in the digital economy in general and for telecommunication operators in particular. Telecommunication operators (need to) change ownership and control of digital technologies to benefit from platform business models [3], [17]. Therefore, the strategic analysis of digital service platforms is becoming increasingly relevant for researchers, practitioners and policymakers [17]. At the same time, scholars paid little attention to platform strategies in the ICT industry and need to gain a better understanding of platform characteristics and related business strategies [36]. As a first step to facilitate meaningful research, [17] suggests to draw more narrow analytical distinctions of different platform types, while [3] calls for more research on digital platform strategies. Following these calls, in this paper we derive and validate a framework to analyze strategic control of digital service platforms.

2 Research questions and approach

In this paper we ask, what is a comprehensive and meaningful framework for analyzing strategic control of digital service platforms? Specifically, we aim to answer, how to identify archetypes of strategic platform positioning, complexities of platform control and interdependencies within a platform ecosystem? Further, we aim to point out which economic theories and concepts can contribute to these research questions? In order to answer these questions we strike the following research approach.

First, we introduce the theoretical background our work is based on: this is the concepts of platforms and platform control, value chain and network analysis, resource dependence theory and complementary assets. Second, we derive and explain the analysis framework: on the one hand, we build on existing generic concepts and classifications which we transfer to our context; one the other hand we conduct a literature review to identify, classify and incorporate further concepts specific to the ICT industry. Third, in order to illustrate and validate the framework, we conduct an exemplary case study [35] on Deutsche Telekom's platform for cloud business applications, the TelekomCloud Business Marketplace [8]. Therefore, we analyze and interpret the case in correspondence to our framework based on the review of publically, available primary and secondary sources, including Deutsche Telekom and partner websites and documentation, press articles, product specifications and customer newsletters of the marketplace. Fourth, we discuss the contribution and findings of our approach, before, fifth, we conclude and highlight its limitations.

3 Theoretical background

In this chapter we introduce the theories on platforms, value networks and firm resources that guide our research.

3.1 Platforms ecosystems and control

According to [1], a platform is a set of common assets based on an underlying core technology that enables the integration and removal of complementary assets to create derivative products and services. For the platform owner, the benefits come along with the focus on its core competencies, economies of scale, complementary innovation and thus, economies of scope [1]. In order to put into effect these benefits, in many industries companies operate platforms [11] and aim for platform leadership which is "the ability of a company to drive innovation around a particular platform technology at the broad industry level" [6]. In other words, a key success factor of platform leadership is the creation of a platform ecosystem around those assets that best support complementary innovation [27]. The core challenge in a platform ecosystem is its control, i.e., balancing the tensions between value creation (through collaboration) and value capture (in competition) understanding their mutual dependencies [31]. More specifically, opening platform assets stimulates value creation through increased contribution of complementary assets, while the platform owner may sacrifice direct sales. Contrarily, maintaining tight control of the platform assets increases the value captured by the platform owner, while complementary innovation is restricted [22], [30]. Complexity of platform control stems from the fact that innovation and service provision are distributed not only across multiple firms but across firms from heterogeneous disciplines [37]. Further, the scope and type of assets controlled by platform owners varies by case and changes over time [31]. While platform control is a complex matter, successful control increases the owner's ability to address market and technological changes and stimulate complementary innovation [28]. This is especially pertinent in dynamic industries such as the ICT industry [3]. In this regard, [2] finds that control of key platform assets and control of the end customer relationship represent the most important control dimensions.

3.2 Value chains and service networks

In the understanding of [25], the value chain of a company are all corporate activities that add to the creation of a product or service to create customer value. While such concept is specific to a firm, firms within a certain industry share activities specific to that industry. Thus, the combination of these activities provides an overview of the industry's value chain and the inter-firm value-adding activities. In this sense, their reconfiguration can be understood as the re-assembling of corporate activities at a firm or industry level as a response to competitive dynamics and technological changes [34]. As such, value chain reconfiguration changes the locus of value creation and causes revenue shifts. Regarding the telecommunication industry radical transformation of corporate activities has been taking place [16], [18], [34], converting the traditional chain into a complex and dynamic value network, i.e., interdependent value chains that share certain core value activities [16]. Transformation from value chains to value networks impacts the market positions, competitive strategies and business models of the involved players. In this sense, an inter-firm service network can be understood as the value network dedicated to the provision of a specific service [19]. An important issue of service networks is their governance, i.e., the control of the network members' roles and value activities, which is service-specific [19].

3.3 Resource dependence and complementary assets

Resource dependence theory as formulated by [23] provides explanations on the sustainability of an organization's competitive advantage and competitive strategy [5], [32]. It assumes that in order to strive in a competitive environment, all organizations depend on the resources they have at their disposal [5], [32]. In this sense, [5] demarcates resources as all assets, capabilities, processes, information and knowledge that a firm controls to create and sustain a competitive advantage. In addition to a firm's dependence on resources, the theoretical understanding is that within an industry the possession and control of resources is distributed across different companies. Thus, regarding resources that are not easily exchangeable firms depend on each other to achieve a long-term competitive advantage [23]. This makes resources that are valuable, rare, inimitable and non-substitutable the foundation of a firm's competitive strategy [5], [9] [32]. Specifically, [7] finds that firm interdependencies arise due to the imperfect mobility, imitability and substitutability of resources. In the context of technological innovation, [29] investigates resource dependence and finds complementary assets to be a key factor for the successful commercialization of an innovation. In order to profit from the innovation, innovators refer to several modes of engagement with complementary assets: ownership-based approaches, i.e. own development or purchase of the complementary asset, and contractual-based forms of engagement. Especially in markets where consumer tastes and technological developments are uncertain engaging with complementary assets is of high value [1]. This is as (outside) complementors can contribute additional skills, capabilities, customer knowledge and investment capital to value creation.

4 Framework derivation

In this chapter we derive a framework for analyzing strategic platform control, explaining the core concepts it embodies. Figure 1 illustrates the framework and its dimensions which are described in the following subchapters.

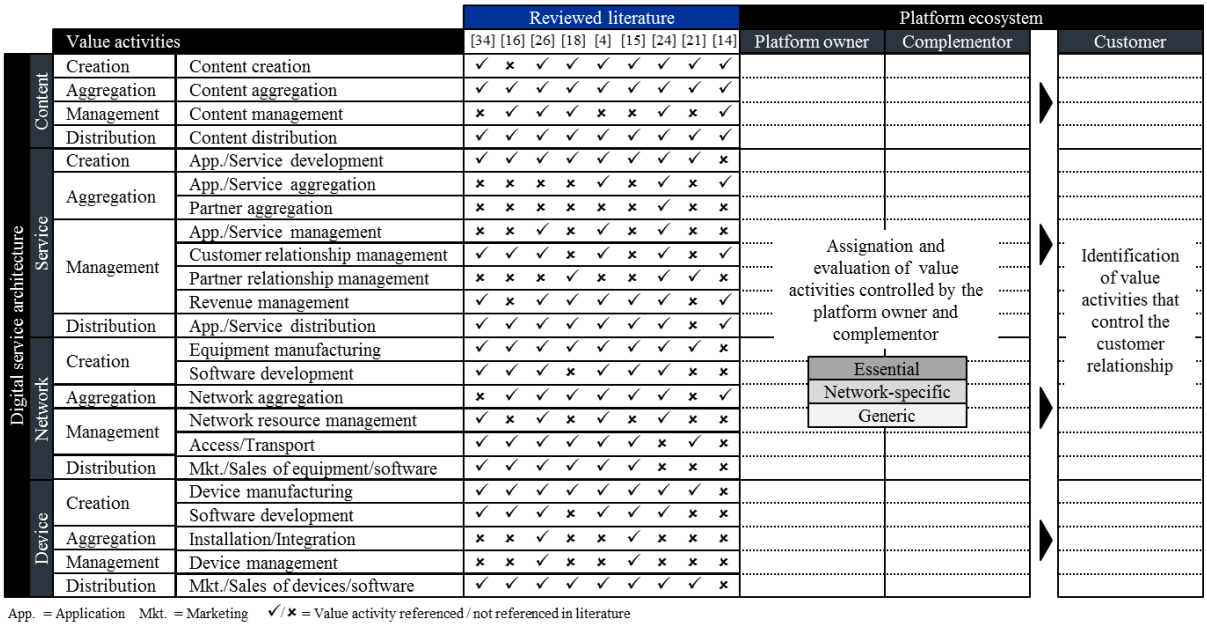


Figure 1: Analysis dimensions of framework for strategic control of digital service platforms

4.1 Basic framework architecture

In order to set a holistic, basic structure of the framework we draw on generic definitions both of digital service architectures and of platform ecosystems.

According to [33], a digital service is defined as "an activity or benefit that one party can provide to another through a digital transaction". The provision of a digital service can be structured generically into four types of architectural layers: content, service, network and device [37]. The content layer comprises digital data and metadata, e.g., texts, images or copyright information. The service layer directly serves users as it contains the application programs that integrate systems with users. The network layer consists of a physical transport layer and a logical transmission layer. While the logical layer provides the means to control the physical infrastructure and connect it to other layers, e.g., through network protocols, the physical transport layer refers to the passive and active network infrastructure elements, e.g., cables, radio spectrum, servers or base stations. In a similar way the device layer consists of the physical machinery, e.g., TV, PC, mobile phone or car, and of a logical layer to control and connect hardware devices, e.g., operating systems. As digital service platforms typically comprehend a particular range within the layers described above [36], we adopt this architecture for our framework.

Platform ecosystems are value networks employed by platform owners to serve heterogeneous user needs [13] focusing more on innovation than supply-chain manufacturing [10]. In this regard, [6] distinguish three actors in a platform ecosystem: first, the platform owner that provides the platform to stimulate innovation around a core technology; second, complementors that contribute complementary assets to generate products and services; third, end customers that consume those. We adopt this classification in order to allow for analyzing complexities of platform control that stem from the distribution of value activities across multiple, heterogeneous firms [37].

4.2 Integration of ICT value activities

With reference to value chain analysis as described in chapter 3.2, the strategic positioning of a firm can be evaluated regarding the value activities it controls. Thus, the analysis of value activities carried out by actors in a platform ecosystem provides the means to conclude on strategic platform control. In order to identify the value activities in the ICT industry we reviewed literature on corresponding value chain and network concepts. While [34] and [16] analyze value chain reconfiguration in the ICT industry, [26], [18], [24] and [21] examine value chains of mobile services. The research of [14] is focused on mobile content, whereas [4] and [15] investigate value chains in mobile commerce. As a result, we distinguish 23 value activities that can be categorized into activities adding value through creation, aggregation, management and distribution of content, services, devices and networks, as seen in Figure 1 and described in the following.

With respect to the content layer, we distinguish content creation, aggregation, management and distribution: content creation is the design and production of digital material; content aggregation, or content packaging, refers to the collection, transformation, combination and customization of digital material into packages suitable for user consumption, content management relates to the administration of digital material, such as archiving and actualization; content distribution encompasses marketing activities, including promotion, branding and pricing, as well as sale and resale of digital material. In the service layer value is created through the functional design and development of applications and services. Activities related to the selection, integration and combination of applications and services as well as business partners fall into the category of service

aggregation and partner aggregation, respectively. Application and service management encompasses a variety of functions and services aimed at a customer-oriented service delivery, e.g., self-service functionalities or security services like user authentication and information encryption. On top of that, commonly cited management services comprise customer relationship management, partner relationship management and revenue management, i.e., billing, charging and settlement of customers and partners. Lastly, service distribution refers to the marketing of applications and services and the provision of sales channels. Regarding network creation, the design and manufacturing of network equipment and the development of respective software for its operation are the core value-adding activities. Value creation by means of network aggregation is embodied in the middleware that specifies interfaces for the integration of network elements and applications. In terms of network management, we distinguish network access and transport, i.e., the provision of internet connectivity and the application-agnostic carriage of data from sender to receiver, from network resource management, i.e., hosting and server management. Network distribution encompasses marketing and sales of network equipment and software. Value-adding activities in the device layer refer to the devices that allow the end user to access contents, services and networks. In this regard, the design and production of the physical device and the development of device interfaces, such as operating systems and graphical user interfaces, are assigned to the creation category. The installment and system integration of multiple devices creates value through device aggregation on behalf of the user. Further, device management, i.e., the management of device profiles and operating systems, is identified as a central value-adding activity for ICT services. Finally, marketing and sales create value in facilitating the distribution of end customer devices.

4.3 Assessment of strategic value

As proposed by [29], assets can be distinguished according to their dependence from an innovation: generic assets that are not designed for the specific innovation, specialized assets that are characterized by a unilateral dependence between the innovation and the complementary asset, and co-specialized assets maintaining a mutual dependence with the innovation. In a similar way, [20] classify assets according to their contribution to value creation in value networks distinguishing essential, network-specific and generic assets. An essential asset is indispensable to the existence of the service which would be directly affected if the asset was replaced in the value network. Essential assets are difficult to mobilize, imitate and substitute. Network-specific assets are crucial to the value network and service provided, yet they can be replaced without direct impact on the service. They are considered as fairly mobile, imitable and substitutable. Finally, generic assets are necessary to provide the service, however they could be replaced without affecting the service. They are highly general, mobile, imitable and substitutable. Thus, the strategic value increases from generic, network-specific to essential assets. We adopt the classification of [20] in order to allow for the evaluation of value activities according to their strategic value and thus, conclusions on dependence from complementary assets as investigated by [29].

5 Framework validation

In order to illustrate and validate the application of our framework, in this chapter, we conduct an exemplary case description and interpretation of Deutsche Telekom's platform for cloud business applications, its TelekomCloud Business Marketplace [8].

5.1 Case description

Deutsche Telekom, the German incumbent telecommunication network operator, has launched its TelekomCloud Business Marketplace in July, 2012. The marketplace is a portal for business applications and services facilitated through cloud computing and primarily targeted at small and medium-sized companies. As of march 2013, the TelekomCloud Business Marketplace joins 19 service providers and 42 applications assignable to three main categories: Infrastructure-as-a-Service (IaaS), Platform-as-a-Service (PaaS) and Software-as-a-Service (SaaS). In the following, we apply our analysis framework to Deutsche Telekom's cloud service platform describing the case-specific characteristic of the framework dimensions.

With respect to the content layer, the creation of digital material is manifested in the production of digital material about the applications provided by third-party developers, such as technical specifications, user manuals, version and price information. The replacement of this value activity would impact the service provision, albeit indirectly, as it is the basis for promoting the service to the customer and can be provided most reliably only by the specific solution provider itself. Content aggregation is controlled by Deutsche Telekom aggregating application information provided by partners on its website and collecting customer data on usage and satisfaction, in order to categorize, rank, rate and recommend applications. This way content aggregation holds the potential to improve the development, management and marketing of services and thus, is an essential activity. With respect to content management, the marketplace administrates data, evaluates information and controls content quality, while complementors are accountable for information updates about applications, e.g., prices, versions or technical specifications. In this context, a partner portal is provided to enable content management by the third-party providers. As quality assurance is a core part of the platform's value proposition, diligent content management has a fair contribution to value creation. Finally, content distribution is given as the publishing of service information on the marketplace's website, in its product catalogue and through member distribution lists. In this sense, the marketplace understands itself as the central promotion channel for partner applications.

Regarding the service layer, the platform depends on the contributions from partnering developers of well-proven cloud business applications that represent an essential part of the value proposition. While the creation of services is controlled by complementors, their selection and combination is handled by Deutsche Telekom. Being fundamental to the marketplace's quality pledge, service aggregation includes application certification and evaluation, involving testing of application security, reliability and usability. Similar to the applications themselves, their providers are pro-actively searched for and gathered in a formalized on-boarding process – again, stressing the platform's commitment to quality. In terms of application and service management, the marketplace enables customers to centrally administrate subscriptions, user accounts and access rights in a self-service fashion including single-sign-on functionality. Information on subscriptions and accounts, e.g., information on the purchase, upgrade and cancellation of subscriptions or on the deletion and assignment of user accounts, is forwarded to the specific partners. As such, the marketplace increases service convenience and quality both for customers and partners, which constitutes an essential part of its value proposition. With respect to customer relationship management, Deutsche Telekom offers first level support, e.g.,

helpdesk functionality, customer hotline, service chat and email support, while application providers take over second level support handling more complex customer requests. Managing the day-to-day customer relationship is essential to the acquisition of customer-specific information for service development and marketing. Regarding partner relationship management, the marketplace mentors partners, sends regular newsletters, organizes annual meetings and provides a community platform to foster knowledge exchange and idea generation. The replacement of such a partner network concept has no direct impact on the service provision, yet it is positioned as a differentiation criterion to attract partners and stimulate service innovation. Further, revenue management is controlled by the marketplace handling customer billing and charging in a flexible way, i.e., offering bill integration and various payment methods, as well as revenue sharing with partners. This way the platform controls a strategically valuable asset facilitating Deutsche Telekom to act as a financial intermediary between providers and customers. Finally, as a marketplace the platform is aimed to promote and distribute a multitude of services and applications through a central sales channel. At the same time, application developers are in charge of pricing and branding the services promoted on the platform. In this regard, value is contributed through reduced search and administration costs for customers and increased marketing power immanent to the combination of brands and promotion activities of third-parties and Deutsche Telekom.

In the network layer, the development and production of telecommunication network hardware by network equipment manufacturers is a necessary, yet generic value activity. This is as the service relies on standard network equipment commonly used and widely available in the industry. With regard to network aggregation, the interface specification plays an essential role for the provisioning of third-party applications via the marketplace. Deutsche Telekom requires partners to implement the free open source architecture for cloud computing, OpenStack, into their applications in order to integrate them with the functionalities provided by the marketplace. Regarding server-side hosting of applications, the marketplace offers two basic models: within the “hosted” model partner applications are hosted on Deutsche Telekom’s servers complying with the companies standardized technical security and data privacy concept; within the “validated” model applications are hosted by third-party providers, while server locations are made transparent on the marketplace’s website. Security and privacy levels are enforced through audits and penetration tests. In this sense, network resource management is a network-specific value activity as its replacement would impact the way service quality can be assured, yet not necessarily impact the service itself. Network management in terms of data transport and internet access can be provided by access network operators in Germany and backbone operators for international transit. Specifically, Deutsche Telekom may act as the provider of internet access and data carriage, but not in its role as the provider of the business marketplace. As such, the handling of network access and transport is a generic value activity provided as a complementary service without impacting the marketplace’s service delivery. Similarly, this reasoning is applicable to marketing and sales activities in the network layer.

As for the device layer, the business applications are accessible through prevalent desktop and laptop computers employing the Windows or Mac operating systems. In addition mobile devices running on Android, Windows and Apple operating systems are supported. These end customer devices and their operating systems are developed by complementors, i.e., device manufactures and software companies, such as Dell, Samsung, Apple, Microsoft or Google. As the service relies on standard devices, system requirements and operating systems provided by a range of suppliers, device creation can be seen as generic value activity. In a similar way, the activation, installment, aggregation and administration of devices is a complementary value activity not specifically linked to the service itself.

Finally, the marketing and distribution of end customer devices is a generic and complementary value activity whose replacement would not impact the service provision. In this sense, Deutsche Telekom as a marketplace for cloud business applications does not engage in device distribution.

Considering the findings above, we identify the following aspects in which control is executed over the customer relationship. As for the content layer, the marketplace encourages customers to rate services and provides web forms for customer feedback. As such the platform collects and evaluates primary information on customer satisfaction through its content aggregation activities. In addition, customers are directly reached out for through newsletter distribution lists launched by the marketplace. In this sense, the platform directly controls the customer relationship in the content layer. In the service layer, the platform provides a customer self-service portal for user authentication, subscription and account management, controlling information on usage behavior. Since customer relationship management is distributed between Deutsche Telekom (1st level support) and third-party solution providers (2nd level support), both platform owner and complementors hold direct customer relations in this regard. Further, the marketplace manages the billing and charging relationship with customer, controlling valuable information, such as usage patterns and payment preferences. In addition, the sales relationship is managed by the platform leveraging its reputation as a trusted brand to promote the marketplace and its services. However, since marketing is complemented by the prices and brands controlled by third-party providers, complementors have influence on the customer's service perception as well. As for the network and device layers, we find customer relationships regarding the provision and marketing of internet access as well as the management and sales of end customer devices. However, these relationships are based on generic value activities and are not specific to the service in question.

5.2 Case interpretation

The findings described above are illustrated in Figure 2 and interpreted in the following.

With respect to the distribution of strategically relevant assets, we find that nine out of ten essential, three out of four network-specific and no generic value activities are found in the content and service layers. As such the major part of customer value is contributed by activities in these layers, while the network and in particular the device layer play a minor role for value creation in the examined case. In fact, all value activities of the device layer are found to be generic making the platform ecosystem barely dependent from players and activities in this layer. Further, the platform executes strong control over the aggregation, management and distribution of content and services, positioning itself as an open portal for access to third-party content and services as described by [4], [16], [18], [24].The majority of essential value activities are controlled by the platform owner: only application and service development is owned fully by complementors, while customer relationship management, service distribution and network aggregation are shared by both parties. Regarding these activities the platform depends to a substantial degree on complementary assets. At the same time content creation and management as well as network resource management as fully and partially complementary, yet network-specific activities represent a lower degree of dependence.

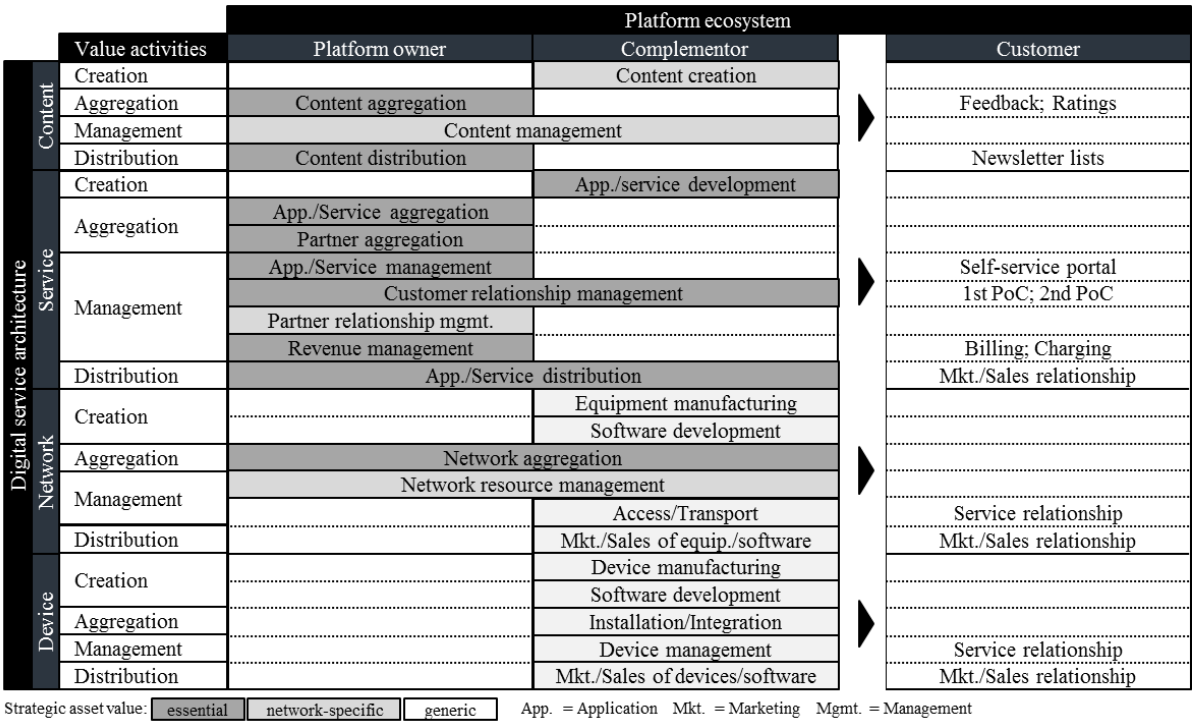


Figure 2: Analysis framework with case study results for TelekomCloud Business Marketplace

With respect to the customer relationship, control is executed in six value activities essential to the digital service, which all are directly controlled by the platform owner. Only second level support as part of the customer relationship management as well as the pricing and branding of applications are hold by complementors. Finally, in the spirit of [36], we identify complexity of platform control in essential value activities that are distributed across the platform owner and complementors. As such, complexity of platform control stems from customer relationship management, marketing of applications as well as network integration.

6 Discussion

In this chapter we present the contribution of our research discussing our findings with respect to the three research questions posed in the beginning.

First, regarding the setup of all four dimensions that span our framework, i.e., the architecture of digital services (I), the roles in platform ecosystems (II), the ICT value activities (III) and the strategic value of these activities (IV), we accommodated for a holistic approach: we adopted (I; II) and transferred (IV) generic conceptions of these dimensions and conducted an extensive review of ICT value chain literature (III). As such we find our framework to be comprehensive in these aspects.

Second, we successfully applied the framework to an exemplary case revealing insights on strategic platform positioning, complexities of platform control and ecosystem dependencies. In the analyzed case, we find that the majority of strategically valuable assets is found in the content and service layer. While the platform aims to control the aggregation, management and distribution of content and services, control is devolved to a great extend regarding content and service creation and activities at the device layer. The strongest dependencies from complementary assets are found with respect to application and service development, customer relationship management, service distribution and

network aggregation. Since value creation in the latter three activities is distributed across the platform owner and complementors, value control seems particularly complex in these matters. Finally, the platform is positioned to directly control the customer relationship. In this sense, we attest our framework explanatory power.

Third, in our approach we considered existing findings on platform control and explained how they link to the economic theories embodied in the framework. Since we could demonstrate the explanatory power of the framework, we find that the economic theories of value chain analysis, resource dependence and complementary assets provide the means to deduce on strategic control of digital service platforms.

7 Conclusion

In this paper we derived and validated an analysis framework for the strategic control of digital service platforms in the ICT industry. Motivation for our research stems from the economic relevance of digital platforms and the need for a better understanding of different platform types and strategies. We presented our research questions and approach, introduced the theoretical background, derived the framework and validated it through an exemplary case study analysis. Besides the proposal of a comprehensive and meaningful framework to analyze strategic platform control, our contribution includes insights on the strategic positioning, complexities of control and ecosystem dependencies regarding Deutsche Telekom's platform for cloud business applications, the TelekomCloud Business Marketplace.

The case-specific insights are limited by the fact that they are based on a case study research approach that assesses publically available information. Extending the scope of assessed information towards firm internal knowledge, e.g. through expert interviews, would allow for a more rigor identification of value activities, their distribution and strategic value. In addition, the incorporation of multiple cases will increase generalizability and allow for cross-case comparison, yielding insights that consider differences in both service and company type. Further, the literature review could be formalized and extended both in depth and breadth to derive a more rigor and holistic categorization of relevant value activities. Addressing these limitations should be subject to further research.

8 Literatur

[1] Baldwin, CY; Woodward, CJ (2009): The Architecture of Platforms: A Unified View. Platforms, Markets and Innovation, Edward Elgar Publishing, Cheltenham: 19-44.

[2] Ballon, P (2009): The Platformisation of the Mobile European Industry. Communications & Strategies 73(3): 15-33.

[3] Ballon, P; Van Heesvelde, E (2011): ICT platforms and regulatory concerns in Europe. Telecommunications Policy 35(8): 702-714.

[4] Barnes, SJ: The mobile commerce value chain: analysis and future developments, International Journal of Information Management 22 (2) (2002) 91– 108.

[5] Barney, JB (1991): Firm resources and sustained competitive advantage. Journal of Management 17(1): 99-120.

[6] Cusumano, M; Gawer, A (2002): The elements of platform leadership. MIT Sloan Management Review 43(3): 51-58.

[7] Das, TK; Teng, BS (2000): A resource-based theory of strategic alliances. Journal of management 26(1): 31-61.

[8] Deutsche Telekom (2013): TelekomCloud Business Marketplace. https://portal.telekomcloud.com/. Accessed on 09/19/2013.

[9] Eisenhardt, KM; Martin, JA (2000): Dynamic capabilities: What are they? Strategic Management Journal 21(10-11): 1105-1121.

[10] Evans, DS; Hagiu, A; Schmalensee, R (2006): Invisible Engines: How Software Platforms Drive Innovation and Transform Industries. MIT Press, Cambridge.

[11] Evans, DS; Schmalensee, R (2008): Markets with two-sided platforms. Issues in Competition Law and Policy 667(1): 667-693.

[12] Gawer, A (2009): Platforms, markets and innovation. Edward Elgar Publishing, London.

[13] Ghazawneh, A; Henfridsson, O (2013): Balancing platform control and external contribution in third-party development: the boundary resources model. Information Systems Journal 23(1): 173-192.

[14] Ghezzi, A.; Renga, F.; Cortimiglia, M. (2009): Value Networks: Scenarios on the Mobile Content Market Configurations. Eighth International Conference on Mobile Business, 2009. ICMB 2009.

[15] Kuo, Y; Yu, C (2006): 3G Telecommunication operators' challenges and roles: a perspective of mobile commerce value chain. Technovation 26(12): 1347-1356.

[16] Li, F (2002): Deconstruction of the telecommunications industry - from value chains to value networks. Telecommunications Policy 26(9): 451-472.

[17] Liebenau, J; Elaluf-Calderwood, SM; Karrberg, P (2012): Strategic Challenges for the European Telecom Sector: The Consequences of Imbalances in Internet Traffic. Journal of Information Policy 2: 248-272.

[18] Maitland, CF; Bauer J; Westervelda, R (2002): The European market for mobile data: evolving value chains and industry structures. Telecommunications Policy, Volume 26, Issues 9–10, Pages 485–504

[19] Maitland, CF; Van De Kar, EAM; De Montalvo, UW; Bouwman, H (2005): Mobile information and entertainment services: business models and service networks. International Journal of Management and Decision Making 6: 47-64.

[20] Montalvo, UW; Van De Kar, E; Maitland, C (2005): Resource-Based Interdependencies in Value Networks for Mobile E-Services. International Journal of E-Business Research 1(3): 1-20.

[21] Pagani, M.; Fine, C.H. (2008): Value network dynamics in 3G-4G wireless communications: A systems thinking approach to strategic value assessment. Journal of Business Research, 61(11), 1102–1112.

[22] Parker, G.; Alstyne, M.V. (2008): Managing Platform Ecosystems, *ICIS 2008 Proceedings*, Paper 53. Paris.

[23] Peffer, J; Salancik, GR (1978): The External Control Of Organizations: A Resource Dependence Perspective. Harper and Row, New York.

[24] Peppard, J.; Rylander, A. (2006). From Value Chain to Value Network: Insights for mobile operators, European Management Journal 24(2–3): 128–141.

[25] Porter, ME (1985): Competitive Advantage. Free Press, New York.

[26] Sabat, HK (2002): The evolving mobile wireless value chain and market structure. Telecommunications Policy 26(9): 505-535.

[27] Selander, L; Henfridsson, O; Svahn, F (2010): Transforming Ecosystem Relationships in Digital Innovation. *ICIS 2010 Proceedings, Paper 138*. Saint Louis, Missouri.

[28] Tan, B.; Phan SL.; Lu X.; Huang L. (2009): Leveraging Digital Business Ecosystems for Enterprise Agility: The Tri-Logic Development Strategy of Alibaba.com. *ICIS 2009 Proceedings*. Paper 171. Phoenix, Arizona.

[29] Teece, DJ (1986): Profiting from technological innovation - implications for integration, collaboration, licensing and public policy. Research Policy 15(6): 285-305.

[30] Tilson, D; Lyytinen, K; Soerensen, C (2010): Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda. Information Systems Research 21(4): 748-759.

[31] Tilson, D; Sorensen, C; Lyytinen, K (2012): Platform Complexity: Lessons from Mobile Wireless. *11th International Conference on Mobile Business*, Paper 6. Delft.

[32] Wernerfelt, B (1984): A resource based view of the firm. Strategic Management Journal 5(2): 171-180.

[33] Williams, K; Chatterjee, S; Rossi M (2008): Design of emerging digital services: a taxonomy. European Journal of Information Systems 17(5): 505-517.

[34] Wirtz, BW (2001): Reconfiguration of Value Chains in Converging Media and Communications Markets. Long Range Planning 34(4): 489-506.

[35] Yin, RK (1994): Case study research: Design and methods. 3rd edition. Sage Publishing, Thousand Oaks, California.

[36] Yoo, Y; Henfridsson, O; Lyytinen, K (2010): Research commentary - the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. Information Systems Research 21(4): 724-735.

[37] Yoo, Y; Lyytinen, K; Boland, R; Berente, N (2010): The Next Wave of Digital Innovation: Opportunities and Challenges: A Report on the Research Workshop “Digital Challenges in Innovation Research”. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1622170 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1622170. Accessed on 03.09.2013.

Datenverluste und Störfälle im Cloud Computing: Eine quantitative Analyse von Service Level Agreements, Störereignissen und Reaktionen der Nutzer

Marc Walterbusch

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, 49069 Osnabrück, E-Mail: marc.walterbusch@uni-osnabrueck.de

Frank Teuteberg

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, 49069 Osnabrück, E-Mail: frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

Abstract

Ziel des Beitrags ist es, das Themenfeld der Störereignisse im Cloud Computing explorativ zu untersuchen. Hierfür werden zunächst die vorherrschenden Service Level Agreements diverser Cloud Computing Anbieter quantitativ analysiert. Weitergehend werden die prägnantesten Störereignisse im Cloud Computing samt Erläuterung der Ursache und des Ausmaßes vorgestellt. Im Anschluss erfolgt eine quantitative Exploration der Reaktionen von Twitter-Nutzern auf diverse Störereignisse im Cloud Computing. Wir kommen u. a. zu dem Ergebnis, dass die häufig in den Service Levels Agreements verankerte Gutschrift im Falle eines Störereignisses nicht ausreicht, um die Nutzer von Cloud Computing Services zufriedenzustellen. Vielmehr erwarten die Nutzer eine transparente Stellungnahme inkl. vollständiger Aufklärung zur Ursache der jeweiligen Störereignisse. Auffällig ist zudem, dass viele der Anbieter eine geeignete Kommunikationsstrategie vermissen lassen.

1 Einleitung und Motivation

Vertrauen ist fundamental in allen wirtschaftlichen Transaktionen. Eine vollkommene Informationsverfügbarkeit und ebenso Informationsverlässlichkeit ist meist nicht gegeben [27]. Umso „virtueller“ der Geschäftspartner, desto gewichtiger ist das Vorhandensein von Vertrauen [12,14]. Bei einer wirtschaftlichen Transaktion ist jedoch nicht nur das Vertrauen zwischen den Geschäftspartnern von Relevanz, sondern zudem das Vertrauen in das Medium, welches der Transaktion zugrunde liegt [14]. Im Rahmen von Cloud Computing ist dieses Medium die Technologie. Da prinzipiell jedem Cloud Anbieter dieselbe Technologie zur Verfügung steht, gestaltet sich eine Differenzierung allein über diese schwierig [18]. Bei der Bereitstellung desselben Services können sich die Anbieter jedoch hinsichtlich des Preises und der Servicequalität (*Quality of Service*, QoS) unterscheiden. In einer aktuellen Studie nennen 97% der befragten Unternehmen, allesamt Cloud Anbieter, die zuverlässige Verfügbarkeit von Cloud Services als wesentlichen Erfolgsfaktor für die Zufriedenheit ihrer Kunden [28]. Speziell auf die Verfügbarkeit und allgemein auf die QoS können Nutzer zum einen durch Signalwirkungen (anbietergetrieben) hingewiesen werden (bspw. durch Zertifikate), zum anderen können sie sich selbst durch Screening (nutzergetrieben) ein Urteil bilden [30]. Mögliche Anlaufpunkte für das Screening sind bspw. soziale Netzwerke (wie z.B. Twitter), da die in den sozialen Netzwerken vorgehaltenen, freizugänglichen Daten ein vielfältiges Bild der öffentlichen Meinung bzgl. unterschiedlicher Anbieter enthalten [29]. Eine Studie von Walterbusch et al. [30] hat gezeigt, dass das Vertrauen eines Nutzers in einen Cloud Computing Anbieter signifikant von der eigenen Betroffenheit abhängig ist. In diesem Beitrag sollen daher auch die Reaktionen auf Störereignisse im Cloud Computing seitens der Nutzer analysiert werden. Hierzu wird das soziale Netzwerk Twitter herangezogen, da dort die maximale Beitragslänge auf 140 Zeichen limitiert ist und die Nutzer sich infolgedessen präzise ausdrücken müssen. Weitergehend können über den *Twitter Firehose* Zugang alle jemals über das Netzwerk versendeten Nachrichten (sog. *Tweets*) durchsucht werden. Um jedoch ein möglichst ganzheitliches Bild von Störereignissen aufzeigen zu können, sollen zudem die Service Level Agreements (SLAs) der einzelnen Anbieter betrachtet werden. Auch werden die prägnantesten Störereignisse vorgestellt. Die Ergebnisse der einzelnen Analysen werden abschließend synthetisiert. Es werden die Forschungsfragen (i) *Welche Themenbereiche werden durch die Service Level Agreements im Cloud Computing abgedeckt?*, (ii) *Welche Ursachen gibt es für Störereignisse im Cloud Computing?* und (iii) *Welche Reaktionen zeigen die Nutzer des sozialen Netzwerks Twitter auf Störereignisse im Cloud Computing?* beantwortet.

2 Hintergrund und verwandte Arbeiten

Verwandte Arbeiten sind durch zwei systematische Literaturreviews samt Vorwärts- und Rückwärtssuche identifiziert worden [32]. Der erste partielle Literaturreview bezieht sich thematisch auf die Analyse von SLAs, das zweite auf störereignisbeeinflussende Sicherheitskriterien im Cloud Computing. Hierfür sind zunächst die Top10-Journals nach MIS Journal Ranking [1] durchsucht worden. Des Weiteren sind die renommierten Konferenzen ECIS, ICIS, AMCIS, WI, HICSS und PACIS in die Suche eingeschlossen worden, welche einen doppelt-blinden Begutachtungsprozess verfolgen. Bedingt durch die teilweise geringe Anzahl an Ergebnissen wurde die Suche auf die Datenbanken EBSCOhost, ScienceDirect, GoogleScholar und AIS erweitert. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wesentlichen Ergebnisse der partiellen Literaturrecherche zu SLAs.

Beschreibung
In diesem Beitrag wird ein Rahmenwerk erläutert, mit dem es möglich ist, die Glaubwürdigkeit unterschiedlicher SLAs durch eine quantitative Analyse und formalisierte Parameter zu bestimmen. [2]
Dieser Beitrag beschäftigt sich mit Service Level Managmenet Systemen und zeigt, wie Monitoring-Dienste beschrieben, eingesetzt (auffinden und berwerten) und ausgeführt werden müssen, um akkurate Strafen bei Verstößen durchzusetzen. [3]
Die Autoren schlagen ein Rahmenwerk und ein Vorgehensmodell vor, um die Qualität von Cloud Services zu messen und diese zu priotisieren. Mit diesem Rahmenwerk können Anbieter ihre SLAs erfüllen und die QoS verbessern. [6]
SLAs geben Auskunft über die fundamentale Bedingung der garantierten Verfügbarkeit eines Cloud Services für eine bestimmte Periode. Die angemessene Festlegung dieses Wertes ist eine Herausforderung für Netzwerkadministratoren. In dieser Arbeit werden die von den SLAs abhängigen Auswirkungen von Ausfällen aufgezeigt, die auf operationalen Ausfalldaten eines realen Netzwerk basieren. [8]
Basierend auf der *Commitment–Trust Theory* fokussieren die Beiträge darauf, wie formale Kontrollmechanismen die relationale IT-Governance beeinflussen. Es werden SLAs für die formale Kotnolle genutzt, wobei sich elf vertragliche Elemente identifizieren lassen, die sich positiv auf das Vertrauen und die Verbindlichkeit der Beziehung zwischen Kunden und Anbieter auswirken. [9,10]
Es wird ein *SLA monitoring framework* vorgestellt, dass in Echtzeit die Qualität eines Services (QoS) bewertet.Es besteht aus zwei Modulen, dem *reputation assessment module* und dem *transactional risk assessment module*. [11]
In diesem Beitrag werden Probleme und Herausforderungen im Cloud Computing aufgezeigt, die mittels eines Risiko- und SLA Managmenet als Basis für ein Service Level Rahmenwerk fassbar gemacht werden sollen. [20]
Dieser Beitrag stellt eine systematische Kategorisierung der Inhalte von SLAs mit besonderem Fokus auf SLA Metriken vor. Ziel ist das Design von automatisierbaren SLAs, welche auf effizienten Metriken für automatisiertes Monitoring und Reporting basieren. [21]
Mithilfe einer qualitativen Analyse bestehender SLAs von IaaS Anbietern werden potentielle und tatsächliche Rollen von SLAs als vertrauensförderndes Instument untersucht und relevante bzw. wesentliche Charakteristika identifiziert. [25]
Durch mehrere Experteninterviews aus dem Bereich des Service Level Management werden zehn offene Themenbereiche aufgezeigt, die aus Sicht des Kunden die Forderung nach verbessertern Lösungen darstellen. Diese Ergebnisse bilden das Fundament für eine Forschugnsagende in dem Bereich des Service Level Management. [26]
Es wird eine Plattform für SLAs präsentiert, auf welcher es möglich ist, Anbieter zu bewerten und auf Basis eines Reputationssystems die Zuverlässigkeit zu evaluieren. Weitergehend wird ein SLA Vorlagenpool vorgestellt, der die SLA Verhandlungen zwischen Anbieter und Kunden gerechter, transparenter und bequemer machen sollen. [31]
Es werden ein optimiertes SLA Model für Cloud Computing Dienste und eine korrespondierende Evaluationsmethode vorgestellt, die ein angemessenes und verlässliches Evaluationsergebnis für einen Cloud Service ermittelt. [33]

Tabelle 1: Ergebnisse der Literaturrecherche zu Service Level Agreements

In der identifizierten Literatur wurden bislang ausschließlich qualitative Inhaltsanalysen durchgeführt, wohingegen dieser Beitrag die quantitative Inhaltsanalyse in den Vordergrund stellt. Weitergehend nutzen die Autoren unterschiedliche, teilweise nicht transparente Methoden für die Auswahl der zu analysierenden SLAs. Auch ist bei den qualitativen Analysen die Vorgehensweise nicht immer transparent dargestellt, so fehlen bspw. Angaben über die zugrundeliegende Codierung. Neben den qualitativen Inhaltsanalysen werden die SLAs vorranging als Qualitätsindikator instrumentalisiert.

Tabelle 2 zeigt die aggregierten Ergebnisse des partiellen Literaturreviews zu störereignisbeeinflussenden Sicherheitskriterien im Cloud Computing.[1] Hierbei sind die identifizierten Beiträge durchsucht, alle sicherheitsrelevanten Kriterien extrahiert und die Häufigkeit der Nennung notiert worden. Bei dieser Kategorisierung muss berücksichtigt werden, dass nicht in allen der identifizierten Beiträge Kriterien aufgezeigt werden. Diese Beiträge sind somit nicht in Tabelle 2 berücksichtigt worden. Weiterhin sind die Abstraktionsebenen der einzelnen Kriterien von Autor zu Autor unterschiedlich, was zur Folge hat, dass einige der identifizierten Kriterien möglicherweise anderen unterzuordnen oder zuordenbar sind. Da bei der Analyse der Literatur jedoch Wert darauf

[1] Die Ergebnisse des Literaturreviews samt transparenter Auswertung finden sich online unter http://bit.ly/MKWI14_Anhang

gelegt wurde, das Spektrum der genannten Kriterien möglichst umfassend zu dokumentieren, wurde eine solche Aggregation nur in vereinzelten Fällen vorgenommen. Es zeigt sich, dass die Verfügbarkeit (*Availability*), ein klassisches Beispiel für ein Störerignis im Cloud Computing, eines der am häufigsten genannten Sicherheitskriterien ist. Auch das Störereignis des Datenverlusts findet sich in Tabelle 2 (*(Disaster) Recovery / Data breaches*, 15) wieder.

Kriterium	#	Kriterium	#	Kriterium	#
Privileged User Access (Identity)	19	Transparency	7	Monitoring	2
Availability	17	Auditing	6	Power	2
Data Location	17	Data/Information Security	6	Server security	2
Data Segregation	15	Support in Reducing Risk	6	SLAs	2
(Disaster) Recovery / Data breaches	15	Authorization	5	Trustworthy Computing	2
(regulatory) Compliance	13	Reliability	5	Architecture	1
Access path (Network security)	12	Encryption	4	Application-software-security	1
Investigative Support	9	Identity	4	Cost	1
Privacy	9	Accessability	3	Governance	1
Viability	9	Accountability	3	Infrastrutcture	1
Authentication	8	Control	3	Publicity	1
Trust	8	Data Integriy	2	Replication Time and Cost	1
Confidentiality	7	Latency	2	Serverfarm security	1
Integrity	7				

Tabelle 2: Sicherheitsfaktoren im Cloud Computing

3 Methodische Vorgehensweise

3.1 Stichprobenauswahl

Basierend auf der Annahme, dass alle am Markt befindlichen Cloud Computing Anbieter ihren Dienstleistungen Service Level Agreements (SLAs) zugrunde legen, muss eine geeignete Anbieterselektion erfolgen. Hierzu haben wir eine homogene Gruppe ausgewählt, die *Infrastructure as a Service* (IaaS) Anbieter. Es werden jene Anbieter selektiert, die im *Garnter Magic Quadrant for Public Infrastructure as a Service* [16] aus Dezember 2011 enthalten sind. Die SLAs stammen von den Webseiten der jeweiligen Anbieter. Jene Anbieter, bei denen diese Informationen nicht öffentlich zugänglich waren, wurden telefonisch und via E-Mail kontaktiert. Alle Anfragen bei diesen Anbietern blieben jedoch erfolglos. Eine Übersicht des Stichprobenumfangs der SLAs ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Daten für die Auswertung der Reaktionen auf Störereignisse beim Microblogging-Dienst Twitter sind mittels der Tools *sonetrin* [29] und *Brandwatch* gesammelt worden. Mit diesen Tools lassen sich Social Media Konversationen im Web nachverfolgen. Hierfür wurden für jeden Anbieter mehrere Suchen angelegt (bspw. mit den Suchwörtern *data loss*, *fail* und *downtime*). Da *Brandwatch* über einen Zugang zu *Twitter Firehose* verfügt, werden 100% aller Tweets, die den Suchkriterien entsprechen und jemals über das Netzwerk versendet worden sind, angezeigt.

Anbieter	SLA
Amazon Web Services[2]	
AT&T	X
Bluelock	
Carpathia Hosting	
CSC[4]	
Datapipe	
GoGrid	
Hosting.com	
IBM	X
iLand	

Anbieter	SLA
Joyent	
NaviSite	
OpSource	
Rackspace[3]	
Savvis	
Softlayer	
Tata Communications	X
Terremark	
Tier 3	
Vitacore Systems	X

Tabelle 3: Stichprobenumfang der Service Level Agreements

3.2 Quantitative Analyse

Bei der quantitativen Analyse der SLAs und der Reaktionen auf Twitter ist es vorab noch nicht klar, ob und welche relevanten Informationen eine Quelle enthält [7]. Aus diesem Grund erfordert die Auswertung eine spezielle Vorgehensweise, die anhand eines textanalytischen Ansatzes die Quellen im weitesten Sinne interpretiert [19]. Um dem Anspruch an ein regelgeleitetes Vorgehen und Transparenz bei der Analyse nachzukommen, soll die Auswertungsphase auf einem Ablaufmodell basieren, um so dem Qualitätskriterium der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit gerecht zu werden [19]. Bei der Datenaufbereitung wurde daher neben einem Ablaufmodell (vgl. **Bild 94**), welches die Schritte des Analyseprozesses in chronologischer Reihenfolge aufzeigt, spezielle Auswertungssoftware, in diesem Falle *WordStat* als Erweiterung von *QDA Miner*, verwendet [17]. Diese bietet insbesondere bei der Vorverarbeitung der Datenbasen Hilfestellung.

Um die SLAs und Tweets für die softwaregestützte Analyse vorzubereiten, werden diese Texte direkt in die Software QDA Miner kopiert, dessen Erweiterung WordStat für die quantitative Analyse genutzt wird. Vor der eigentlichen Analyse bedarf es jedoch einer Vorbereitung und Vorverarbeitung. Die Vorbereitung besteht in der Rechtschreibprüfung der einzelnen Texte[5], der Entfernung von Bindestrichen bzw. Silbentrennung[6] und dem Entfernen von eckigen und geschweiften Klammern [22,23].[7] Zur Vorverarbeitung der Texte für die softwaregestützte Analyse wird auf einen allgemein anerkannten Prozess zurückgegriffen [24]. In einem ersten Schritt wird hierbei die Lemmatisierung durchgeführt, eine Prozedur, bei der alle Formen im Plural in den Singular und alle Verben in der Vergangenheits- in die Gegenwartsform gebracht werden. Im zweiten Schritt wird die Stammformreduktion durchgeführt, bei welcher verschiedene Nomen, Verben, Adjektive und Adverbien, welche demselben Wortstamm zuzuordnen sind, in ein einzelnes Wort transformiert werden. Dieser Schritt behebt eines der größten Probleme der quantitativen Inhaltsanalyse: die

[2] EC2, S3, Cloudfront
[3] CloudCompute, BizCloud, BizCloud VPE
[4] Cloud Block Storage, Cloud Databases, Cloud DBA Monitoring, Cloud Files, Cloud Load Balancers, Cloud Monitoring, Cloud Servers – First Gen, Cloud Servers – Next Gen, Cloud Sites
[5] Die softwaregestützte quantitative Analyse beinhaltet einige Operationen der Worterkennung und benötigt jedes Wort in korrekter Schreibweise, da jedes falsch geschriebene Wort zu unpräzisen oder invaliden Schlussfolgerungen führen könnte.
[6] Die Software kann zwar so konfiguriert werden, dass sie Wortkompositionen erkennt, allerdings kann sie nicht zwischen Gedankenstrich und Bindestrich unterscheiden. Als eine Konsequenz werden Wörter, deren Silben durch einen Bindestrich getrennt sind, als zwei separate Wörter interpretiert.
[7] Innerhalb der Software werden geschweifte Klammern genutzt um bestimmte Textsegmente von der Analyse auszuschließen. Analog legen eckige Klammern den Fokus der Analyse auf bestimmte Segmente. Alle eckigen und geschweiften Klammern sind daher durch runde Klammern ersetzt worden.

Existenz von Synonymen und von identischen Termini mit unterschiedlicher Schreibweise (z. B. amerikanisches und britisches Englisch) [5]. Beispielsweise wird bei den Wörtern *collaborate*, *collaborating*, *collaboration*, und *collaborative* der Suffix entfernt und alle Wörter auf den Stamm *collabor–* reduziert [13]. Im dritten und letzten Schritt sind Stoppwörter wie *the* und *and* entfernt worden. Allgemein formuliert sind Stoppwörter triviale Wörter oder Phrasen, die zu häufig verwendet werden oder denen keine oder geringe Bedeutung bei der Inhaltsanalyse zuteilwird. Die Stoppwortliste wurde manuell um zusätzliche Wörter ergänzt, so haben wir z. B. die Abkürzungen *http* und *@RT* sowie die Anbieter- und Produktnamen aufgenommen, da davon auszugehen ist, dass sie keine nützlichen Informationen zum Analyseergebnis beitragen. Informationen zu den einzelnen Datenbasen (bspw. Anzahl Datensätze und entfernte Stoppwörter) sind Tabelle 4 zu entnehmen.

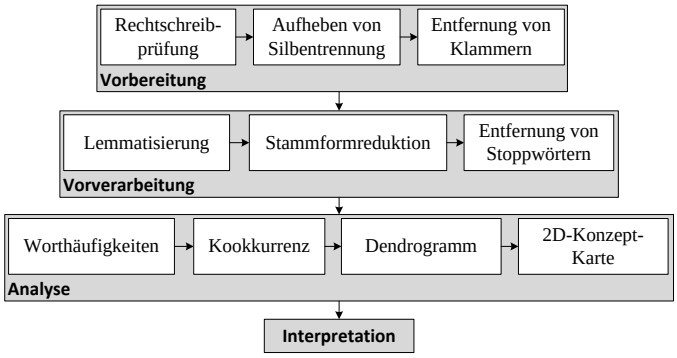


Bild 93: Prozess der softwaregestützten quantitativen Analyse

Die Analysen, die sich an die Vorverarbeitung anschließen, umfassen die Ermittlung der absoluten und relativen Worthäufigkeiten, der Kookkurrenz, der Erstellung von Dendrogrammen und der Veranschaulichung dieser Informationen mittels einer 2D-Konzept-Karte. Die Worthäufigkeiten geben an wie häufig ein einzelnes Wort absolut oder relativ in den analysierten Textpassagen auftaucht. Weitergehend kann die Kookkurrenz, d. h. das gemeinsame Auftreten zweier Wörter (1:1), analysiert werden. Mit Hilfe dieser Information können Dendrogramme abgeleitet werden. Diese geben Aufschluss darüber, welche Wörter wie häufig in Verbindung mit anderen Wörtern genannt werden (1:n). Diese Ergebnisse können der Übersicht halber ähnlich einer Tag-Cloud in einer 2D-Konzept-Karte [22,23] dargestellt werden.

	SLAs	Twitter
Anzahl Datensätze	24	9.110
Anzahl Sätze	885	20.582
Anzahl Wörter	24.852	227.332
Entfernte Stoppwörter	10.428 (42,0%)	92.518 (40,7%)
Wörter pro Satz / Paragraph	28,1 / 20,6	11,0 / 12,5

Tabelle 4: Statistiken pro Datenbasis

3.3 Identifikation der Störereignisse

Die Störereignisse im Cloud Computing sind durch korrespondierende Google-Suchen identifiziert worden. Hierfür wurde zusammen mit dem Anbieternamen bspw. nach den Schlüsselwörtern *downtime* und *incident* gesucht. Wichtig ist zu erwähnen, dass zu einem Großteil der Störereignisse keine Primärquellen (bspw. Stellungnahmen der Anbieter in Blogs, via Twitter oder E-Mail)

identifiziert werden konnten und daher die Aussagen in Kapitel 0 unter der Annahme der Glaubwürdigkeit der Sekundärquellen (bspw. Artikel auf Nachrichtenseiten) zu betrachten sind. Auch funktionieren teilweise Verlinkungen von Nachrichtenseiten auf die Stellungnahmen der Anbieter nicht mehr, sodass eine Validierung der Aussagen nicht erfolgen kann.

4 Analyse[8]

4.1 Service Level Agreements

Tabelle 5 enthält die absoluten Häufigkeiten der auftretenden Wörter bzw. Wortstämme in den SLAs der untersuchten Anbieter. Es ist nicht verwunderlich, dass die Wortstämme *CLOUD*, *SERVIC*, *SERVE*, *LEVEL*, *AGREEM* relativ häufig auftauchen, handelt es sich bei dem Untersuchungsgegenstand um SLAs für *IaaS Cloud Services*. Ein Großteil der Anbieter, 84% der untersuchten SLAs, geht in den SLAs auf eine Gutschrift (*service credit*) im Falle eines Störereignisses ein. Diese Gutschrift ist zum einen abhängig von der tatsächlichen Ausfallzeit, zum anderen von dem gebuchten Serviceprofil. Amazon Web Services (AWS) bspw. garantiert eine zehn prozentige Gutschrift, sollte der Dienst *Elastic Cloud 2* mehr als 99%, jedoch nicht mehr als 99,95% der Zeit erreichbar sein. Sollte die Verfügbarkeit gar unter 99% fallen, werden 30% gutgeschrieben[9]. Der Anbieter Savvis hingegen bietet gleich mehrere Serviceprofile an (*Essential*, *Balanced*, *Premier*), bei denen die garantierte Verfügbarkeit variiert[10]. Das in den SLAs häufig angesprochene Sicherheitsziel der Verfügbarkeit bedingt, dass ein System jederzeit für eine autorisierte Person zugänglich ist und benutzt werden kann [15,34]. Die Verfügbarkeit bezieht sich dabei auf alle Ebenen des Cloud Servicemodells, insbesondere bei der Bereitstellung von Rechenressourcen und Netzwerkkapazitäten. Der interne oder externe Cloud Provider muss den Zugriff und die Übermittlung von Daten zu jedem Zeitpunkt gewährleisten, selbst unter dem Szenario eines potentiellen Missbrauchs oder Störfalls des Systems [34].

In den Wortstämmen finden sich auch die Themenbereiche Abrechnung (*PERIOD*, *FEE*, *BILL*, *MONTHLI*) und Störereignisse (*FAILUR*) samt Verfügbarkeit (*AVAIL*, *DOWNTIM*, *99*, *HOUR*, *100*) wieder. Markant ist, dass die Downtime in Verbindung mit der Verfügbarkeit das am häufigsten angesprochene Störereignis ist, Datenverluste bspw. spielen somit eine eher untergeordnete Rolle. Dieser Eindruck verstärkt sich bei Betrachtung der 2D-Konzept-Karte in Bild 1. Die Clusterung ist anhand derselben Paragraphen vorgenommen worden. Es zeigt sich, dass in den Paragraphen zu Störereignissen (die Verfügbarkeit wird in einem eigenen Paragraphen abgehandelt) häufig die Wortstämme *PROBLEM*, *CAUSE*, *REASON*, *EQUIP*, *SOFTWAR*, *HARDWAR* und *ACCESS* benutzt werden. Es wird in den SLAs neben der Verfügbarkeit somit nur allgemein auf Hardware- und Softwareprobleme eingegangen. Weitere zu identifizierende Cluster lassen sich den Themenbereichen Rechnungslegung (u. a. *FEE*, *BILL*, *MONTHLI*, *PERIOD*), Wartung und Instandhaltung (u. a. *SCHEDUL*, *MAINTEN*, *EXCLUD*) und prozentuale Verfügbarkeitswerte (*99*, *9*) zuordnen.

[8] Alle Ergebnisse (u. a. Dendrogramm-Statistik) sind online unter http://bit.ly/MKWI14_Anhang zu finden.
[9] Vgl. http://aws.amazon.com/de/ec2-sla/
[10] Vgl. http://www.savvis.com/en-us/savvis/pages/vpdc.aspx

#	Wort	Häufigkeit	Auftreten in Datensätzen
1	SERVIC	570	96,0%
2	CREDIT	393	84,0%
3	CLOUD	332	76,0%
4	CUSTOM	297	64,0%
5	SERVE	185	76,0%
6	NETWORK	159	76,0%
7	FAILUR	145	76,0%
8	PERIOD	123	68,0%
9	AVAIL	118	96,0%
10	FEE	117	76,0%

#	Wort	Häufigkeit	Auftreten in Datensätzen
11	AGREEM	114	92,0%
12	PROVID	112	68,0%
13	INCLUD	110	96,0%
14	LEVEL	110	96,0%
15	DOWNTIM	100	68,0%
16	99	97	64,0%
17	HOUR	94	56,0%
18	BILL	93	68,0%
19	100	90	84,0%
20	MONTHLI	88	76,0%

Tabelle 5: Absolute Wortstammhäufigkeiten in den Service Level Agreements

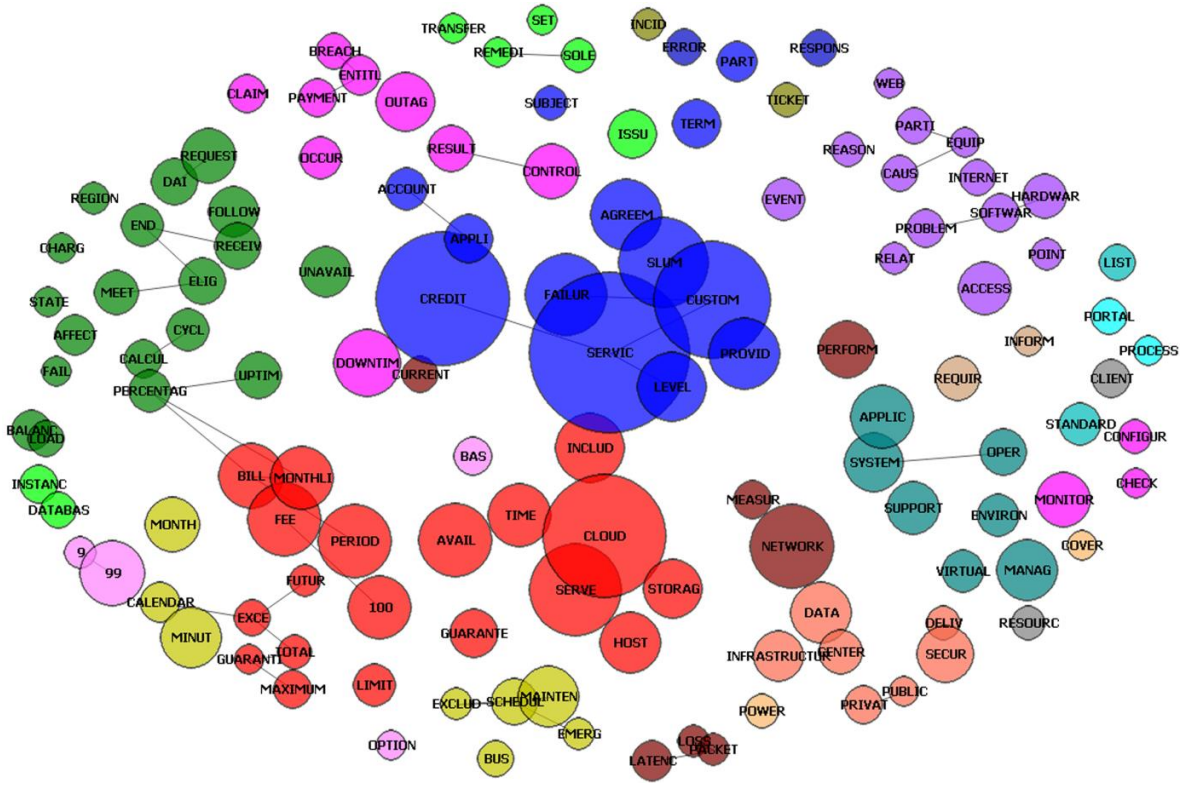


Bild 1: 2D-Konzept-Karte der Service Level Agreements

4.2 Störereignisse

Nachfolgend werden die prägnantesten der 40 identifizierten Vorfälle vorgestellt.[11] Das erste bekannte Störereignis in Form eines Ausfalls ereignete sich am 30.06.2006 bei dem Anbieter CSC. Aufgrund eines Fehlers im *Storage Area Network* (SAN)-Equipment kam es zu Stromproblemen, allerdings starteten die Notfall-Stromgeneratoren nicht. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich zudem einige *Uninterruptable Power Supply* (UPS)-Systeme in einer essentiellen Wartung und somit in einer geplanten Ausfallzeit. Um die Daten der Kunden zu schützen wurde das SAN sofort geschlossen. Der

[11] Eine detaillierte Auflistung der Ergebnisse samt Quellenangaben ist online unter http://bit.ly/1exHJmC zu finden.

Ausfall dauerte ca. 45 Minuten. Der längste bekannte Ausfall ereignete sich beim Anbieter Joyent. Aufgrund von Problemen im ZFS-Dateisystem fielen die Cloud Services *BingoDisk* und *Strongspace* ab dem 12.01.2008 für circa acht Tage aus. Einige der bekannten Ausfälle ereigneten sich durch Naturereignisse, so bspw. der Stromausfall infolge eines Sturms. Ein solcher ereignete sich am 19.01.2010 beim Anbieter Navisite. Aufgrund eines Fehlers in den Relais-Sicherungen eines *Automated Transfer Switches* (ATS) starteten die dieselbetriebenen Notfall-Stromgeneratoren nicht, was einen Umstieg auf die UPS bedingte. Die Ausfallzeit betrug ca. 1 Stunde. Ein ähnlicher Vorfall ereignete sich am 29.06.2012 bei AWS. Aufgrund eines Gewitters fiel der Strom aus. Anders als bei Navisite starteten jedoch die Stromgeneratoren, konnten allerdings nicht genug Strom erzeugen. Somit fielen die Cloud Services für rund 20 Minuten aus. Als höhere Gewalt lässt sich der Vorfall vom 12.11.2007 bei Rackspace beschreiben. Durch einen Verkehrsunfall wurde ein naher Strom-Transformator beschädigt, was zu einem Stromausfall führte. Routinemäßig wurde auf Notfall-Stromgeneratoren umgestellt, allerdings starteten zwei Kühler nicht mehr. Um das Equipment zu schützen wurden die Server vom Netz genommen. Am 11.05.2010 kam es beim Anbieter AWS ebenfalls zu einem Ausfall aufgrund eines Verkehrsunfalls. In diesem Fall prallte ein Fahrzeug gegen einen Strommast in der Nähe des Rechenzentrums, was einen Stromausfall bedingte. Ein Transfer-Schalter scheiterte im Folgenden am Wechsel von Netzstrom auf die Notfall-Stromgeneratoren, was in einem ca. 1 stündigen Ausfall resultierte. Ein Fall von Hardwareversagen ereignete sich am 14.06.2012. Ein Kabel in einem Hochspannungsverteiler beim Anbieter AWS versagte. Aufgrund eines defekten Lüfters überhitzte der eingesprungene Notfall-Stromgenerator. Doch auch der für den eher unwahrscheinlichen Ausfall des Notfall-Stromgenerators zur Verfügung stehende zweite Stromgenerator verweigerte die Arbeit, da ein Leistungsschutzschalter falsch konfiguriert war. Der resultierende Ausfall belief sich auf ca. 3 Stunden und 45 Minuten. Doch nicht immer sind Softwareprobleme oder Hardwareversagen Ursache für Störungsfälle, auch Angriffe von außen und menschliches Versagen führen immer wieder zu Störereignissen. Beispielweise kam es am 01.09.2010 zu einer circa 3 Stunden und 15 Minuten andauernden Ausfallzeit aufgrund einer *Distributed Denial of Service* (DDoS)-Attacke beim Anbieter GoGrid. Beim Anbieter Rackspace hingegen kam es am 02.11.2009 bei einer geplanten Wartung eines UPS-Clusters zu einem Kurzschluss, was dazu führte, dass die Stromversorungseinheit (Power Distribution Unit, PDU) hinter diesem Cluster ihren Dienst verweigerte. Der Ausfall dauerte ca. 55 Minuten. Ein Ausfall von ca. sieben Tagen ereignete sich ab dem 03.09.2007 bei dem Anbieter Navisite. Die Migration zweier Rechenzentren schlug fehl. So stimmte der *Unified Resource Locator* zunächst nicht mit der *Internet Protocol* (IP)-Adresse der Server überein, dann stimmte die IP nicht mehr mit den Servern überein. Neben den bisher bekannten Ausfällen kam es zudem sowohl zu Funktionalitätsstörungen, temporären und sogar irreversiblen Datenverlusten, als auch zu Inkonsistenzen und dem Bekanntwerden der Anfälligkeit für Hacking-Attacken. Beispiele für Funktionalitätsstörungen sind die fehlende Cloud Server Konfiguration (24.01.2011) und Probleme beim Hinzufügen neuer virtueller Server und der Konfiguration des *Load-Balancers* (04.03.2011) bei dem Anbieter GoGrid. Beispiele für den temporären und irreversiblen Datenverlust ereigneten sich am 08.05.2010 und am 21.04.2011 bei AWS, so führten mehrere Fehler in den zugrundeliegenden Hardware-Komponenten im ersten Fall zu einem Stromausfall, welcher wiederum den Datenverlust implizierte. Im zweiten Fall führte ein falsch durchgeführtes Netzwerk-Upgrade nach einem circa 11 stündigen Ausfall zu einem permanenten Datenverlust. Zu Inkonsistenzen kam es bei AWS am 10.08.2011. Durch eines Softwarefehler in der *Elastic Block Storage* (EBS)-Software des Anbieters sind einer oder mehrere Blöcke in Snapshots fälschlicherweise gelöscht worden. Gleich zwei Schwachstellen sind beim Anbieter AWS am 24.10.2011 aufgedeckt

worden, so waren die Dienste anfällig für Cross-Site-Scripting (XSS) Angriffe und XML-Signatur-Attacken.

4.3 Twitter Analyse

Jener Wortstamm, der, wie Tabelle 6 zu entnehmen ist, auf Twitter am häufigsten mit Störereignissen in Verbindung genannt wird, ist *OUTAGE*; dieser ist in 86,10% aller identifizierten Tweets enthalten. Auch der Wortstamm *DOWNTIME*, welcher im Kontext der Verfügbarkeit von Cloud Computing Services (*CLOUD*, *COMPUTE*, *SERVICE*) synonym verwendet wird, tritt relativ häufig auf. In 4,30% bzw. 5,50% aller Tweets wird neben dem Ausmaß bzw. die betroffenen Daten (*DATA*, *AFFECT*) auf die Ursache (*POWER*, *ISSUE*) und die Länge der Downtime (*DAY*, *TIME*, *TODAY*) eingegangen.

#	Wort	Häufigkeit	Auftreten in Datensätzen	#	Wort	Häufigkeit	Auftreten in Datensätzen
1	OUTAGE	8348	86,10%	11	POWER	410	4,20%
2	CLOUD	6249	55,60%	12	DAY	367	3,50%
3	SERVICE	1504	14,60%	13	HOST	364	3,40%
4	DOWNTIME	1184	12,40%	14	TIME	360	3,00%
5	WEB	787	8,10%	15	NEWS	327	3,30%
6	COMPUTE	654	6,70%	16	SERVE	325	2,90%
7	DATA	522	4,30%	17	POST	312	3,00%
8	AFFECT	515	5,50%	18	CUSTOMER	310	2,90%
9	SITE	483	4,70%	19	TODAY	307	3,10%
10	ISSUE	411	4,20%	20	LEARN	303	3,20%

Tabelle 6: Absolute Wortstammhäufigkeiten in den Reaktionen auf Twitter

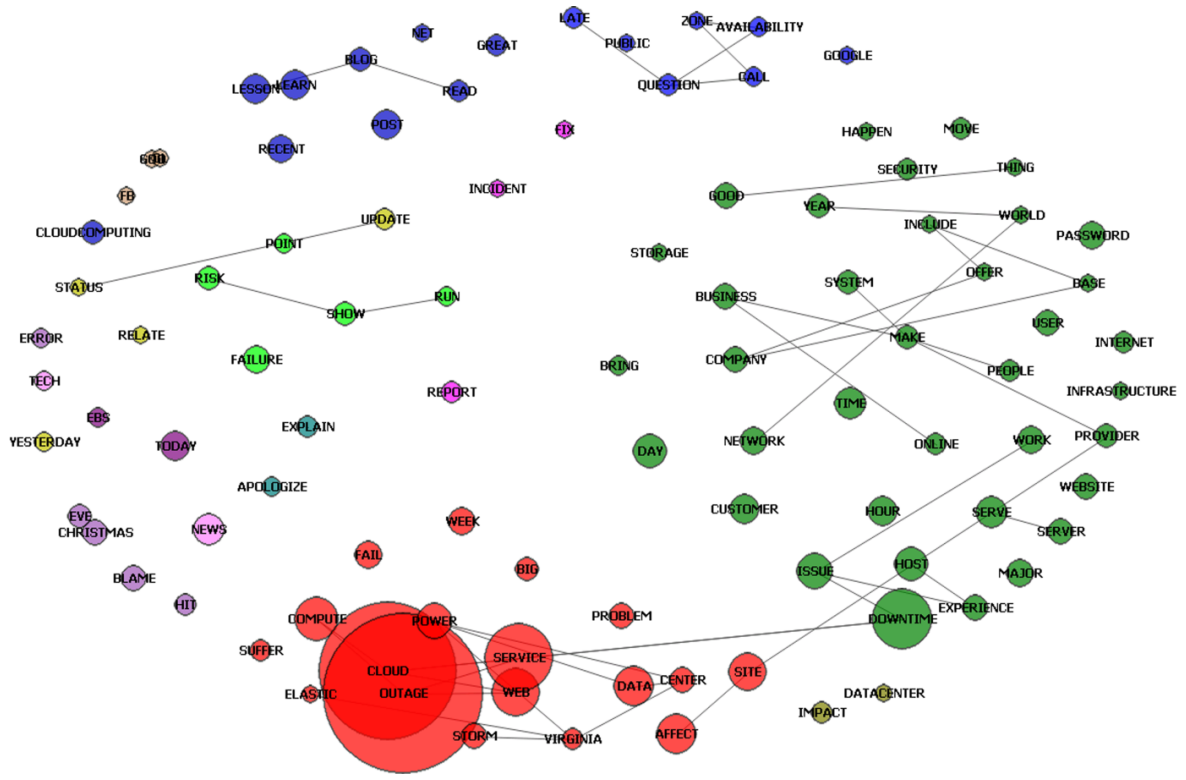


Bild 2: 2D-Konzept-Karte der Reaktionen auf Twitter

Unter Zuhilfenahme der 2D-Konzept-Karte in Bild 2 lässt sich auch das häufige Auftreten des Wortstamms *LEARN* erklären, so wird dieser in Verbindung mit *LESSON* verwendet („lessons learned. […] Amazon's problem wasn't the outage - it's the communication […]"). Durch die Hervorhebung der besonders starken Verbindungen wird die Verbindung zwischen den Knoten *GOOD* und *THING* sichtbar („The #AWS outage is nothing more than proof that having all eggs sitting in one basket is never a good thing, even with 'cloud' solutions"). Weitergehend schreiben die Twitter-Nutzer, dass die Störereignisse ein Beweis für die bestehenden Risiken im Cloud Computing sind (*SHOW*, *RISK*). Doch auch der Wunsch nach vollständiger Aufklärung der Vorfälle samt Entschuldigung wird sichtbar (*APOLOGIZE*, *EXPLAIN*). Weitere Cluster lassen sich den Themenbereichen Schuldzuweisung (*BLAME*), aktuelle Informationen zu den Störereignissen (*STATUS*, *UPDATE*) und Ausmaß des Vorfalls, speziell auf Amazon bezogen (*AVAILABILITY*, *ZONE*), einordnen („The last big AWS outage made it abundantly clear that you need to distribute across availability zones […]"). Auch scheint ein besonderes Störereignis am Heiligen Abend (*CHRISTMAS*, *EVE*) die Twitter-Nutzer besonders zu bewegen, bei der der amerikanische Video-Streaming-Anbieter Netflix aufgrund einer ungeplanten Downtime beim Anbieter AWS unerreichbar war [4] („Pity the poor Amazon sysadmins dealing with another AWS East outage on Christmas Eve").

5 Zusammenfassung

Es ist auffällig, dass die Ursachen für Störereignisse im Cloud Computing viele Facetten annehmen können. Gründe für Störereignisse sind höhere Gewalt, so bspw. bedingt durch Unwetter. Auch kommt es in Einzelfällen zu einer unglücklichen Verkettung von unvorhersehbaren Ereignissen. Eine annähernd einhundertprozentige Verfügbarkeit und Sicherheit der ausgelagerten Daten kann es bedingt durch diese Unvorhersehbarkeit bei einzelnen Anbietern somit nur geben, wenn diese Daten redundant in unterschiedlichen *Availability Zones* oder gar bei unterschiedlichen Anbietern gespeichert werden. Hierbei sollte jedoch darauf geachtet werden, dass die Anbieter nicht auf denselben Basisdienst zurückgreifen, da dies nicht im Sinne einer Risikodiversifikation ist (z. B. Ausfall des Basisdienstes). Ein weiterer Grund für Störereignisse im Cloud Computing ist das menschliche Versagen während einer Wartung. Es kann daher durchaus die polarisierende Hypothese aufgestellt werden: Das Risiko, dass es während einer Wartung bzw. geplanten Ausfallzeit zu einem Störereignis kommt ist ungleich größer als jenes Risiko, dass es ohne durchgeführte Wartung zu einem Störereignis kommt. Weitergehend lässt sich festhalten, dass die öffentlich zugänglichen Angaben zu den einzelnen Störereignissen generisch gehalten sind. Es finden sich kaum detaillierte Informationen zu den Ursachen der Vorfälle. Auch ist auffällig, dass die Informationen zu den Vorkommnissen zum Großteil lediglich über Sekundärquellen zu erreichen sind, welche nicht verifiziert werden konnten. Fraglich ist, ob die Kunden explizit über die Vorfälle informiert und im vollen Umfang aufgeklärt werden. Es scheint so, als würden viele Cloud Computing Anbieter bislang nicht über eine geeignete Kommunikationsstrategie im Falle von Störereignissen verfügen. Jedenfalls sollte es für einen Anbieter in der Regel vorteilhafter sein, wenn er ein Störereignis und alle bedingenden Umstände selbst erläutert, anstatt dieses Dritten zu überlassen. Als Limitation ist zu erwähnen, dass nicht eindeutig ist, welche Nutzer die Twitter-Daten generiert haben, sprich ob es Unternehmen, Privatpersonen oder gar automatisierte Nachrichtenaccounts sind, die auf Störereignisse im Cloud Computing reagieren. Wie die Twitter-Daten nichtsdestotrotz zeigen, sind auch die Nutzer durchaus an der vollständigen Aufklärung der Störereignisse interessiert. Zwar bieten viele der am Markt befindlichen Anbieter ihren Kunden Gutschriften im Falle der Unterschreitung der versprochenen Verfügbarkeit, doch sollte probiert werden, das verlorene Vertrauen zumindest durch eine glaubhafte,

transparente Stellungnahme teilweise neu aufzubauen. Die Nachrichten über Online-Betrug, Abhörskandale, Hacker-Attacken, böswilliges Eindringen in Systeme und massenhafte Plünderung von Kundendaten erschüttern das Vertrauen in die Cloud Computing Technologie. Daher existiert ein dringendes Bedürfnis Störereignisse effektiv zu adressieren. Weitere Forschungsambitionen sollten explizit auch die Erstellung einer geeigneten Kommunikationsstrategie berücksichtigen, die sowohl den Kunden als auch die breite Öffentlichkeit über diverse Kanäle (bspw. Unternehmenshomepage, -blog, soziale Netzwerke und Stellungnahme in der Presse) möglichst ehrlich über Vorkommnisse aufklärt.

6 Danksagung

Die Autoren danken den Herren Patrick Richter und Dung Bui für die tatkräftige Unterstützung. Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts „IT-for-Green: Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS 2.0“ entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert (Fördernummer W/A III 80119242).

7 Literatur

[1] AIS (2010): AIS: MIS Journal Rankings. http://ais.affiniscape.com/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=432. Abgerufen am 27.07.2011.

[2] Chakraborty, S; Roy, K (2012): An SLA-based Framework for Estimating Trustworthiness of a Cloud. *2012 IEEE 11th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications*.

[3] Dastjerdi, AV; Tabatabaei, SGH; Buyya, R (2012): A dependency-aware ontology-based approach for deploying service level agreement monitoring services in Cloud. Software: Practice and Experience 42(4):501–518.

[4] Finkle, J (2012): Analysis: Amazon’s Christmas faux pas shows risks in the cloud.

[5] Freundlieb, M; Teuteberg, F (2013): Corporate Social Responsibility Reporting − A Transnational Analysis of Online Corporate Social Responsibility Reports by Market-Listed Companies: Contents and their Evolution. International Journal of Innovation and Sustainable Development 7(1):1–26.

[6] Garg, SK; Versteeg, S; Buyya, R (2013): A framework for ranking of cloud computing services. Future Generation Computer Systems 29(4):1012–1023.

[7] Gläser, J; Laudel, G (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. 4. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

[8] Gonzalez, AJ; Helvik, BE (2013): SLA success probability assessment in networks with correlated failures. Computer Communications 36(6):708–717.

[9] Goo, J; Kishore, R; Rao, H; Nam, K (2009): The role of service level agreements in relational management of information technology outsourcing: An empirical study. Mis Quarterly 33(1):119–145.

[10] Goo, J; Huang, CD (2008): Facilitating relational governance through service level agreements in IT outsourcing: An application of the commitment–trust theory. Decision Support Systems 46(1):216–232.

[11] Hammadi, AM; Hussain, O (2012): A Framework for SLA Assurance in Cloud Computing. *2012 26th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*.

[12] Handy, C (1995): Trust and the Virtual Organization. Harvard Business Review 73(3):40–50.

[13] Iscipline, INSYD; Sidorova, BA; Evangelopoulos, N; Valacich, JS (2008): Uncovering the Intellectual Core of the Information Systems Discipline. Management Information Systems Quarterly 32(3):467–482.

[14] Kumar, M; Sareen, M (2012): Trust and Technology in B2B E-Commerce: Practices and Strategies for Assurance. IGI Global, Hershey.

[15] Lampe, U; Wenge, O; Müller, A; Schaarschmidt, R (2012): Cloud Computing in the Financial Industry – A Road Paved with Security Pitfalls? *Proceedings of the 18th Americas Conference on Information Systems*. Seattle, Washington, USA.

[16] Leong, L; Chamberlin, T (2011): Magic Quadrant for Public Cloud Infrastructure as a Service. http://www.savvis.com/en-us/info_center/documents/magic_quadrant_for_public_cloud.pdf. Abgerufen am 13.09.2013.

[17] Liebold, R; Trinczek, R (2009): Experteninterview. In: Kühl, S; Strodtholz, P; Taffertshofer, A (Hrsg), *Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und Qualitative Methoden.* VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, Germany.

[18] Matros, R (2012): Der Einfluss von Cloud Computing auf IT-Dienstleister.

[19] Mayring, P; Brunner, E (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Friebertshäuser, B; Langer, A; Prengel, A (Hrsg), *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. Juventa Verlag, Weinheim und München, Germany.

[20] Morin, J-H; Aubert, J; Gateau, B (2012): Towards Cloud Computing SLA Risk Management: Issues and Challenges. *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences*.

[21] Paschke, A; Schnappinger-Gerull, E (2006): A Categorization Scheme for SLA Metrics. *Service-Oriented ElectronicCommerce, Proceedings zur Konferenz im Rahmen der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2006*.

[22] Provalis Research (2005): WordStat: Content Analysis Module for QDA Miner & SimStat. http://www.provalisresearch.com/Documents/wordstat51.pdf. Abgerufen am 13.09.2013.

[23] Provalis Research (2010): WordStat 6: Content Analysis Module for QDA Miner & SimStat. http://www.provalisresearch.com/Documents/WordStat6.pdf. Abgerufen am 13.09.2013.

[24] Sidorova, A; Evangelopoulos, N; Valacich, JS; Ramakrishnan, T (2008): Uncovering the Intellectual Core of the Information Systems Discipline. MIS Quarterly 32(3):467–482.

[25] Stankov, I; Datsenka, R; Kurbel, K (2012): Service Level Agreement as an Instrument to Enhance Trust in Cloud Computing–An Analysis of Infrastructure-as-a-Service Providers. *AMCIS 2012 Proceedings*.

[26] Unterharnscheidt, P; Kieninger, A (2010): Service Level Management – Challenges and their Relevance from the Customers ' Point of View Service Level Management –.

[27] Urban, T (2012): Vertrauenspotentiale im Internet: Technologieakzeptanz - Kundenkontakt - Informationsbewertung. Peter Lang, Frankfurt am Main.

[28] Vehlow, M; Golkowsky, C (2013): Cloud Computing - Evolution in der Wolke.

[29] Walterbusch, M; Bosse, A; Teuteberg, F (2013): Konzeption, prototypische Implementierung und Evaluation eines Stimmungsbarometers auf Basis sozialer Netzwerke. *Proceedings zur INFORMATIK 2013: Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt; 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI); Lecture Notes in Informatics (LNI)*.

[30] Walterbusch, M; Martens, B; Teuteberg, F (2013): Exploring Trust in Cloud Computing: A Multi-Method Approach. *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems (ECIS 2013)*. Utrecht.

[31] Wang, M; Wu, X; Zhang, W; Ding, F; Zhou, J; Pei, G (2011): A Conceptual Platform of SLA in Cloud Computing. *2011 IEEE Ninth International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing*.

[32] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):13–23.

[33] Wu, C; Zhu, Y; Pan, S (2013): The SLA Evaluation Model for Cloud Computing. *Proceedings of the International Conference on Computer, Networks and Communication Engineering (ICCNCE 2013)*. Paris, France.

[34] Zissis, D; Lekkas, D (2012): Addressing cloud computing security issues. Future Generation Computer Systems 28(3):583–592.

Teilkonferenz: Very Large Business Applications

Das Hauptziel der Teilkonferenz "Very Large Business Applications" ist es, Forschern und Praktikern ein Forum zu bieten, um sich über Innovationen und Erfahrungen im Kontext VLBA auszutauschen. VLBA sind unternehmensweite betriebliche und zwischenbetriebliche Informationssysteme. Sie unterstützen die Ausführung der Geschäftsprozesse entlang der Wertschöpfungskette und sind nicht innerhalb von Unternehmensgrenzen beschränkt. Beispiele für VLBA sind ERP-Systeme, Systeme für Computer Integrated Manufacturing und zwischenbetriebliche Informationssysteme, z.B. Anwendungen für Customer Relationship Management (CRM) oder Supply Chain Management (SCM). Aus technischer Sicht handelt es sich bei diesen Systemen um verteilte, föderierte und integrierte betriebliche Anwendungssysteme. Die Implementierung basiert auf modernen Architekturkonzepten wie z.B. Service-orientierte Architekturen (SOA), Komponentenframeworks, Peer-to-Peer-Netzen, Cloud Computing, Grid-Architekturen oder auch Mediatoren. VLBAs sind geprägt durch ihre strategische Bedeutsamkeit, sowohl für einzelne Unternehmen als auch für Unternehmensverbünde.

Im Folgenden werden drei Beiträge vorgestellt, die nach doppelt blinder Begutachtung ausgewählt wurden. Die Beiträge greifen die Themenfelder: Verfügbarkeit von IT-Diensten, Messung des IT-Wertbeitrages und kanonische Datenmodelle jeweils im Kontext von VLBA auf.

In seinem Beitrag „Vergleich analytischer Vorhersageansätze für die Verfügbarkeit von IT-Diensten“ beschäftigt sich Sascha Bosse mit dem (unternehmensübergreifenden) Wertschöpfungsaspekt von VLBA. Im Zentrum steht der Vergleich von drei analytischen Verfahren zur Beschreibung der Verfügbarkeit von IT-Diensten.

Frank Termer, Volker Nissen und Friedemann Dorn adressieren in ihrem Beitrag „Grundlegende Überlegungen zur Konzeption einer multiperspektivischen Methode der Messung des IT-Wertbeitrags“ die Frage, um welche IT-spezifischen Aspekte existierende Verfahren zur Messung eines Wertbeitrages aus dem Consulting Bereich erweitert werden können.

Beide Arbeiten könnten in einem nächsten Schritt dazu beitragen, die Wirtschaftlichkeit von VLBA fundierter bewerten zu können.

Abschließend stellt Andree Teusch in seinem Beitrag „Entwurf von hierarchisch-strukturierten kanonischen Datenmodellen für VLBA“ Überlegungen an, wie Datenobjekte auf Basis kanonischer Datenmodelle für den Austausch von Geschäftsdaten im VLBA Kontext aus einem SOM Geschäftsprozessmodell abgeleitet werden können.

Diese Teilkonferenz wurde unterstützt durch das Programmkomitee Prof. Dr. Witold Abramowicz (Poznan University of Economics), Dr. Stephan Fischer (SAP AG), Prof. Dr. Jan Marco Leimeister (Universität Kassel), Prof. Dr. Kathrin M. Möslein (Universität Erlangen-Nürnberg), Prof. Dr. Markus Nüttgens (Universität Hamburg), Ann Rosenberg (SAP AG), Prof. Dr. Gerhard Schwabe (Universität Zürich), Dr. Dr. Victor Taratoukhine (Universität Münster), Stefan Weidner (Universität Magdeburg) sowie die MKWI Tagungsleitung. Besonders danken wir auch den Autoren und den Reviewern für ihr Engagement.

Dezember 2013

Helmut Krcmar, Klaus Turowski, Holger Wittges

(Teilkonferenzleitung)

Vergleich analytischer Vorhersageansätze für die Verfügbarkeit von IT-Diensten

Sascha Bosse

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Informatik, Very Large Business Applications Lab, 39106 Magdeburg, E-Mail: sascha.bosse@ovgu.de

Abstract

Der Aufbau von Wertschöpfungsketten, die durch Kombination von IT-Diensten verschiedener Anbieter entstehen, erhöht die Bedeutung der Qualität dieser Dienste. Die Verfügbarkeit von Diensten ist dabei eine wichtige Eigenschaft, die im Falle der Nichterfüllung zu erhöhten Kosten und Reputationsverlust für den Dienstanbieter führen kann. Analytische Vorhersagemethoden können die Minimierung der Nichtverfügbarkeit unterstützen, jedoch wurden die verschiedenen Ansätze bisher nicht systematisch verglichen. In diesem Beitrag werden drei ausgewählte Verfahren anhand aufgestellter Kriterien im Sinne der Softwarequalität theoretisch und experimentell verglichen, mit dem Ergebnis, dass sie ein weites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten abdecken, jedoch die Wahl des geeigneten Verfahrens stark vom Ausgangsszenario abhängt.

1 Einleitung

Durch die zunehmende Service-Orientierung von Informationssystemen und neue Konzepte wie Cloud Computing steigt die Bedeutung von IT-Diensten weiter. Durch die Kombination von IT-Diensten über Organisationsgrenzen hinweg entstehen Wertschöpfungsketten, die eine hohe Servicequalität voraussetzen. Ein sehr wichtiges Qualitätsmerkmal von IT-Diensten ist die Verfügbarkeit [10]. Für den Dienstanbieter hat Nicht-Verfügbarkeit mindestens drei negative Aspekte: Erstens, fallen bei zu hoher Ausfallzeit wegen Verletzungen der Service-Level-Agreements (SLAs) Vertragsstrafen an [8]. Zweitens entstehen Opportunitätskosten, gerade bei Unternehmen, die über IT-Dienste Produkte vertreiben. Drittens erleidet ein Anbieter bei wiederholter Nicht-Verfügbarkeit Reputationsverluste, die sein Geschäft langfristig schädigen können [4].

Trotz der Bemühungen, Dienstausfälle zu vermeiden, lässt sich Nicht-Verfügbarkeit kaum vermeiden. Auch weltweit agierende Dienstanbieter wie *Amazon* [12], *Microsoft* [24] und *Google* [23] haben mit weitreichenden und kostspieligen Ausfällen zu kämpfen. Diese Probleme werden durch die Komplexität und Dynamik der zugrunde liegenden Very Large Business Applications (VLBAs) verursacht [7]. Diese Systemlandschaften müssen ständig den veränderten Geschäftsbedingungen und neuen Technologien angepasst werden, was das Verfügbarkeitsmanagement erheblich erschwert [16]. Die *IT Infrastructure Library* empfiehlt daher den Einsatz von Verfügbarkeitsvorhersagemodellen, um das IT-Service-Management dahingehend zu unterstützen, beklagt aber gleichzeitig den Mangel an geeigneten Werkzeugen am Markt [13]. In der wissenschaftlichen Literatur werden daher traditionelle Verfahren erweitert oder neue Methoden entwickelt, um die Verfügbarkeit von IT-Diensten aus komplexen VLBAs unter veränderlichen Bedingungen vorherzusagen [17]. Die Eignung der unterschiedlichen Ansätze wird dabei mit verschiedenen Ergebnissen diskutiert. In diesem Beitrag soll daher ein Vergleich von drei beispielhaften Verfahren aus dem Blickwinkel der Softwarequalität durchgeführt werden.

Der Inhalt des Beitrags ist wie folgt strukturiert: Zunächst wird in Abschnitt 2 der Stand der Technik dargelegt. In Abschnitt 3 wird das zugrunde liegende Datenmodell für die Dienstverfügbarkeit erläutert, bevor die untersuchten beispielhaften Verfahren eingeführt werden. Die Vergleichskriterien sowie ein theoretischer und experimenteller Vergleich werden in Abschnitt 4 vorgestellt. Abschnitt 5 schließt den Beitrag mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse und einem Fazit.

2 Stand der Technik

In der Literatur werden Methoden zur Vorhersage der Systemverfügbarkeit seit Jahrzehnten diskutiert. Die speziellen Anforderungen hoch-dynamischer, service-orientierter VLBAs erschweren jedoch den Einsatz klassischer Verfahren, weswegen viele Arbeiten in den letzten Jahren sich mit der Entwicklung neuer oder der Erweiterung klassischer Methoden beschäftigen. Einen umfangreichen Überblick über bestehende Verfahren wird von Milanovic in dessen Habilitationsschrift geboten [18]. Dort werden Methoden und Werkzeuge in qualitative, quantitative und analytische Verfahren eingeteilt. Diese Verfahren werden dabei informell beurteilt, ein systematischer Vergleich verschiedener Ansätze findet nicht statt.

Qualitative Methoden wie beispielsweise Experteninterviews oder Ishikawa-Diagramme sind einfach anzuwenden, ihre Ergebnisse sind jedoch nicht formal und deren Güte stark abhängig von den Fähigkeiten der involvierten Personen [19]. Weiterhin ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf unbekannte Szenarien stark eingeschränkt, was diese Verfahren gerade im Bereich dynamischer VLBAs stark benachteiligt. Quantitative oder Black-Box-Verfahren nutzen Monitoring-Daten, um mit

Methoden des Data Mining die Verfügbarkeit in die Zukunft projizieren zu können. Die Anwendung dieser Methoden benötigt relativ wenig Detailwissen über das System und sind – einmal konfiguriert – in der Lage, in Echtzeit die Prognosen den aktuell gesammelten Daten anzupassen. Da die Struktur des Systems und das Zusammenspiel seiner Komponenten jedoch nicht modelliert werden, ist auch hier die Übertragbarkeit auf neue Konfigurationen und Szenarien limitiert [14]. Analytische oder White-Box-Verfahren modellieren das System als Kombination einzelner Komponenten. Diese werden durch zwei Zufallsgrößen für die Zeit zum Fehler (TTF – time to failure) und die Zeit zur Instandsetzung (TTR – time to recover) beschrieben, von denen die Komponentenverfügbarkeit bestimmt wird. Mit entsprechendem Detailwissen kann nicht nur der aktuelle Zustand einer VLBA, sondern auch neue Konfigurationen abgebildet werden. Daher werden diese Verfahren für die Vorhersage von IT-Diensten aus sich verändernden Systemlandschaften empfohlen [19]. Diese Verfahren lassen sich weiter unterteilen, in kombinatorische, zustandsraumbasierte und hierarchische Modelle [22]. Weiterhin können sie je nach Art der Evaluation in mathematische und Simulationsmodelle eingeteilt werden [4].

Kombinatorische Modelle berechnen die Wahrscheinlichkeit, dass das System zu einem bestimmten Zeitpunkt verfügbar ist. Dazu setzen sie Komponenten in bestimmte Relationen. Je nach Art der Relation kann die Verfügbarkeit dann aus den Verfügbarkeiten der Komponenten berechnet werden. Diese wird wiederrum aus den Mittelwerten der TTF und TTR berechnet. Diese Berechnung kann aufgrund der Einfachheit der Modelle sehr schnell erfolgen. Zur Vorhersage der Verfügbarkeit von Rechenzentren wurden zum Beispiel Reliability Block Diagrams (RBDs) eingesetzt [25]. Ein großer Nachteil kombinatorischer Verfahren ist jedoch die Annahme, dass die Verfügbarkeit einer Komponente unabhängig von anderen Komponenten ist, was gerade bei integrierten IT-Systemen mit Wartung und weiteren Abhängigkeiten nicht realistisch ist [22]. In zustandsraumbasierten Modellen können diese Einschränkungen überwunden werden. Dazu werden alle möglichen Zustände des Systems modelliert, so dass über die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Zustände die Verfügbarkeit berechnet werden kann. Durch die Annahme der Markov-Eigenschaft bei Zustandsübergängen kann der Zustandsraum als Markov-Kette modelliert und mathematisch oder durch Simulation gelöst werden (beispielsweise in [5, 6, 21]). Das Problem der Zustandsraumexplosion limitiert jedoch die Anwendbarkeit dieser Modelle gerade für VLBAs mit potentiell hunderten Komponenten [4]. Die Kodierung des Zustandsraums in einem Petri-Netz wird aus Gründen der Handhabbarkeit und Speicherbarkeit empfohlen [15], jedoch wird die Komplexität des Lösungsraums nicht reduziert [18]. In der Literatur wird deswegen die Auswertung von Petri-Netzen durch Simulation empfohlen, vor allem in Verbindung mit hierarchischen Modellen [26]. In diesen Modellen werden unterschiedliche Abstraktionsebenen benutzt, um durch die Anwendung von kombinatorischen Verfahren auf höchster Ebene die Komplexität zu reduzieren. Das Verhalten des Petri-Netzes wird dann wiederholt simuliert, so dass durch die Berechnung von Konfidenzintervallen statistische Aussagen über die Verfügbarkeit getroffen werden können. Ein solcher Ansatz wird zum Beispiel in [3, 4, 26] verfolgt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass vor allem kombinatorische Modelle wegen ihrer Einfachheit, zustandsbasierte Modelle wegen ihrer formal mathematischen Basis und hierarchische Simulationsmodelle wegen ihrer Skalierbarkeit empfohlen werden. Ein systematischer Vergleich dieser analytischen Ansätze konnte in der relevanten Literatur nicht gefunden werden. Daher wird ein solcher Vergleich in diesem Beitrag angestrebt, um einzuschätzen, für welche Problemklasse welche Methoden am besten geeignet sind.

3 Modelle

In diesem Abschnitt werden die ausgewählten Verfahren und deren gemeinsame Eingabedatenbasis, aus der die Modelle instanziiert werden, vorgestellt. Dazu wird zunächst ein Datenmodell für die Verfügbarkeit von IT-Diensten aufbauend auf den Arbeiten in [2, 19] präsentiert. Dabei wurden exemplarische Verfahren aus der Literatur ausgewählt, die den in Abschnitt 2 identifizierten Klassen von Methoden entsprechen.

3.1 Datenmodell für die Verfügbarkeit von IT-Diensten

Die Verfügbarkeit eines IT-Dienstes ist definiert als die Wahrscheinlichkeit, dass er zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Lage ist, die erwartete Funktion zu erfüllen [19]. Diese Wahrscheinlichkeit kann als Anteil der verfügbaren Zeit aus historischen oder künstlich erzeugten Daten (Gleichung (1)) sowie aus den Erwartungswerten (MTTx – mean time to x) für die Zufallsgrößen TTF und TTR geschätzt werden (Gleichung (2)).

$$A = \frac{uptime}{uptime + downtime} \tag{1}$$

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \tag{2}$$

Das Datenmodell ist in Bild 1 dargestellt. Die Verfügbarkeit eines Dienstes hängt dabei von den atomaren Diensten (AtomicService) ab, aus denen er zusammengesetzt ist und ergibt sich dabei aus dem Produkt der Verfügbarkeiten der atomaren Dienstes. Jeder atomare Dienst benötigt ein System aus Komponenten (ComponentSystem), um verfügbar zu sein. Beispiele für Systeme sind serielle Systeme und parallel-redundante Systeme (auch k-aus-n-Systeme). Solche Systeme können aus einer einzelnen Komponente (Component) oder aus weiteren Systemen bestehen. Jedoch muss jedes Komponentensystem komplett in Einzelkomponenten auflösbar sein. Jeder Komponente können Fehler (Failure) zugeordnet werden, die durch Zufallsverteilungen für die Größen TTF und TTR gekennzeichnet sind. Außerdem kann ein Fehler eine manuelle Reparatur erfordern oder nicht. Ist manuelles Eingreifen erforderlich, werden automatisch Aufgaben (Task) mit bestimmter Priorität erzeugt. Die verfügbaren Administratoren (Operator), die eine unterschiedliche Expertise aufweisen, bearbeiten dann Aufgaben je nach Priorität und Eingangszeit. Die Expertise bestimmt dabei den Divisor, der die Fehlerwahrscheinlichkeit einer Aufgabe teilt. Tritt ein Fehler während der Bearbeitung einer Aufgabe auf, muss die Aufgabe wiederholt werden. Aus dem instanziierten Datenmodell können für einen IT-Dienst die ausgewählten Methoden parametrisiert werden. Diese werden in den folgenden Unterabschnitten vorgestellt.

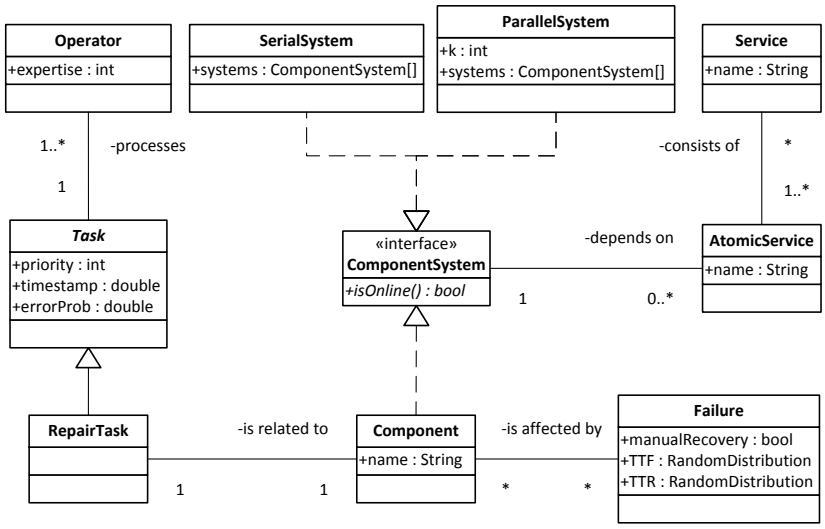


Bild 1: Datenmodell für die Verfügbarkeit von IT-Diensten

3.2 Reliability Block Diagram (RBD)

Als Beispiel für ein kombinatorisch, mathematisches Verfahren werden hier Reliability Block Diagrams genutzt. Die Verfügbarkeit einer Komponente wird dabei aus den Größen MTTF und MTTR nach Gleichung (2) berechnet. Aus den Verfügbarkeiten der Komponenten kann Bottom-Up die Verfügbarkeit der Komponentensysteme berechnet werden. Für serielle Systeme wird zum Beispiel Gleichung (3), für k-aus-n-Systeme mit baugleichen Komponenten Gleichung (4) benutzt [20]. Die Verfügbarkeiten der Teilsysteme sind dabei mit A_i bezeichnet.

$$A_s = \prod_{i=1}^{n} A_i \tag{3}$$

$$A_p(k) = \sum_{i=k}^{n} \binom{n}{i} A_i^k (1 - A_i)^{n-k} \tag{4}$$

3.3 Continuous Time Markov Chain (CMTC)

Eine zeitkontinuierliche Markov-Kette (engl. CTMC – Continuous Time Markov Chain) ist ein zustandsraumbasiertes Modell, welches hier mathematisch evaluiert wird. Das Modell und dessen Erzeugung wurden aus [19] adaptiert. Zunächst werden alle Komponenten in eine Liste der Länge *n* eingeordnet. Das Gesamtsystem hat damit 2^n mögliche Zustände, repräsentiert durch einen Binärcode der Länge *n*, der angibt, welche Komponenten im Zustand defekt oder in Funktion sind. Die Generatormatrix *Q* der CTMC besteht aus 2^n Zeilen und 2^n Spalten, wobei der Eintrag in Zeile *i* und Spalte *j* ($i \neq j$) die Rate angibt, mit der ein Zustandsübergang stattfindet, der defekte Komponenten in der Binärdarstellung von *i* wiederherstellt oder funktionierende Komponenten deaktiviert. Da in einer CTMC nur Zustandsübergänge zugelassen werden, die den Zustand nur jeweils einer Komponente verändern, sind in der Matrix nur diejenigen Einträge ungleich Null, deren Spalten- und Zeilenindex in der Binärdarstellung eine Hamming-Distanz von 1 haben. Für einen gültigen Zustandsübergang ist also genau eine Komponente betroffen. Wird die Komponente in der Transition wiederhergestellt, so wird die Rate *1/MTTR* in die Matrix eingetragen. Im Falle eines Defekts wird die Rate *1/MTTF* eingetragen. Um limitierte Administratorkapazitäten zu modellieren, werden jedoch nur die manuellen Wiederherstellungen mit den höchsten Prioritäten in die Matrix eingetragen, der Anzahl an Administratoren entsprechend. Zustandsübergänge mit geringerer Priorität werden nicht in die Matrix

eingetragen. Ist für eine Aufgabe (Task) eine Fehlerwahrscheinlichkeit größer Null angegeben, so wird die Wiederherstellungsrate durch einen Divisor, berechnet aus Gleichung (5), geteilt. Dieser gibt an, wie oft eine Aufgabe im Mittel durchgeführt werden muss, abhängig von der Fehlerwahrscheinlichkeit *p*.

$$\lim_{n\to\infty} \sum_{k=0}^{n} (1-p)p^k k + (1-p)p^k = 1 + \frac{p}{1-p} \tag{5}$$

Nachdem die Diagonale der Matrix Q mit der jeweiligen negativen Zeilensumme der Transitionsraten befüllt wurde, wird eine weitere Spalte an Q angehängt, die aus Einsen besteht. Der Ergebnisvektor *b* besteht aus 2^n Zeilen Nullen und einer Zeile mit dem Wert 1. So wird die Nebenbedingung, dass die Summe der Eintrittswahrscheinlichkeit aller 2^n Zustände den Wert 1 ergibt, sichergestellt. Dann kann die stationäre Lösung der Markov-Kette, repräsentiert durch den Vektor π, durch Lösung des linearen Gleichungssystems in Gleichung (6), beispielsweise mit der Methode der kleinsten Quadrate, gefunden werden.

$$\pi Q = b \text{ mit } \pi \in \mathbb{R}^n, Q \in \mathbb{R}^{n \times n+1}, b \in \mathbb{R}^{n+1} \tag{6}$$

Für jeden atomaren Dienst kann nun ein boolescher Ausdruck gebildet werden, der angibt, in welchen Zuständen der Dienst verfügbar ist. Die Summe der Eintrittswahrscheinlichkeiten dieser Zustände ergibt die Verfügbarkeit des atomaren Dienstes.

3.4 Petri-Netz-Simulation

Die ausgewählte Petri-Netz-Simulation ist ein hierarchisches Modell, vorgestellt in [2]. Die Zustände der Komponenten und die Interaktion von Administratoren sind im Komponentenmodell integriert (Bild 2).

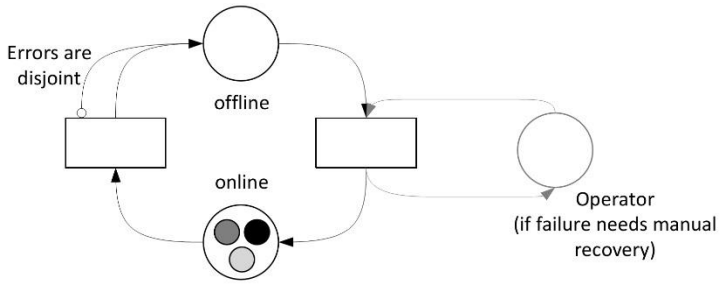


Bild 2: Komponentenmodell mit drei Fehlerarten und Administratorinteraktion

Eine Komponente kann in Funktion (online) oder defekt (offline) sein, die Dauer der Übergänge zwischen diesen Zuständen sind entsprechend der Zufallsgrößen TTF und TTR verteilt. Sind mehrere Fehlerarten definiert, können diese durch Farben modelliert werden. Es kann jedoch in jeder Komponente nur ein Fehler gleichzeitig auftreten, für nicht eingetretene Fehler wird die Fehlertransition unterbrochen. Ein Administrator wird bei Bedarf zur Instandsetzung aus dem Administratorenpool entnommen. Der Pool ist dabei eine Stelle, die mit der „Operator"-Stelle aus Bild 2 durch zeitlose Transitionen verbunden ist. Diese Transitionen werden nur aktiviert, wenn die Komponente manuelle Wiederherstellung verlangt und keine Aufgabe höherer Priorität ansteht. Sobald die Aufgabe fertiggestellt ist, wird der Administrator wieder freigestellt. Ein atomarer Dienst ist zu einem bestimmten Zeitpunkt verfügbar, wenn das zugeordnete System von Komponenten in Funktion ist. Dies wird durch einen booleschen Ausdruck bestimmt, der von den aktuellen Zuständen der Komponenten im Petri-Netz abhängt. In einem Durchlauf der Simulation werden ereignisbasiert

die Zeiten, in denen der Dienst verfügbar war, addiert und in Relation zur Gesamtzeit gesetzt, um die Verfügbarkeit *A* nach Gleichung (1) zu bestimmen. Das Verhalten des Modells wird, abhängig von einem Zufallsgenerator, in diversen Replikationen wiederholt, bis statistisch aussagekräftige Ergebnisse vorliegen. Dazu wird ein Konfidenzintervall für den Mittelwert eines normalverteilten Merkmals mit unbekannter Varianz nach Gleichung (7) bestimmt.

$$P(\hat{A} \in [\bar{A} - t_{1-\alpha/2,n-1}\frac{s}{\sqrt{n}}; \bar{A} + t_{1-\alpha/2,n-1}\frac{s}{\sqrt{n}}]) = 1 - \alpha$$
$$s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(A_i - \bar{A})^2 \quad (7)$$

4 Vergleich der ausgewählten Verfahren

Nachdem die ausgewählten Verfahren vorgestellt wurden, werden sie in diesem Abschnitt verglichen. Da diese Verfahren erst in der Umsetzung als Software anwendbar sind, werden sie im Sinne der Softwarequalität gegenübergestellt [27]. Dazu werden zunächst Vergleichskriterien aufgestellt, bevor ein theoretischer und experimenteller Vergleich der jeweiligen Verfahren durchgeführt wird.

4.1 Vergleichskriterien

Die ISO/IEC 25000 definiert sechs Qualitätsmerkmale für Software-Produkte: Funktionalität, Zuverlässigkeit, Benutzbarkeit, Effizienz, Änderbarkeit und Übertragbarkeit. Diese Merkmale können auf die Qualität jeder Software angewandt werden, müssen jedoch für den konkreten Einzelfall instanziiert werden [1]. Im Folgenden werden qualitative Maße für die Qualitätsmerkmale bezogen auf die Güte von analytischen Vorhersagemodellen für die Verfügbarkeit von IT-Diensten ausgearbeitet. Die Definitionen sind dabei aus [1] entnommen.

Das Merkmal der Funktionalität ist definiert als das „Vorhandensein von Funktionen mit festgelegten Eigenschaften“, die definierte Anforderungen erfüllen. Die Funktion der untersuchten Methoden ist die Vorhersage der Verfügbarkeit. Da reale Daten zum Vergleich nicht vorliegen, werden indirekte Kriterien benutzt. So wird geprüft, ob eine Methode die in der Literatur als relevant erachteten Eigenschaften eines Systems berücksichtigt. Weiterhin werden die Vorhersagen experimentell untersucht, inwiefern sie sich im Ergebnis signifikant unterscheiden. Zuverlässig ist eine Software dann, wenn sie „ihr Leistungsniveau unter festgelegten Bedingungen über einen festgelegten Zeitraum […] bewahren“ kann. Im Falle eines Vorhersagemodells kann dies als die Stabilität des Verfahrens unter wechselnden Bedingungen interpretiert werden. Die Benutzbarkeit einer Software bezieht sich auf den Benutzungsaufwand und die „Beurteilung der Benutzung durch eine […] Benutzergruppe“. Da eine empirische Untersuchung nicht im Rahmen dieses Beitrags liegt, wird die Benutzbarkeit als Aufwand, das Verfahren zu konfigurieren, subjektiv eingeschätzt.

Das Qualitätsmerkmal der Effizienz bezieht sich auf das „Verhältnis zwischen dem Leistungsniveau […] und dem Umfang der eingesetzten Betriebsmittel“. Im Falle der Verfügbarkeitsvorhersage wird dieses Verhältnis vor allem vom Zeit- und Ressourcenverbrauch der Methode bestimmt. Diese können theoretisch als Frage der Komplexität und experimentell untersucht werden. Die Änderbarkeit einer Software wird durch den „Aufwand, der zur Durchführung vorgegebener Änderungen notwendig ist“, bestimmt. Im Sinne der Vorhersagemethoden kann dabei die Erweiterbarkeit der Verfahren für einzelne Modellteile, beispielsweise ein komplexeres Modell für Administratorfehler, herangezogen werden. Die „Eignung der Software, von einer Umgebung in eine andere übertragen zu werden“ kennzeichnet die Übertragbarkeit. Für Verfügbarkeitsvorhersageverfahren ist dabei vor allem die

Skalierbarkeit für unterschiedlich komplexe Szenarien entscheidend. Dadurch wird gewährleistet, dass die Verfahren auch für die industrielle Anwendung geeignet sind.

4.2 Theoretischer Vergleich

Für die Funktionalität von analytischen Vorhersagemethoden konnten folgende Anforderungen aus der Mehrheit existierender Methoden synthetisiert werden: Das Verfahren soll Komponenten mit bestimmter Verfügbarkeit modellieren können. Diese Komponenten sollten auf verschiedene Arten kombinierbar sein. So werden in der Regel serielle und parallele Verknüpfungen, aber auch n-modulare Redundanz oder Standby-Systeme modelliert [20]. Da IT-Systeme administriert werden müssen, sollten Menschen als limitierte Ressource in den Modellen abbildbar sein [19]. Auch der Einfluss menschlicher Fehler auf die Verfügbarkeit ist signifikant und sollte daher modelliert werden [2]. In der Literatur wird auch wiederholt auf Abhängigkeiten zwischen den Komponenten eingegangen [3, 11], die in einem Vorhersagemodell berücksichtigt werden sollten. Kombinatorische Ansätze sind dabei am Schwächsten aufgestellt. Aufgrund ihrer einfachen Definition sind sie weder in der Lage, komplexe Strukturen wie Standby-Systeme, noch menschliche Interaktion oder Abhängigkeiten zu modellieren. Ihre Funktionalität für die Vorhersage der Verfügbarkeit von IT-Diensten aus komplexen VLBAs darf daher bezweifelt werden. Zustandsraumbasierte Verfahren wie die hier ausgewählten CTMCs und Petri-Netze sind prinzipiell in der Lage, diese Anforderungen in einem Modell umzusetzen. Auch die unrealistische Annahme beispielsweise exponentiell verteilter Reparaturzeiten [21] kann in einer CTMC durch Phasenverteilungen umgangen werden, auf Kosten der Größe des Zustandsraumes. Ein Nachteil der Markov-Ketten ist jedoch, dass nebenläufige Aktivitäten nicht modelliert werden können. Daher sind Aussagen zum Beispiel über die Auslastung der Administratoren nicht aus dem Modell ableitbar. Dass die Simulation keinen exakten Wert, sondern nur ein Konfidenzintervall zum Ergebnis hat, ist jedoch nicht nur ein Nachteil. In [9] wird darauf hingewiesen, dass Wissen über die Varianz der Verfügbarkeit – die mit der Größe des Konfidenzintervalls korreliert – ebenso wichtig ist, wie die reine Größenordnung.

Die Zuverlässigkeit des RBDs ist durch die Einfachheit der Berechnung gegeben. Die Evaluation einer CTMC erfordert in der Regel die numerische Lösung des linearen Gleichungssystems aus Gleichung (6). Eine solche Annäherung ist natürlich per Definition fehlerbehaftet, eine Konvergenz kann nicht garantiert werden. Des Weiteren ist es möglich, dass ein Ergebnisvektor berechnet wird, in dem einzelne Wahrscheinlichkeiten kleiner Null sind. Die Zuverlässigkeit der Simulation ist eine Frage der nötigen Replikationen. Wenn man von der Fehlerfreiheit des Simulationsframeworks ausgeht, sollte eine korrekte Simulation mit zunehmender Replikationszahl auf den Ergebniswert konvergieren. Dies kann jedoch nicht garantiert werden und nur eine ausreichende Anzahl an Replikationen kann hier Sicherheit geben. Die Frage, wie viele Läufe ausreichend sind, ist dabei immer abhängig vom Szenario und kann stark variieren.

In der Frage der Benutzbarkeit kann das RBD wieder überzeugen, der Aufwand zur Benutzung ist sehr niedrig, da wenige Informationen übergeben werden müssen. Bei der CTMC ist vor allem die Auswahl geeigneter Speichermethoden und Lösungsverfahren problematisch. Ohne theoretisches Hintergrundwissen in Markov-Ketten und Numerik ist eine Konfiguration schwierig. Auch die Simulation erfordert die Eingabe vieler Informationen in einer Programmiersprache, selbst wenn entsprechende Schnittstellen definiert sind.

Bezüglich der Effizienz kann das RBD bei geringem Ressourcenaufwand in kurzer Zeit Ergebnisse produzieren. Für n Elemente müssen $O(n)$ Informationen gespeichert werden, die nötigen Rechenoperationen sind ebenfalls nur von der Anzahl Elemente abhängig, so dass hier ein linearer

Zeit- und Ressourcenverbrauch mit niedrigem Faktor zu erwarten ist. Die Effizienz der CTMC hängt stark von den genutzten Kompressions- und Lösungsverfahren ab. Der native Ansatz führt hier bei n Elementen zu 2^n Zuständen, und damit zu einer Matrixkomplexität von $O(2^n)$. Die hier implementierte Methode der kleinsten Quadrate hat dann ebenfalls einen exponentiellen Aufwand. Effizientere Verfahren können diesen Aufwand reduzieren, das Problem des exponentiell wachsenden Zustandsraumes bleibt jedoch bestehen. Der Speicheraufwand der Simulation hängt von der Anzahl an Modellelementen im Petri-Netz ab, die den Speicheraufwand für die Ergebnisse der einzelnen Replikationen überwiegt. Hier kann also eine Komplexität von $O(n)$ mit hohem Faktor erwartet werden. Der Zeitaufwand einer einzelnen Replikation wächst linear mit der Anzahl an Ereignissen m, wobei die Anzahl nötiger Replikationen für eine konstante Konfidenzintervalldifferenz von der Standardabweichung der Replikationsergebnisse abhängt. Wird dabei ein lineares Wachstum der Standardabweichung abhängig von n angenommen, bedeutet dies eine zeitliche Komplexität von $O(n^2m)$, da ein quadratisches Wachstum der Replikationsanzahl das lineare Wachstum der Standardabweichung ausgleichen kann.

Die Änderbarkeit des RBDs ist stark durch die enge Definition beschränkt, die Abhängigkeiten zwischen den Komponenten ausschließt. Die CTMC ist theoretisch genau wie die Simulation erweiterbar, jedoch müssen Änderungen in der CTMC mit einer Erweiterung des Zustandsraumes oder eine Veränderung der Übergangsraten einhergehen. Änderungen an der Simulation können durch Elemente von High-Level-Petri-Netzen, wie Inhibitorkanten oder Wächterfunktionen realisiert werden, die als intuitiver angesehen werden [4].

Durch die geringe Komplexität des RBD-Ansatzes ist es problemlos auf Problemstellungen beliebiger Größe skalierbar. Dennoch hat der Ansatz besonders in VLBAs mit komplexen Abhängigkeiten Nachteile, da relevante Informationen nicht modelliert werden können. Die Übertragbarkeit der CTMC ist durch das exponentielle Wachstum des Zustandsraumes problematisch. Für eine Landschaft mit 100 Komponenten müssen mehr als $1{,}27 \cdot 10^{30}$ Zustände modelliert werden. Selbst fortgeschrittene Kompressions- und Lösungsverfahren können bei diesen Größen ein unerwartetes Verhalten zeigen. Die Simulation mit erwartetem quadratischem Wachstum des Zeitaufwandes verspricht bei der Skalierbarkeit bessere Ergebnisse als die CTMC. Der Zeitaufwand für die Durchführung mehrerer Replikationen kann dabei – durch die Unabhängigkeit der einzelnen Durchläufe – durch Parallelisierung reduziert werden.

4.3 Experimenteller Vergleich

In diesem Unterabschnitt werden die drei ausgewählten Verfahren experimentell verglichen hinsichtlich des Zeitaufwandes und der Genauigkeit der Ergebnisse, um die theoretischen Erwartungen des vorherigen Abschnitts zu untersuchen. Dabei wird die Anzahl an Komponenten sukzessiv erhöht, um durch Regression die Abhängigkeit des Zeitverhaltens von der Anzahl an Komponenten zu untersuchen. Weiterhin wird geprüft, inwiefern die Genauigkeit der Ergebnisse unter einem komplexeren Szenario mit höherer Komponentenanzahl leidet. Die Experimente wurden zur besseren Vergleichbarkeit in der Java-basierten Simulationsumgebung *AnyLogic 6.9.0* durchgeführt, betrieben in *Windows 7 Professional x64* mit 16 GiB RAM und einem Kern eines *Intel Core i5-2500* mit 3,3 GHz.

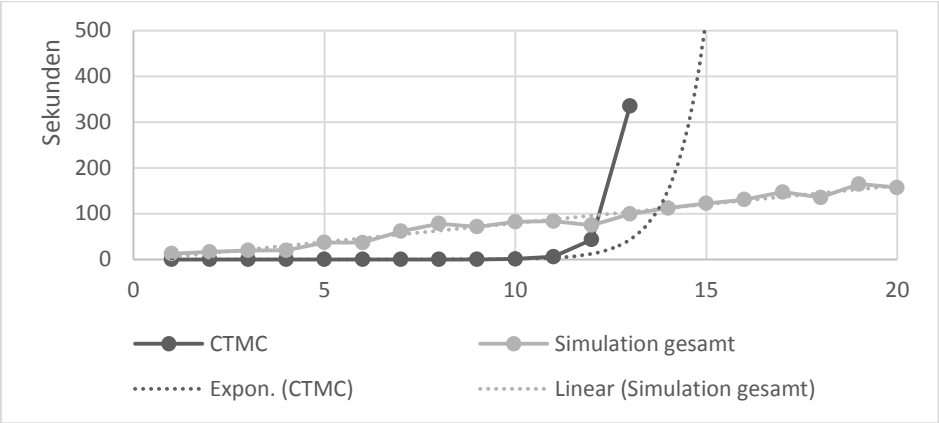


Bild 3: Zeitverhalten von CTMC und Simulation in Abhängigkeit der Komponentenanzahl mit Regressionskurven (gepunktet)

Im ersten Experiment wurden Komponenten seriell verknüpft. Administratorinteraktion findet nicht statt, so dass die Ergebnisse aller Verfahren übereinstimmen sollten. Die Anzahl an Komponenten wurde von 1 bis 20 variiert, wobei die CTMC ab 14 Komponenten ohne Ergebnis blieb, da der nötige Speicherplatz durch die nicht komprimierte Speicherweise den verfügbaren RAM überschritt. Die Ergebnisse von RBD und CTMC stimmten dabei überein und befanden sich in dem 0,95-Konfidenzintervall, das das Ergebnis der Simulation war. Es wurden dabei genug Replikationen durchgeführt, um das Intervall auf eine Länge von $1 \cdot 10^{-4}$ zu reduzieren. Der Zeitaufwand des RBD bewegte sich im Bereich von 40.000 bis 60.000 Nanosekunden, ein signifikanter Zuwachs des Aufwands in Abhängigkeit zur Komponentenzahl *n* konnte dabei nicht nachgewiesen werden. Der Zeitaufwand der CTMC und der gesamten Simulation (durchschnittliche Dauer einer Replikation mal Anzahl nötiger Replikationen) sind in Bild 3 dargestellt. Um die Ergebnisse zu interpretieren, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Für die Simulation wurde dabei festgestellt, dass die benötigte Zeit in Sekunden durch die lineare Funktion $8n - 3$ geschätzt werden kann. Für die CTMC konnte die exponentielle Funktion $3{,}666 \cdot 10^{-6}\, e^{1{,}25n}$ berechnet werden. Hierbei wird deutlich, dass der Zeitaufwand der CTMC viel stärker als der der Simulation anwächst.

In diesem ersten Experiment wurden ca. 23 Ereignisse pro Komponente in der simulierten Zeit erwartet. Im nächsten Experiment wurde diese Zahl auf nahezu 20.000 Ereignisse erhöht. Hier zeigte sich eine deutlich stärkere Steigerung der gesamten Simulationszeit, schätzbar durch die Formel $554n - 804{,}5$. Das Zeitverhalten der CTMC und die Genauigkeit der Ergebnisse blieben unverändert. Damit konnte die Abhängigkeit der Simulationszeit von der Anzahl an Ereignissen erwartungsgemäß bestätigt werden. Ein weiteres Experiment wurde mit fehlerbehafteter Administratorinteraktion durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Anzahlen von Komponenten mit manueller Wiederherstellung simuliert und dabei die Anzahl an verfügbaren Administratoren variiert. Hier konnte festgestellt werden, dass sich die unveränderten Ergebnisse des RBD einerseits und der CTMC- und Simulationsergebnisse andererseits signifikant unterschieden, wie dies zu erwarten war. Bei steigender Anzahl an Administratoren wird diese Differenz kleiner und wird bei gleicher Anzahl von Komponenten Null. Auffallend dabei war, dass die Größe des Konfidenzintervalls der Simulation stark von der Anzahl der Administratoren beeinflusst wurde. Dies kann dadurch erklärt werden, dass weniger Administratoren zu unterschiedlicheren Ergebnissen und damit zu einer höheren Standardabweichung führen.

Insgesamt konnte in diesen Experimenten festgestellt werden, dass die Erwartungen an die Genauigkeit der Ergebnisse und das Zeitverhalten der einzelnen Verfahren bestätigt wurden. Die

CTMC und die Simulation kommen dabei zu anderen Ergebnissen als das RBD. Das Zeitverhalten der CTMC ist jedoch gerade bei Systemen mit höherer Komponentenanzahl problematisch. Die Simulation zeigt eine bessere Skalierbarkeit, auch wenn der Einfluss der Modellparameter auf die Standardabweichung und damit auf die Anzahl nötiger Replikationen stark vom Ausgangsszenario abhängt.

5 Schlussfolgerungen

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Wie zu erwarten war hat der Vergleich der ausgewählten Verfahren keine unbedingten Aussagen über deren Eignung zur Vorhersage der IT-Dienst-Verfügbarkeit ergeben. Es wurde jedoch deutlich, dass RBDs – und allgemein kombinatorische Ansätze – durch ihre strikte Definition große Vorteile bei der Zuverlässigkeit, Benutzbarkeit und Effizienz haben, jedoch auch Nachteile in der Modellierfähigkeit, die die Funktionalität und die Änderbarkeit stark einschränken. Für die Übertragbarkeit des RBD-Ansatzes spricht die lineare Komplexität, die aber gerade bei komplexen Systemlandschaften die fehlenden Modelliermöglichkeiten nicht auszugleichen vermag. Die CTMC als zustandsraumbasierter, mathematischer Ansatz hat im Gegensatz zum RBD große Möglichkeiten in der Modellierung, die die Funktionalität gewährleisten. Das größte Problem ist dabei jedoch die Explosion des Zustandsraumes, die die Effizienz und die Übertragbarkeit dieser Klasse von Verfahren einschränken. Indirekt wird dadurch auch die Zuverlässigkeit und Benutzbarkeit beeinflusst, denn nur über numerische Verfahren können reale Probleme überhaupt gelöst werden. Markov-Modelle sind änderbar, aber nur unter Bearbeitung des Zustandsraumes oder der Übergangsraten, was wenig intuitiv sein kann. Durch die Definition über High-Level-Petri-Netze hat die Simulation eine der CTMC leicht überlegene Funktionalität, denn durch die mögliche Nebenläufigkeit können zum Beispiel auch Auslastungen betrachtet werden. Doch aussagekräftige Ergebnisse lassen sich nur nach einer bestimmten Zahl von durchgeführten Replikationen erzeugen, was Zuverlässigkeit und Effizienz einschränkt. Die Definition über Petri-Netze ist aber sehr intuitiv und macht dieses Verfahren damit gut änderbar, auch wenn Modellier- oder Programmierkenntnisse bei der Benutzung erforderlich sind. Das nicht-exponentielle Wachstum des Aufwands, der durch Parallelisierung weiter reduziert werden kann, unterstreicht die hohe Skalierbarkeit der Simulationsansätze. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse des Vergleichs noch einmal im Überblick dargestellt. Die Zellen sind zum leichteren Verständnis hellgrau (erfüllt Kriterium gut) bis dunkelgrau (erfüllt Kriterium kaum) eingefärbt.

5.2 Fazit

In diesem Beitrag wurde ein Vergleich ausgewählter analytischer Verfahren zur Vorhersage der Verfügbarkeit von IT-Diensten unter Betrachtung der Softwarequalität durchgeführt. Dazu wurden zunächst qualitative Kriterien aus der Definition von Softwarequalität in der ISO/IEC 25000 entwickelt, bevor ein theoretischer Vergleich durchgeführt wurde. Um die Ergebnisse dieses Vergleichs zu untermauern, wurden verschiedene Experimente durchgeführt. Die Vergleichsergebnisse suggerieren, dass kombinatorische Ansätze aufgrund ihrer Einfachheit sehr gut für kleinere Probleme ohne besondere Abhängigkeiten geeignet sind, jedoch bei Problemen höherer Komplexität nicht angewendet werden können. Zustandsraumbasierte Ansätze versprechen mit ihrer höheren Funktionalität eine bessere Anwendbarkeit, doch die Nutzung von Markov-Ketten leidet besonders unter der Explosion des Zustandsraumes. Dennoch sind diese Verfahren, wenn sie in Speicherung und Evaluierung optimiert sind, bei Problemen mittlerer Komplexität aufgrund ihrer Geschwindigkeitsvorteile die beste Wahl. Die Alternative der Simulation von Petri-Netzen besticht

vor allem durch hohe Änderbarkeit und Übertragbarkeit, was diese Verfahren bei Problemen höherer Komplexität, wie sie bei VLBAs zu erwarten sind, gut anwendbar macht. Bei geringerer Komplexität ist jedoch vor allem der zeitliche Aufwand unverhältnismäßig zu der Genauigkeit der Ergebnisse. Insgesamt decken analytische Ansätze ein weites Spektrum an möglichen Einsatzszenarien ab. Das Problem der komplexen Modellerstellung wird derzeit durch die Erforschung automatischer Generationsmethoden adressiert [19]. Die Parametrisierung dieser Modelle ist jedoch ein weiteres Problem, da Informationen über TTF und TTR oft nur unvollständig vorliegen. Zukünftige Forschung sollte sich also auch diesem Thema widmen.

Kriterium	RBD	CTMC	Simulation
Funktionalität	eingeschränkt	vorhanden	vorhanden mit Nebenläufigkeit
Zuverlässigkeit	gegeben	eingeschränkt durch numerische Lösung	eingeschränkt durch nötige Replikationszahl
Benutzbarkeit	einfach	numerische Kenntnisse von Vorteil	Programmier-/Modellier-kenntnisse erforderlich
Effizienz	lineare Komplexität	exponentielle Komplexität	nicht-exponentielle Komplexität
Änderbarkeit	stark beschränkt	wenig intuitiv	intuitiv
Übertragbarkeit	keine Abhängigkeiten	leidet unter Zustands-raumexplosion	skalierbar

Tabelle 1: Überblick über den durchgeführten Vergleich, Hintergrund gibt Erfüllung der Kriterien von hoch (hellgrau), über mittel (grau) bis niedrig (dunkelgrau) an

6 Literatur

[1] Balzert, H (1998): Lehrbuch der Software-Technik: Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung. Spektrum, Berlin, Heidelberg.

[2] Bosse, S (2013): Predicting an IT Service's Availability with Respect to Operator Errors. In: *Proceedings of the 19th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*. Chicago, IL, USA.

[3] Bosse, S; Splieth, M; Turowski, K (2013): Vorhersagemodell für die Verfügbarkeit von IT-Services aus Anwendungssystemlandschaften. In: *11th International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI)*. Leipzig, Germany.

[4] Callou, G; Maciel, P; Tutsch, D; Araújo, J; Ferreira, J; Souza, R (2012): A Petri Net-Based Approach to the Quantification of Data Center Dependability. In: Pawlewski, P (Hrsg), *Petri Nets - Manufacturing and Computer Science*. InTech.

[5] Chan, PPW; Lyu, MR; Malek, M (2006): Making Services Fault Tolerant. In: Penkler, D et al. (Hrsg), *Service Availability*. Springer, Berlin, Heidelberg.

[6] Chellappan, C; Vijayalakshmi, G (2009): Dependability modeling and analysis of hybrid redundancy systems. International Journal of Quality & Reliability Management 26:76–96.

[7] Dreschel, D; Jamous, N; Kassem, G; Kramer, F; Kurbjuhn, B; Schrödl, H; Splieth, M; Turowski, K (2012): Towards a Classification Framework for Very Large Business Applications. In: *INFORMATIK*. Bonn, Germany.

[8] Emeakaroha, VC; Netto, MAS; Calheiros, RN; Brandic, I; Buyya, R; Rose, CAFD (2012): Towards autonomic detection of SLA violations in Cloud infrastructures. Future Generation Computer Systems 28:1017–1029.

[9] Franke, U (2012): Optimal IT Service Availability: Shorter Outages, or Fewer? IEEE Transactions on Network and Service Management 9:22–33.

[10] Franke, U; Johnson, P; König, J (2013): An architecture framework for enterprise IT service availability analysis. Software and Systems Modeling. DOI: 10.1007/s10270-012-0307-3.

[11] Goseva-Popstojanova, K; Trivedi, KS (2001): Architecture-based Approach to Reliability Assessment of Software Systems. Performance Evaluation 45:179–204.

[12] Henschen, D (2012): Amazon Outage Scrooges Netflix, Heroku. http://www.informationweek.com/cloud-computing/infrastructure/amazon-outage-scrooges-netflix-heroku/240145338. Abgerufen am 4.9.2013.

[13] Hunnebeck, L (2011): ITIL Service Design 2011 Edition. The Stationery Office, Norwich, UK.

[14] Immonen, A; Niemelä, E (2008): Survey of reliability and availability prediction methods from the viewpoint of software architecture. Software and Systems Modeling 7:49–65.

[15] Leangsuksun, C; Shen, L; Liu, T; Song, H; Scott, SL (2003): Availability Prediction and Modeling of High Availability OSCAR Cluster. In: *5th IEEE International Conference on Cluster Computing*. Hong Kong, China.

[16] Malek, M (2008): Predictive Algorithms and Technologies for Availability Enhancement. In: *5th International Service Availability Symposium (ISAS)*. Tokyo, Japan.

[17] Malek, M; Hoffmann, GA; Milanovic, N; Brüning, S; Meyer, R; Milic, B (2007): Methoden und Werkzeuge zur Verfügbarkeitsermittlung. *Informatik-Berichte*. Humboldt-Universität Berlin, .

[18] Milanovic, N (2010): Models, Methods and Tools for Availability Assessment of IT Services and Business Processes. Habilitationsschrift. Technische Universität Berlin.

[19] Milanovic, N; Milic, B (2011): Automatic Generation of Service Availability Models. IEEE Transactions on Service Computing 4:56–69.

[20] Shooman, ML (2002): Reliability of Computer Systems and Networks – Fault Tolerance, Analysis, and Design. John Wiley & Sons New York, New York, NY, USA.

[21] Tokuno, K; Yamada, S (2000): Markovian availability modeling for software-intensive systems. International Journal of Quality & Reliability Management 17:200–212.

[22] Trivedi, K; Ciardo, G; Dasarathy, B; Grottke, M; Matias, R; Rindos, A; Vashaw, B (2008): Achieving and Assuring High Availability. In: *5th International Service Availability Symposium (ISAS)*. Tokyo, Japan.

[23] Tweney, D (2013): 5-minute outage costs Google $545,000 in revenue. venturebeat.com/2013/08/16/3-minute-outage-costs-google-545000-in-revenue/. Abgerufen am 4.9.2013.

[24] Whitney, L (2013): Microsoft pins Hotmail, Outlook outage on hot data center. http://news.cnet.com/8301-10805_3-57574270-75/microsoft-pins-hotmail-outlook-outage-on-hot-data-center/. Abgerufen am 4.9.2013.

[25] Wiboonrat, M (2012): System Reliability of Fault Tolerant Data Center. In: *5th International Conference on Communication Theory, Reliability, and Quality of Service (CTRQ)*. Charmonix, France.

[26] Zille, V; Bérenguer, C; Grall, A; Despujols, A (2010): Simulation of Maintained Multicomponent Systems for Dependability Assessment. In: Faulin, P et al. (Hrsg), *Simulation Methods for Reliability and Availability of Complex Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg.

[27] ISO/IEC 25000 Software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation. ISO/IEC.

Entwurf von hierarchisch-strukturierten kanonischen Datenmodellen für VLBA

Andree Teusch

Universität Bamberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung und Datenbankanwendung, 96047 Bamberg, E-Mail: andree.teusch@uni-bamberg.de

Abstract

Kanonische Datenmodelle (KDM) stellen ein bewährtes Konzept für den standardisierten nachrichtenbasierten Austausch von Datenobjekten in verteilten Systemen dar. Der vorliegende Beitrag diskutiert KDM im spezifischen Kontext von Very Large Business Applications (VLBA). Im Kern werden hierbei anhand eines Bezugsrahmens zunächst wesentliche Kriterien aufgezeigt, anhand derer Ansätze für den Entwurf von KDM hinsichtlich ihrer Eignung für die Nutzung im Kontext von VLBA beurteilt werden können. Unter Berücksichtigung der identifizierten Defizite bestehender Ansätze wird darauf aufbauend eine Methodik vorgestellt, mit der hierarchisch-strukturierte KDM auf Basis von SOM-Geschäftsprozessmodellen und unter Berücksichtigung von Referenzdatenmodellen hergeleitet werden können. Anhand eines Fallbeispiels wird die Methodik illustriert.

1 Problemstellung

Kennzeichnende Merkmale einer *Very Large Business Application* (VLBA) sind die Unterstützung eines oder mehrerer Geschäftsprozesse, die Nicht-Beschränktheit in räumlicher, organisatorischer, kultureller oder technischer Hinsicht sowie die Implementierung durch einzelne Anwendungssysteme oder ganze Systemlandschaften [10]. Die Systemlandschaften sind hierbei häufig heterogen und werden durch Software-Architekturprinzipien für verteilte Systeme, wie z. B. Client-Server, Peer-to-Peer oder auch SOA realisiert und plattformunabhängig implementiert [3]. Durch die genannten Eigenschaften wird u. a. angestrebt, dass Änderungen in den zugrundeliegenden Geschäftsprozessen schnell in den unterstützenden VLBA nachgezogen werden können. Mit Blick auf diese Zielsetzung ergeben sich besondere Anforderungen an die nachrichtenbasierte Kommunikation zwischen einzelnen VLBA-Teilsystemen. Nachrichtenaustauschobjekte, wie z. B. Kundeninformationen, Aufträge oder auch Buchungsinformationen, sollten hierbei so gestaltet werden, dass sie nicht nur eine (ggf. herstellerspezifische) Punkt-zu-Punkt-Abstimmung zwischen einzelnen Teil-VLBA ermöglichen. Vielmehr sollte der Nachrichtenaustausch in einem Gesamt-VLBA auf einem zentralisierten und standardisierten Sprachvokabular beruhen, das unabhängig von geänderten Teilsystemen und Schnittstellen zwischen diesen stabile Datenobjektstrukturen für den Nachrichtenaustausch bereitstellt. Der Bereich der *Enterprise Application Integration* (EAI) schlägt zur Umsetzung der genannten Anforderung das Gestaltungsmuster *Canonical Data Model* vor [12]. Ein kanonisches Datenmodell (KDM) gibt die Datenobjekte für den Nachrichtenaustausch zwischen unabhängigen Kommunikationspartnern zentral vor und vermeidet somit das Erfordernis der bilateralen Abstimmung zwischen Teilsystemen hinsichtlich ausgetauschter Datenobjektformate. Durch Abstraktion von den spezifischen und heterogenen internen Datenformaten einzelner Teilsysteme kann hierdurch eine enge datenorientierte Kopplung zwischen den Teilsystemen vermieden werden.

Mit Blick auf umfassende VLBA zur Unterstützung von bereichs- und ggf. sogar unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessen stellt sich die Frage, wie hierzu korrespondierende KDM gestaltet und methodisch hergeleitet werden können. Während der Nutzen von KDM für den Nachrichtenaustausch in verteilten (und insbesondere serviceorientierten) Systemen im Allgemeinen unstrittig ist, fehlt eine umfassende Methodik zur Herleitung von KDM, die den Erfordernissen und der Größenordnung von VLBA-Systemen gerecht wird. Zur Schließung dieser Forschungslücke zeigt der vorliegende Beitrag daher im folgenden Kapitel 2 zunächst einen Bezugsrahmen auf, der die wesentlichen Anforderungen an für VLBA geeignete KDM berücksichtigt und eine Beurteilung der Eignung konkreter KDM-Ansätze für den genannten Einsatzzweck erlaubt. Basierend auf den identifizierten Anforderungen und der fehlenden Berücksichtigung dieser in bestehenden KDM-Ansätzen wird in Kapitel 3 eine Methodik beschrieben, die auf Basis von Geschäftsprozessen bei der Herleitung hierarchisch-strukturierter KDM für verteilte VLBA unterstützt. In Kapitel 4 wird die Anwendung der Methodik anhand eines Fallbeispiels aus der Personalwirtschaft demonstriert. Kapitel 5 schließlich enthält eine Zusammenfassung sowie eine Diskussion der Ergebnisse und einen Ausblick.

2 Ein Bezugsrahmen zur Klassifikation von Gestaltungsrichtlinien für kanonische Datenmodelle im Kontext von VLBA

Das in Kapitel 1 beschriebene Gestaltungsmuster *Canonical Data Model* nach Hohpe und Woolf [12] wird in der Umsetzung von konkreten Ansätzen zur Ableitung von KDM sehr unterschiedlich interpretiert. Der morphologische Kasten in Bild 1 fasst als Bezugsrahmen wesentliche Gestaltungsvariablen für KDM im Kontext von VLBA zusammen. Die einzelnen Merkmale und dazugehörigen Merkmalsausprägungen werden im Folgenden diskutiert.

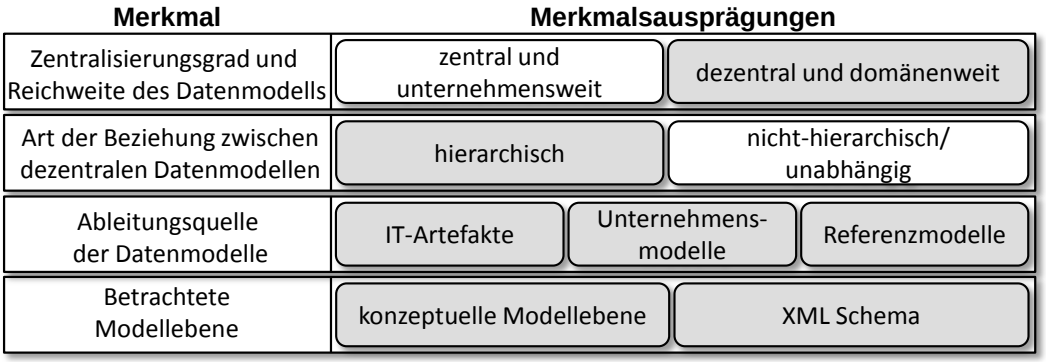


Bild 1: Ein Bezugsrahmen zur Klassifikation von Gestaltungsrichtlinien für KDM

Zentralisierungsgrad und Reichweite des Datenmodells: Die Gründe für das Scheitern unternehmensweiter Datenmodelle (UDM) wurden in der Literatur hinreichend diskutiert [8], [22]. Dennoch wird zur Abgrenzung von KDM häufig eine zentralisierte und unternehmensweite Perspektive vorgeschlagen. Die Komplexität von UDM wird hierbei reduziert, indem die Modellierung auf die für den Nachrichtenaustausch benötigten Datenobjekte beschränkt wird [12], [20], [24]. Trotz dieser Modellverkürzung bleibt allerdings eine schwierig zu handhabende Restkomplexität bestehen. Bei einer unternehmensweiten Reichweite müsste z. B. ein Datenobjekt *Kunde* sämtliche und auf allen Ebenen im Unternehmen anfallenden und für den Nachrichtenaustausch relevanten Kundenattribute berücksichtigen [17]. Dies führt zum einen zu einer Informationsüberladung einzelner Nutzer der Datenobjekte, für die in einem spezifischen Verwendungskontext i. d. R. nur ein Bruchteil der Attribute des Datenobjekts relevant sind [14]. Zum anderen steigt mit zunehmender Reichweite eines Datenmodells auch das Risiko, dass Datenobjekte häufiger, z. B. aufgrund durch von einzelnen Teil-VLBA zusätzlich benötigten Attributen, aktualisiert werden müssen. Der Anpassungsbedarf an diese Änderungen würde sich im skizzierten Fall auf sämtliche Nutzer eines KDM auswirken [15], [17]. Der eigentliche Vorteil von KDM, der in der losen Kopplung von Teil-VLBA auf Datenebene zu sehen ist, würde hierdurch ins Gegenteil verkehrt. Ein Alternativvorschlag zur Vermeidung der aufgezeigten Problematik ist die Gestaltung von KDM auf Basis dezentraler Datenmodelle mit domänenweiter Reichweite. Ein Kundenobjekt z. B. wird hierbei bereichsspezifisch definiert und ist aufgrund der begrenzten Reichweite weniger komplex und besser kontrollierbar [17]. Während der Nutzen einer Domänenperspektive für KDM in der Literatur oftmals erkannt wird, gibt es nur grobe Gestaltungsaussagen bezüglich des konkreten Vorgehens bei der Domänenabgrenzung.

Art der Beziehung zwischen dezentralen Datenmodellen: Sofern ein KDM aus dezentralen domänenweiten Teilmodellen besteht, ergibt sich die Frage nach der Art der Beziehung zwischen den Teilmodellen. Allgemein wird empfohlen, eine Domänengliederung erst bei größeren Unternehmen in Betracht zu ziehen [6] und hinsichtlich der Beziehungen zwischen einzelnen Domänen eine möglichst hohe Unabhängigkeit (bei gleichzeitig möglichst hoher Kohäsion innerhalb der Domänen) anzustreben

[24]. Zu beachten ist jedoch, dass Domänen i. d. R. eine überlappende Sicht auf das Gesamt-KDM bilden [2]. Im Falle einer nicht-hierarchischen Domänengliederung führt dies zu einer expliziten Abhängigkeitsbeziehung zwischen einzelnen Domänen. Wird hierbei die Struktur eines Datenobjekts innerhalb einer Domäne vorgegeben, so benötigen hinsichtlich des Datenobjekts überlappende Domänen ein Verständnis über die Fremddomäne, in der das Datenobjekt beheimatet ist [25]. Die Autonomie einzelner Domänen (im Sinne der Kapselung ihrer Innensicht) ist in diesem Fall zudem dadurch beeinträchtigt, dass eine Domäne Einsicht in den internen Aufbau einer Fremddomäne hat [14]. Eine Alternative zu einer nicht-hierarchischen Domänengliederung bilden hierarchisch-strukturierte Domänenmodelle [5], [17]. Jede Unterdomäne kennt und erweitert hierbei die Datenobjekte der übergeordneten Domäne. Somit könnte auf oberster Domänenebene z. B. ein Datenobjekt *Kunde* definiert werden, das dann in den einzelnen Unterdomänen entsprechend der dort benötigten Attribute erweitert wird. Indem hierbei der Austausch von Datenobjekten zwischen zwei Domänen über die nächsthöhere gemeinsame Domäne getätigt wird, können die Nachteile der nicht-hierarchischen Domänengliederung weitgehend umgangen werden, da eine enge Kopplung einer Domäne nur zu jeweils übergeordneten Domänen besteht. In der Literatur sind grobe Empfehlungen zur Gestaltung hierarchisch-strukturierter KDM zu finden. Engels et al. empfehlen z. B. die Anzahl der Hierarchieebenen in Abhängigkeit der Unternehmensgröße und des Umfangs der System-Landschaft zu bestimmen [5]. Die Frage nach dem konkreten Vorgehen zur Ableitung hierarchisch-strukturierter KDM bleibt in der relevanten Literatur hingegen unbeantwortet.

Ableitungsquelle der Datenmodelle: Die Ableitung von KDM auf Basis bestehender IT-Artefakte entspricht einer *bottom-up*-Strategie. Hierbei werden die Datenobjekte eines KDM vorrangig auf Basis der bestehenden System-Landschaft im Unternehmen und durch Analyse bestehender IT-Artefakte hergeleitet [1]. Zur Bestimmung eines Datenobjekts können mehrere Datenquellen zusammengefasst werden, wobei die dominierende Datenquelle häufig den Ausgangspunkt für die Ableitung bildet [4], [19]. Während bestehende IT-Artefakte häufig detaillierte Informationen über benötigte Datenobjekte und deren Attribute liefern, besteht bei Verfolgung einer reinen *bottom-up*-Strategie allerdings die Gefahr, dass eine enge Kopplung des KDM an die internen Datenmodellen herstellerspezifischer Standardsoftware bzw. allgemein interner Teil-VLBA im Unternehmen geschaffen wird [24] und fachliche Anforderungen nur ungenügend berücksichtigt werden. Aus diesem Grund empfiehlt es sich die *bottom-up*-Sicht um eine führende und fachlich getriebene *top-down*-Strategie zu ergänzen [20]. Ausgangspunkt der letztgenannten Strategie sind die Geschäftsprozesse im Unternehmen, wodurch ein besseres IT-Business-Alignement erreicht werden kann. Ergänzend zu internen Ableitungsquellen für KDM können auch Referenzmodelle einen Ausgangspunkt für die Ableitung bilden. Ein Referenzmodell kann im Kontext von KDM als abstraktes Framework gesehen werden, das als Basis zur Ableitung unternehmensspezifischer Implementierungen dient [2]. Hierzu muss (1) festgelegt werden, welche Datenobjekte des Referenzmodells für das Unternehmen relevant sind und berücksichtigt werden sollen [4] und es muss (2) sichergestellt sein, dass der Referenzstandard um unternehmensspezifische Datenobjekte und -attribute erweitert werden kann.

Betrachtete Modellebene: Nachrichtenobjekte in insbesondere serviceorientierten Systemen werden i. d. R. in Form von *XML Schema* Dokumenten ausgetauscht [7], entsprechend kann diese Modellebene als obligatorisch auch im VLBA-Kontext angesehen werden. Vielfach wird in der Literatur die Berücksichtigung einer ergänzenden konzeptuellen Modellebene gefordert, bei der die Datenobjekte und ihre Beziehungen neutral z. B. mit Hilfe eines UML-Diagramms beschrieben werden [2], [11], [17]. Gegenüber einer direkten Überführung von KDM in *XML Schema* bestehen hierbei ein Flexibilitätsvorteil sowie eine bessere Verständlichkeit gegenüber Fachanwendern.

Auf Grundlage der vorhergehend beschrieben Ausprägungen für KDM-Merkmale und ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile können die in Bild 2 grau hinterlegten Merkmalsausprägungen als wünschenswerte Anforderungen an einen Ansatz zum Entwurf von KDM für verteilte VLBA angesehen werden. Besonders auffällig bei der Betrachtung bestehender Ansätze ist, dass oftmals als Kernanforderung zwar die fachliche Unternehmensmodellebene als Hauptableitungsquelle für KDM gesehen wird und zudem eine hierarchisch-strukturierte Domänengliederung gefordert wird, dabei aber kein konkretes Vorgehen beschrieben wird, wie der Bezug von fachlichen GP-Modellen zu hierarchisch-strukturierten Domänendatenmodellen hergestellt werden kann. Als mögliche Erklärung hierfür kann gesehen werden, dass eine (oftmals rudimentäre) Datensicht zwar die Prozesssicht führender GP-Modellierungssprachen, wie z. B. ARIS oder BPMN, ergänzt, diese aber im GP-Modell nicht simultan zu einer hierarchischen Prozesszerlegung mitverfeinert wird. Welchen Nutzen die simultane und abgestimmte Zerlegung von Prozess- und Datenebene durch eine GP-Modellierungsmethodik für die Ableitung von KDM hat und wie dieser Aspekt zusammen mit den anderen relevanten Anforderungen an KDM-Ansätze in einer Methodik zur Ableitung von KDM kombiniert werden kann, wird im folgenden Kapitel aufgezeigt.

3 Spezifikation von KDM auf der Basis von SOM-GP-Modellen

Das Semantische Objektmodell (SOM) nach Ferstl und Sinz [8] ermöglicht eine umfassende Modellierung betrieblicher Systeme auf Basis einer objekt- und geschäftsprozessorientierten Methodik. Im Folgenden soll unter Berücksichtigung der vorhergehend ermittelten Anforderungen an KDM-Ansätze aufgezeigt werden, wie ausgehend von einem SOM-Geschäftsprozessmodell (SOM-GP-Modell) hierarchisch-strukturierte KDM für VLBA methodisch hergeleitet werden können. Kapitel 3.1 erläutert hierzu wie ein hierarchisches System von SOM-GP-Modellen als Kartengrund für die Abgrenzung von in Beziehung stehenden Domänen für KDM genutzt werden kann. Das Vorgehen zur konkreten Ableitung von KDM ausgehend von GP-Modellen wird in Kapitel 3.2 erläutert.

3.1 Vom SOM-GP-Modell zur Domänenabgrenzung für hierarchisch-strukturierte KDM

In Anlehnung an die Metapher einer Landkarte kann eine Domäne als ein Kartengrund verstanden werden, auf dem etwas platziert wird [5]. Im Kontext von GP-Modellen bilden somit Bereiche eines GP-Modells einen Kartengrund, auf dem einzelne Elemente des GP platziert werden. Im einfachsten Fall besteht ein GP aus einem ereignisorientierten Ablauf von Aufgabendurchführungen [8]. In Bezug auf die Landkarten-Metapher stellt sich die Frage, wie Aufgaben zusammen mit dem dazugehörigen Aufgabenobjekt, an dem die Verrichtung der Aufgabe getätigt wird, zielführend einem abgesteckten Kartengrund zugeordnet werden können. Die SOM-Methodik beantwortet diese Frage mit Hilfe einer expliziten Struktursicht auf ein GP-Modell, dem Interaktionsschema. Ein Interaktionsschema besteht aus über Transaktionen verbundenen betrieblichen Objekten, die den Kartengrund zur Platzierung einer Menge von Aufgaben mit zusammenhängend verfolgten Zielen sowie einem gemeinsamen Aufgabenobjekt bilden. Im Kontext der Modellierung von KDM kann dieser Kartengrund direkt zur Abgrenzung einzelner Domänendatenmodelle genutzt werden. Neben der Domänenabgrenzung für KDM über die Zuordnung zu Teilbereichen eines GP-Modells ermöglicht die SOM-Methodik auch die hierarchische Strukturierung domänenweiter KDM. Die Grundlage hierfür bildet das Regelwerk zur Zerlegung betriebliche Objekte und Transaktionen in GP-Modellen aus der SOM-Methodik [8], deren Anwendung Bild 2 exemplarisch illustriert.

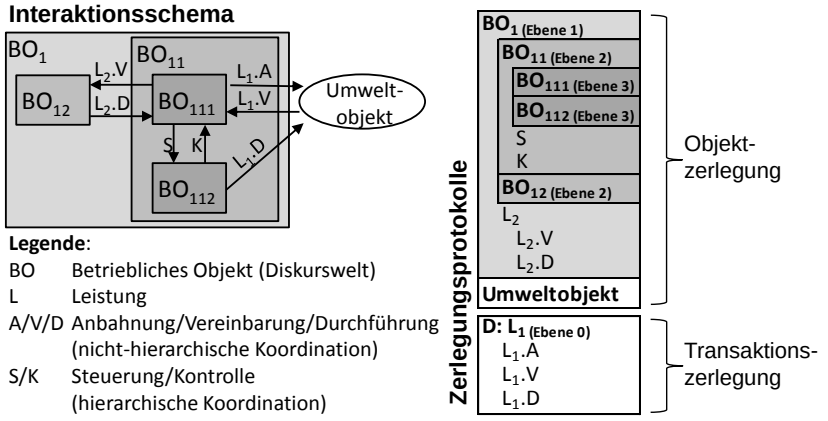


Bild 2: Hierarchische Zerlegung von GP-Modellen auf Basis der SOM-Methodik

Ein betriebliches Objekt (BO) im SOM-GP-Modell weist in der Innen- und Außensicht eine selbstähnliche Struktur auf. Dies bedeutet, dass ein aus Außensicht betrachtetes BO in der Innensicht selbst wiederum aus einer Menge von durch Transaktionen verbundenen BO bestehen kann. Der Übergang von der Innen- zur Außensicht eines BO erfolgt unter Berücksichtigung der Zerlegungsregeln für Objekte und Transaktionen, welche die SOM-Methodik vorgibt. In Bild 2 grenzt z. B. BO_1 anhand eines Unternehmensausschnitts die Diskurswelt für die Erbringung einer Leistung L_1 an einem die Diskurswelt umgebenden Umweltobjekt ab. Die Innensicht von BO_1 kann durch Anwendung der Zerlegungsprinzipien schrittweise aufgedeckt werden: (1) Durch eine nicht-hierarchische Zerlegung von L_1 nach dem Verhandlungsprinzip entstehen die drei Teiltransaktionen L_1.A (Anbahnung), L_1.V (Vereinbarung) und L_1.D (Durchführung). (2) Eine Homogenisierung von BO_1 bezüglich der erstellten Leistung wird durch Zerlegung von BO_1 in BO_{11} und BO_{12} erreicht, die Teilleistung L_2 wird hierbei als Vorleistung in BO_{12} ausgegliedert. (3) Die Leistung L_2 wird nach dem Verhandlungsprinzip in L_2.V und L_2.D zerlegt. (4) Nach dem Regelungsprinzip wird die Lenkung innerhalb von BO_{11} aufgedeckt. Hierbei werden die Objekte BO_{111} (Regler) und BO_{112} (Regelstrecke) gebildet und die in (1) aufgedeckten Teiltransaktionen entsprechend der Zuständigkeit den Objekten zugeschrieben. Übertragen auf den Kontext von KDM steckt jeder durch Objektzerlegung aufgedeckte BO einen potenziellen Kartengrund für eine Subdomäne des KDM ab. Die hierarchische Strukturierung der (Sub-)domänen ergibt sich hierbei durch Anwendung der Zerlegungsregeln der SOM-Methodik. Als Ergebnis entsteht ein System von hierarchisch-strukturierten Domänen, wie im Protokoll der Objektzerlegung (Bild 2, oben rechts) ersichtlich ist. Hierbei ist jedes BO genau einer Domäne zugeordnet, die selbst wiederum Teil einer übergeordneten Domäne sein kann. Transaktionen zwischen zwei BO korrespondieren mit auszutauschenden Nachrichten zwischen den unterstützenden Teil-VLBA eines GP-Modells. Nachrichten zwischen zwei Teil-VLBA werden hierbei stets im Format der - aus Sicht beider Teil-VLBA - nächsthöheren Domäne ausgetauscht. Da in der SOM-Methodik jedes BO im Falle einer Automatisierung von genau einem Anwendungssystem bzw. Teil-VLBA realisiert wird, kann von der Domänenzugehörigkeit einer Transaktion direkt auf das für den Nachrichtenaustausch der Teil-VLBA benötigte Domänendatenmodell geschlossen werden.

Eine mit einem Umweltobjekt verbundene Transaktion ist zwangsläufig der höchstmöglichen KDM-Ebene eines GP-Modells (Ebene 0) zuzuordnen. Derartige Transaktionen weisen einen direkten Bezug zu der an der (ggf. auch unternehmensinternen) Umwelt erbrachten Leistung auf und finden sich im Protokoll der Transaktionszerlegung (Bild 2, unten rechts) wieder. Insgesamt spiegeln somit die Protokolle der Objekt- und Transaktionszerlegung ein mit dem GP-Modell abgestimmtes hierarchisch-

strukturiertes Domänenmodell wider, dem die Transaktionen im GP-Modell und damit auszutauschende Nachrichten unterstützender Teil-VLBA eindeutig zugewiesen werden können.

3.2 Domänenweite KDM auf Basis konzeptueller Objektschemata

Nachrichtenaustauschformate zwischen unabhängigen Kommunikationspartnern in verteilten Systemen sind häufig dokumentenorientiert. Die Dokumentenorientierung ermöglicht einen plattformunabhängigen Austausch von Informationen über die Systemgrenzen von verschiedenen Herstellern hinweg. Um neben der Wiederverwendbarkeit der Dokumente selbst auch die Wiederverwendbarkeit der in den Dokumenten verwendeten Datenobjekte zu erhöhen, wird häufig zur Dokumentenbeschreibung die *Core Component Technical Specification* (CCTS)[1] als technologieunabhängiger Standard eingesetzt [23]. Elementare als *Basic Core Components* (BCC) bezeichnete Datenstrukturen bilden in der CCTS aus semantischer Sicht die kleinste Einheit (z. B. ein Rechnungsdatum). *Aggregate Core Components* (ACC) bündeln eine Reihe von BCC zu einer gröberen semantischen Einheit (z. B. ein Vertragsobjekt mit den dazugehörigen Attributen). Dieses Bündel kann neben reinen BCC auch weitere ACC enthalten, wobei die Beziehung zwischen einer referenzierenden und referenzierten BCC durch eine *Association Core Component* (ASCC) abgebildet wird. Ein oder mehrere ACC bilden i. d. R. die Grundlage für ein auszutauschendes *Business Object Document* (BOD), wobei die CCTS kein spezfisches Format für BOD vorgibt. Diese Lücke wird von ergänzenden (ggf. industriespezifischen) Referenzstandards für den Dokumentenaustausch - wie z. B. OAGIS [18] - gefüllt, bzw. muss alternativ durch Etablierung eines eigenen Unternehmensstandards geschlossen werden. In der Praxis wird als Ausgangspunkt oftmals eine *bottom-up*-Strategie gewählt, indem auf die vordefinierten semantischen Bausteine und Geschäftsdokumente vorhandener Enterprise-Plattformen zurückgegriffen wird.[2] Zu beachten ist jedoch, dass ein Referenzstandard wie OAGIS im Kern lediglich eine *best-of-breed* Lösung darstellt (vgl. [9]) und unternehmensspezifische Anforderungen nicht hinreichend erfüllen kann. Entsprechend stellt sich die Herausforderung, unter Berücksichtigung in Frage kommender Referenzdatenmodelle, ein aus fachlich getriebener Sicht auf das eigene Unternehmen maßgeschneidertes kanonisches Datenmodell abzuleiten. Mit Bezug zur SOM-Methodik bietet sich hierzu eine Betrachtung der Ebene des Anwendungsmodells an. Das Anwendungsmodell kann als fachliches Modell eines betrieblichen Anwendungssystems, bzw. im Kontext von VLBA eines Teil-VLBA, verstanden werden, das auf dem Modell des betrieblichen Objektsystems (fachliche GP-Modell-Ebene) aufsetzt [8]. Die Strukturen zwischen einem Anwendungsmodell und dem durch das Anwendungssystem zu unterstützenden Teil eines GP-Modells sind weitgehend homomorph [8]. Ein Anwendungssystem wird in der SOM-Methodik stets anhand betrieblicher Objekte abgegrenzt, was mit dem im vorherigen Abschnitt aufgezeigten Vorgehen dieses Beitrags zur Domänenabgrenzung harmoniert. Ein Kernbestandteil des Anwendungsmodells in der SOM-Methodik ist das konzeptuelle Objektschema, das in objektorientierter Form die konzeptuellen Klassen des Anwendungssystems und deren Beziehungen in Form konzeptueller Objekttypen spezifiziert.

---

[1] CCTS ist durch die UN/CEFACT standardisiert und wird von führenden Enterprise- und Integrationsplattformen wie *IBM Websphere*, *Microsoft BizTalk*, *Oracle Fusion* und *SAP NetWeaver* zur Definition elementarer Datentypen für den Nachrichtenaustausch genutzt, dabei i. d. R. in Kombination mit einer Standard-Architektur für Geschäftsobjektdokumente, wie beispielsweise der Open Applications Group Integration Specification (OAGIS) [18].

[2] Beispiele für herstellerspezifische Referenz-Datenbausteine sind die auf CCTS basierenden *Global Data Types* (GDT) der *SAP AG [21]* oder auch die *Enterprise Business Objects* (EBO) in *Oracle Fusion [16]*.

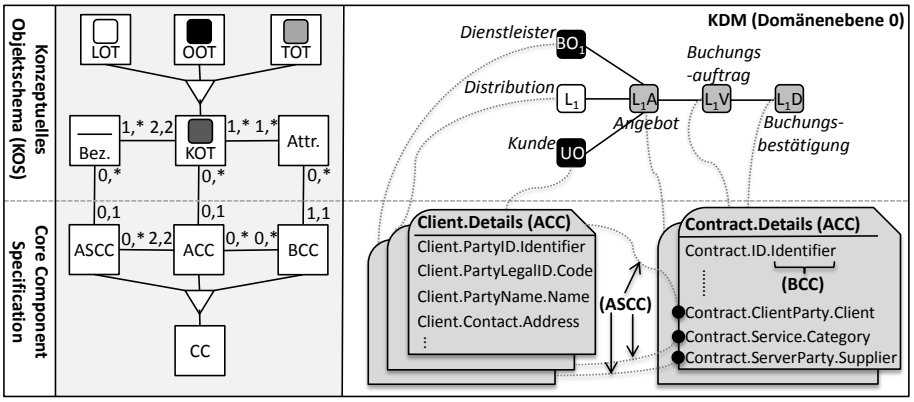


Bild 3: KOS/CCTS-Beziehungs-Metamodell (links) und KDM der obersten Domänenebene für den Geschäftsprozess aus Bild 2 (rechts)

Bild 3 zeigt in der rechten Abbildung das KDM der Domänenebene 0 (oberste Hierarchiestufe) für den Geschäftsprozess aus Bild 2. Das konzeptuelle Objektschema lässt sich auf Basis der SOM-Methodik direkt aus dem in Bild 2 dargestellten Interaktionsschema ableiten (vgl. [8]). Der Übergang vom konzeptuellen Objektschema zur CCTS kann auf der Metamodell-Ebene verdeutlicht werden (dargestellt in Bild 3, links). Elementare Attribute einzelner konzeptueller Objekttypen werden hiernach standardisierten BCC zugeordnet. Die transaktionsspezifischen Objekttypen (TOT) des konzeptuellen Objektschemas bilden die Grundlage für die Aggregation von BCC in einer ACC. Entsprechend der angestrebten Kanonisierung von Datenstrukturen für den Nachrichtenaustausch wird hierbei nicht jedem TOT eine separate BCC zugeordnet, sondern es wird eine Konsolidierung von TOT mit ähnlichen Attributen in einer gemeinsamen ACC getätigt. Die objekt- und leistungsspezifischen Objekttypen (OOT und LOT) werden, sofern sie für den Nachrichtenaustausch relevante Attribute enthalten, ebenfalls in ACC überführt. Während die den TOT zugeordneten ACC die Kernstruktur für den Nachrichtenaustausch in darauf basierenden BOD bilden, stellen die auf einer Existenzabhängigkeit beruhenden Beziehungen dieser zu OOT, LOT oder auch anderen TOT die Basis für assoziierte Kernkomponenten (ASCC) dar. Im Falle einer Transaktionsbeziehung *Buchung* (TOT) zwischen zwei Transaktionspartnern *Kunde* und *Dienstleister* (OOT) sowie der zugrundeliegenden Leistung *Distribution* (LOT) könnte z. B. eine zentrale ACC *Contract* definiert werden, die innerhalb ihrer Struktur hierarchisch geschachtelt in Form von ASCC die Repräsentationen der Kundenkontaktdaten, des Dienstleisters und dessen Leistungsbeschreibung enthält (vgl. Bild 3, rechts). Der Bezug der Spezifikation von (auf ACC basierenden) BOD zu zuvor aufgezeigten hierarchisch-strukturierten Domänengliederung besteht wie folgt: Die Reichweite der Gültigkeit definierter BOD für den Nachrichtenaustausch ergibt sich aus der zugrundeliegenden Domänenabgrenzung. Soll ein BOD für eine Subdomäne spezifiziert werden, so ist zunächst zu prüfen, ob eine übergeordnete Domäne ggf. bereits ein passendes BOD bereitstellt, das die benötigten ACC enthält. Sofern dies der Fall ist, kann auf die Spezifikation eines domänenspezifischen BOD verzichtet werden. In vielen Fällen ist allerdings davon auszugehen, dass es domänenspezifische Anforderungen an die Attribute einer ACC gibt, die in ansonsten geeigneten BOD einer übergeordneten Domäne nicht berücksichtigt werden. In diesem Fall sollte geprüft werden, ob die spezifischen Anforderungen auch auf der übergeordneten Domänenebene sichtbar sein sollen und dürfen. Sofern dies der Fall ist, kann die entsprechende ACC des BOD der übergeordneten Domäne um die zusätzlichen Anforderungen erweitert werden. Zuvor sollte jedoch zwingend die zeitliche Stabilität der zusätzlichen Anforderungen ermittelt werden. Diese Forderung hängt mit der hierarchischen Domänenstrukturierung zusammen: Jede Änderung an der Datenstruktur einer

Domänenebene wirkt sich auf alle Subdomänen aus. Um den Anpassungsaufwand aufgrund geänderter BOD kontrollierbar zu halten, ist daher die Anforderung an die zeitliche Stabilität einer Datenstruktur, insbesondere im Falle von Domänen auf hoher Hierarchiestufe, groß. Im Falle, dass Anforderungen an eine ACC ausschließlich domänenspezifisch sind und eine Berücksichtigung der Anforderungen auf einer höherrangigen Domäne vermieden werden soll, ist daher als Erweiterung zu dem BOD der höheren Ebene ein (sub-)domänenspezifisches BOD zu erstellen.

4 KDM für die Projektstellenbesetzung - Ein Fallbeispiel

Anhand eines Serviceprozesses aus dem Personalwesen soll im Folgenden die Ableitung von KDM auf Basis der zuvor beschriebenen Methodik veranschaulicht werden. Das Interaktionsschema in Bild 4 zeigt die Struktursicht des beispielhaften GP-Modells, das als Leistung die Stellenbesetzung von kundenspezifischen Beratungsprojekten eines Unternehmens abbildet. Entsprechend des Stellenanforderungsprofils und des verfügbaren Personals wird hierbei eine Stelle entweder mit einer bereits qualifizierten internen Ressource direkt besetzt, oder aber ein vorhandener Mitarbeiter wird per interner Fortbildung zunächst für die Stelle qualifiziert und dann dem Beratungsprojekt zugewiesen. Steht keine Ressource zur internen Weiterbildung zur Verfügung, so wird ein externer Personaldienstleister beansprucht. Die hierarchische Domänenstrukturierung für den genannten Geschäftsprozess ergibt sich aufgrund der Zerlegungsregeln für SOM-GP-Modelle: Auf oberster Ebene (Domänenebene 0) wird die Interaktion des Stellenbesetzungssystems (Diskurswelt des Serviceprozesses) mit den Beratungsprojekten und externen Personaldienstleistern (Umwelt des Serviceprozesses) betrachtet. Die dieser Ebene zugeordneten Transaktionen, welche die Basis für benötigte Nachrichtenaustauschobjekte bilden, können dem Protokoll der Transaktionszerlegung des GP-Modells entnommen werden (Bild 4, unten links).

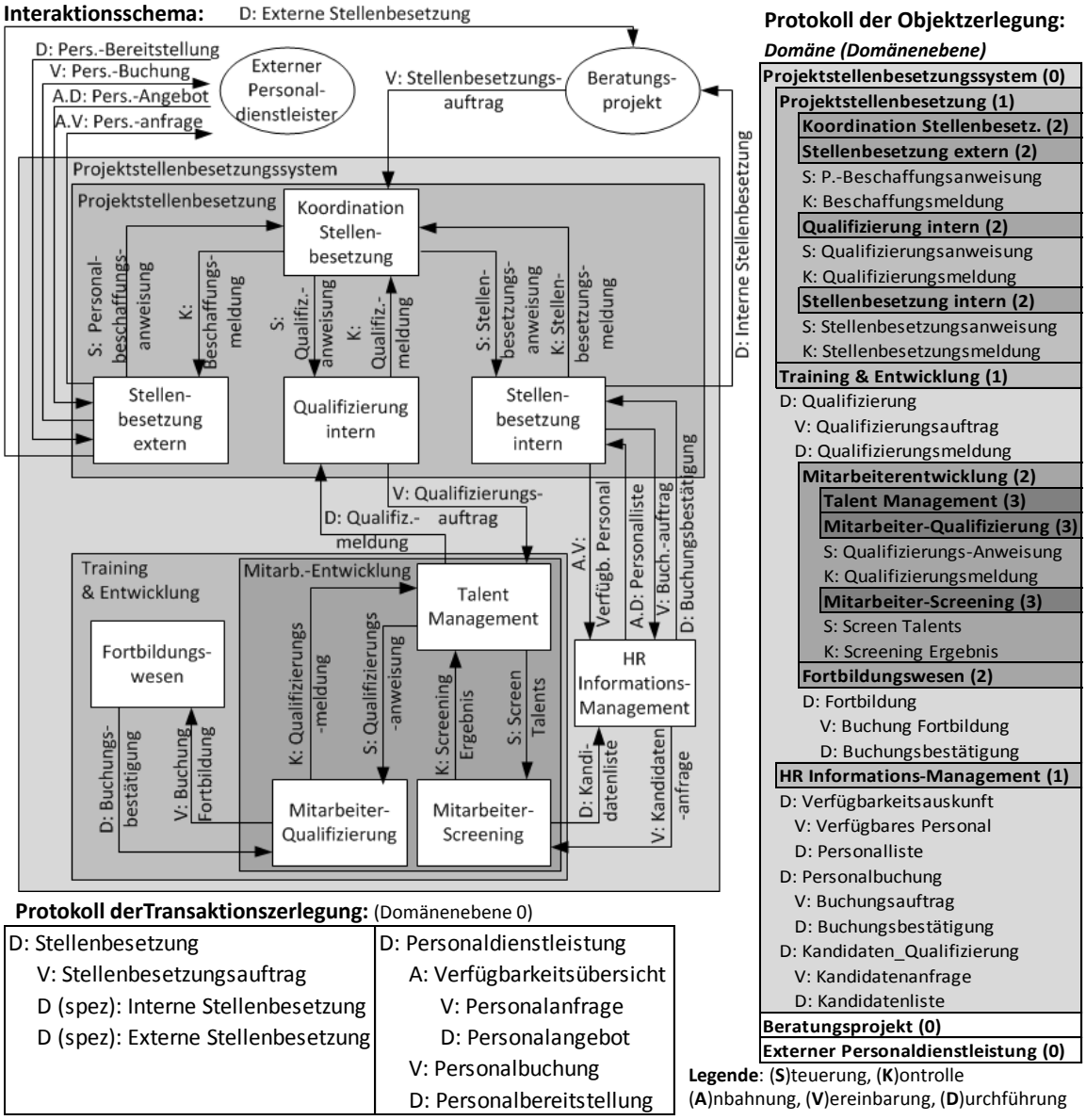


Bild 4: Interaktionsschema und Zerlegungsprotokolle des GP *Projektstellenbesetzung*

Die weitere Domänenzerlegung und -zuordnung betrieblicher Objekte zeigt das Protokoll der Objektzerlegung (Bild 4, rechts). Durch die Objektzerlegung der Diskurswelt (Domänenebene 1) wird die Interaktion zwischen den betrieblichen Objekten Projektstellenbesetzung, Training & Entwicklung sowie HR-Informations-Management aufgedeckt. Jedes der genannten Objekte stellt selbst wiederum eine Domänenabgrenzung für die Objekte seiner Innensicht dar, deren Zerlegung zu weiteren Unterdomänen führt (Domänenebenen 2 und 3).

Neben der hierarchischen Zerlegung eines GP-Modells ist zur Domänenabgrenzung auch eine Einordung des betrachteten GP-Modells in den betrieblichen Gesamtkontext zu tätigen. Im vorliegenden Fall handelt es sich bei der *Projektstellenbesetzung* um einen (Teil-) Serviceprozess des Personalwesens, der den betrieblichen Hauptprozess *Abwicklung von Beratungsprojekten* unterstützt. Neben der hier betrachteten Projektstellenbesetzung erbringt das Personalwesen naturgemäß noch weitere Services wie z. B. die Mitarbeiterakquisition, -bewertung oder auch -entlohnung. In diesem Kontext kann die Domäne *Projektstellenbesetzungssystem* als Teilmenge einer Domäne *Personalwesen* klassifiziert werden, die zur Erbringung der weiteren Services für den Hauptprozess in

der Innensicht noch weitere betriebliche Objekte umfasst. Bild 5 zeigt das KDM für die Domänenebene 0 des GP zur Projektstellenbesetzung. Aus Vereinfachungsgründen spiegelt das konzeptuelle Objektschema nicht die gesamte Domäne Personalwesen wider, sondern beschränkt sich in seiner Darstellung auf den relevanten Ausschnitt des betrachteten GP-Modells. Eine der Fallstudie zugrunde liegende Annahme ist, dass Datenobjekte in der Domäne Personalwesen auf Basis des Standards HR-XML [13] ausgetauscht werden sollen.

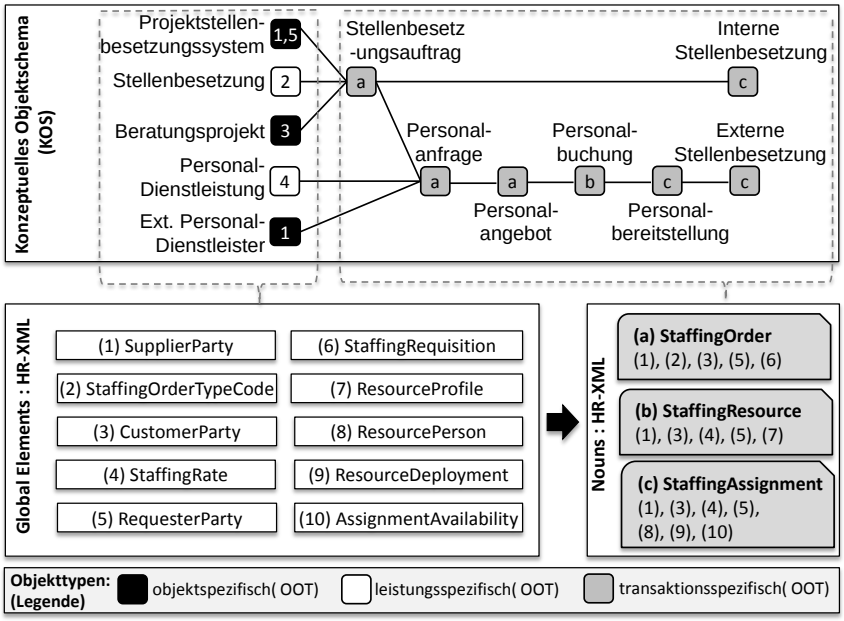


Bild 5: KDM für die Projektstellenbesetzung (Domänenebene 0)

HR-XML[3] berücksichtigt bei der Spezifikation von *Business Object Documents* (BOD) den im vorhergehenden Kapitel beschriebenen CCTS-Standard, wobei die *Aggregate Core Components* (ACC) in HR-XML durch die Konzepte *Global Element* und *Noun* repräsentiert werden. Das domänenspezifische KDM ergibt sich durch Zuordnung von *Nouns* (bzw. darauf basierenden BOD) zu den transaktionsspezifischen Objekttypen (TOT) des konzeptuellen Objektschemas. Die Objekttypen Stellenbesetzungsauftrag und Personalanfrage und -angebot werden beispielsweise aufgrund weitgehend identischer Attribute zu dem *Noun* StaffingOrder konsolidiert. Die Datenstrukturen von LOT und OOT werden in Form von *Global Elements* abgebildet, die (entsprechend dem CCTS-Konzept der ASCC) selbst wiederum als standardisierte Datenobjekttypen zur Spezifikation von (Sub-)datenobjekten in *Nouns* verwendet werden. Das *Global Element* CustomerParty z. B. wird in Bild 5 dem OOT Beratungsprojekt zugeordnet und ermöglicht somit eine einheitliche Abbildung der auftragsgebenden Beratungsprojekte innerhalb aller *Nouns*. Der Aufbau und die Struktur von BOD in HR-XML basiert auf der von OAGIS standardisierten *BOD Message Architecture* [18], von dessen detaillierter Betrachtung in diesem Beitrag abstrahiert wird. Ebenfalls nicht betrachtet werden kann, welche Erweiterungsmöglichkeiten für XML-Schema-basierte BOD durch den OAGIS-Standard vorgesehen sind und wie hierdurch in Bezug auf hierarchische KDM eine Verfeinerung eines Datenmodells auf einer untergeordneten Domänenebene umgesetzt werden kann.

[3] HR-XML beschreibt einen Standard für den Austausch von Geschäftsobjektdokumenten auf Basis der XML-Syntax. Der Standard stellt eine Spezialisierung des branchenneutralen Standards OAGIS dar.

5 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick

Der vorliegende Beitrag zeigt, wie ausgehend von SOM-GP-Modellen hierarchisch-strukturierte kanonische Datenmodelle (KDM) für den nachrichtenbasierten Austausch von Datenobjekten in verteilten VLBA hergeleitet werden können. Hierzu wird zunächst ein Bezugsrahmen zur Einordnung von Ansätzen zur Ableitung von KDM sowie zur Diskussion von Anforderungen an derartige Ansätze aufgezeigt. Unter Berücksichtigung der identifizierten Anforderung wird daraufhin eine Methodik vorgestellt, die in einem ersten Schritt durch eine hierarchische Domänenstrukturierung anhand eines GP-Modells den Kartengrund für KDM legt. In einem zweiten Schritt ermöglicht die Methodik die Spezifikation von Geschäftsobjektdokumenten als zentrale Elemente von KDM. Dieser Schritt erfolgt unter Berücksichtigung der *Core Components Technology Specification* (CCTS) und setzt auf der Ebene konzeptueller Objektschemata der SOM-Methodik an. Die Anwendung des Ansatzes wird an einem Fallbeispiel aus der Personalwirtschaft unter Berücksichtigung praxisrelevanter Standards demonstriert.

Mit Bezug zu der vorgestellten Methodik stellt sich die Frage, ob sämtlicher Nachrichtenaustausch zwischen beliebigen Teil-VLBA in einem Unternehmen zwingend auf Basis standardisierter KDM-Artefakte erfolgen sollte. Unter Differenzierung zwischen der Innen- und Außensicht von (Teil-)VLBA kann hierbei wie folgt argumentiert werden: Wird ein VLBA partiell z. B. durch ein ERP-System realisiert, so hat dieses naturgemäß die Hoheit über seine Innensicht, in der das öffentliche KDM keine Rolle spielt. Für die Kommunikation des ERP-Systems nach Außen (z. B. zu anderen Teil-VLBA) sind die Vorgaben zugrundeliegender KDM hingegen verbindlich, was eine lose Kopplung der Teil-VLBA auf Datenebene sicherstellt.

Ebenfalls stellt sich in Bezug zu der vorgestellten Methodik die Frage, ob zwingend jede im GP-Modell identifizierte Domänenhierarchieebene auch tatsächlich mit einem domänenspezifischen KDM korrespondieren sollte. Hierzu ist zu sagen, dass aus Aufwandssicht stets geprüft werden sollte, ob für die Kommunikation innerhalb einer Sub-Domäne bereits das übergeordnete Domänendatenmodell genügt. Nur wenn dies nicht der Fall ist, besteht der Bedarf zur Bildung eines Subdomänendatenmodells - eine Aufgabe bei welcher der im vorliegenden Beitrag beschriebene Ansatz methodisch unterstützt.

Die weitere Forschung soll die praktische Anwendbarkeit des vorgestellten Ansatzes fokussieren und fördern. Hierzu soll der Ansatz insbesondere um eine Werkzeugunterstützung ergänzt und mit einer Methodik zum fachlichen Entwurf partieller SOA-Architekturen [26] gekoppelt werden.

6 Literatur

[1] Bell, M (2010): SOA Modeling Patterns for Service-Oriented Discovery and Analysis. Wiley, Hoboken, NJ.

[2] Comer, E (2010): Texas Student Data System. Canonical Data Model Design Guidelines. M. & S. Dell Foundation, Texas.

[3] Dreschel, D; Jamous, N; Kassem, G; Kramer, F et al. (2012): Towards a Classification Framework for Very Large Business Applications. In: Goltz, U; Magnor, M; Appelrath, HJet al. (Hrsg), *INFORMATIK 2012*. Bonn.

[4] Džmuráň, M (2008): Introduction to Data Integration Driven by a Common Data Model. Technical Report, Progress Software Czech Republic.

[5] Engels, G;, Hess, A; Humm, B; Juwig, O; Lohmann, M; Richter, JP; Voß, M; Willkomm, J (2008): Quasar Enterprise. dpunkt.verlag, Heidelberg.

[6] Erl, T (2009): SOA. Design Patterns. Prentice Hall PTR, New Jersey.

[7] Erl, T (2009): Web Service Contract Design & Versioning for SOA. Prentice Hall, New Jersey.

[8] Ferstl, OK; Sinz, EJ (2012): Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. 7. Auflage. Oldenbourg, München.

[9] Frank, U (2001): Standardisierungsvorhaben zur Unterstützung des elektronischen Handels: Überblick über anwendungsnahe Ansätze. In: Wirtschaftsinformatik 43 (3): 283–293.

[10] Grabski, B; Günther, S; Herden, S; Krüger, L; Rautenstrauch, C; Zwanziger, A (2007): Very Large Business Applications. In: Informatik Spektrum 30(4): 259-263.

[11] Hoberman, S (2008): Canonical Data Model. In: DM Review 18(8): 8.

[12] Hohpe, G; Woolf, B (2003): Enterprise Integration Patterns. Designing, Building and Deploying Messaging Solutions. Addison-Wesley, Boston.

[13] HR-XML Consortium (2011): HR-XML 3.2 Standards Release, http://www.hr-xml.org. Abgerufen am 10.09.2013.

[14] Jones, S (2006): Single Canonical form - not for SOA. http://service-architecture .blogspot.de/2006/08/single-canonical-form-not-for-soa.html. Abgerufen am 10.09.2013.

[15] Josuttis, N (2007): SOA in Practice. The Art of Distributed System Design. O'Reilly, Sebastopol.

[16] Kotha, R, Sankaran, R (2012): Oracle® Fusion Middleware. Concepts and Technologies for Oracle AIA Foundation Pack, Technical Report, Oracle Corporation.

[17] Maier, B; Normann, H; Trops, B; Utschig-Utschig, C et al. (2009): SOA und Daten - Das kanonische Datenmodell. In: Meyen, S (Hrsg), SOA Spezial. Software&Support-Verlag, Frankfurt.

[18] OAGi (2012): Open Applications Group Integration Specification (OAGIS). Release 9.6, http://www.OAGi.org. Abgerufen am 10.09.2013.

[19] Roch, E (2006): SOA and XML. http://it.toolbox.com/blogs/the-soa-blog/soa-and-xml-7517. Abgerufen am 10.09.2013.

[20] Rosen, M (2008): Applied SOA. Service-Oriented Architecture and Design Strategies. Wiley, Indianapolis.

[21] Seubert, M; Reidl, M; Wolf, S (2012): SAP Global Data Types (GDTs). http://wiki.sdn.sap.com/wiki/x/VoHvB. Abgerufen am 10.09.2013.

[22] Sinz, EJ (1995): Kann das Geschäftsprozeßmodell der Unternehmung das unternehmensweite Datenschema ablösen? Bamberger Beiträge zur Wirtschaftsinformatik Nr. 34, Uni Bamberg.

[23] UN/CEFACT (2009): Core Components Technical Specification Version 3.0. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/cefact/codesfortrade/CCTS/CCTS-Version3.pdf.

[24] Vermaas, G (2008): Incorrectly applied Canonical Data Model. http://blog.xebia.com/2008/06/02/ top-10-soa-pitfalls-4-incorrectly-applied-canonical-data-model. Abgerufen am 10.09.2013.

[25] Völter, M (2007): Services, Komponenten, Modelle. In: Starke, G., Tilkov, S. (Hrsg), SOA-Expertenwissen. dpunkt.verlag, Heidelberg.

[26] Teusch, A; Sinz, EJ (2012): Konzeptuelle Modellierung partieller SOA. In: Mattfeld, D, Robra-Bissantz, S (Hrsg), Tagungsband der MKWI 2012. GiTO mbH Verlag, Berlin.

Grundlegende Überlegungen zur Konzeption einer multiperspektivischen Methode der Messung des IT-Wertbeitrags

Frank Termer

Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, 98693 Ilmenau, E-Mail: frank.termer@tu-ilmenau.de

Volker Nissen

Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, 98693 Ilmenau, E-Mail: volker.nissen@tu-ilmenau.de

Friedemann Dorn

ITARICON GmbH, 01069 Dresden, E-Mail: friedemann.dorn@itaricon.de

Abstract

IT-Abteilungen sehen sich zunehmend in der Pflicht ihre Kosten zu rechtfertigen und den Wertbeitrag der bestehenden IT-Leistungen nachzuweisen. Dies ist mit bisher vorliegenden Methoden jedoch nicht umfänglich möglich. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den wesentlichen Herausforderungen der Konzeption einer multiperspektivischen Methode zur Messung des Wertbeitrags der IT zum Unternehmenserfolg. Hierzu wird ein Kriterienkatalog entwickelt, der bereits existierende Verfahren der Wertbeitragsmessung bewertbar macht. Als wesentlich zeigt sich die Erweiterung bestehender Verfahren um IT-spezifische Kriterien, welche die wertbeitragsstiftenden Anforderungen an die IT abbilden. Abschließend werden bestehende Möglichkeiten der Messbarkeit dieser IT-spezifischen Kriterien vorgestellt und ein Ausblick auf noch zu leistende Forschungstätigkeiten gegeben.

1 Grundlagen des IT-Wertbeitrags

Die IT sieht sich zunehmend mit der Forderung konfrontiert, dass Sie messbarer, direkter und flexibler zum Unternehmenserfolg beitragen soll [16]. Bis heute sind hierfür zahlreiche quantitative sowie qualitative Modelle und Vorgehensweisen zur Ermittlung des Wertbeitrags der IT zum Unternehmenserfolg entstanden (vgl. Kapitel 3). Diese bieten allerdings keine verlässliche und umfassende Aussage über den Erfolg oder Misserfolg der bestehenden IT [6, 35]. Die verschiedenen Lösungsansätze fokussieren häufig auf differierende Zielstellungen und reduzieren die Problematik lediglich auf die monetäre Bewertung bevorstehender IT-Investitionen. Die wesentliche Herausforderung besteht allerdings darin, dass der Wertbeitrag der bestehenden Unternehmens-IT nicht direkt, sondern nur auf Umwegen über die Geschäftsprozesse gemessen werden kann [22]. Zudem hat sich bis heute keine allgemeine Definition des Wertbeitrags-Begriffs durchgesetzt. Im Zusammenhang mit diesem Definitionsproblem tritt folglich das Operationalisierungsproblem zutage, da es schwierig ist, einen ungenau definierten Wertbeitrag einer passenden Nutzenkategorie zuzuordnen. Dem schließt sich das Zurechenbarkeitsproblem des IT-Wertbeitrags an. IT-Services und -Systeme sind direkt in Prozesse integriert und somit ist es schwer, den Wertbeitrag einzeln zu quantifizieren. Bisher wurde in der wissenschaftlichen Literatur keine Methode vorgelegt, welche den IT-Wertbeitrag sowohl quantitativ als auch qualitativ messbar macht. Der vorliegende Beitrag möchte hierzu eine Grundlage schaffen, in dem die notwendigen Kriterien einer ganzheitlichen Methode erfasst und bestehende Möglichkeiten der Messung zusammengetragen werden.

1.1 Begriffliche Grundlagen

Im Kern der Betrachtungen steht der Begriff des IT-Wertbeitrags. Der Wertbeitrag der IT wird allgemein beschrieben als „the contribution of IT to firm performance“ [34, S. 146] bzw. der Beitrag der IT zur Erreichung von Unternehmenszielen, der durch die Ausrichtung des IT-Einsatzes auf die Unternehmensstrategie (Business Strategy) und die Geschäftsprozesse (Business Organisation) erreicht werden kann [39]. Ziele sind „erstrebenswert angesehene Zustände, die […] eintreten sollen“ [33, S. 16]. Zielinhalt und Zielausmaß beziehen sich auf substanzielle und attributive Werte [32]. Der Wertbeitrag stellt „ein Wirken zu einem Ziel hin oder der Vermeidung eines Abweichens von einem Ziel dar“ [1, S. 236]. Das übergeordnete Ziel ist der Unternehmenserfolg. Dieser kann zum einen als monetäre Größe angesehen und über Messgrößen wie Rendite oder Gewinn beschrieben werden. Zum anderen lässt sich Erfolg auch mittels nichtmonetärer Größen, z. B. durch Kundenbindung, Marktanteil, Wachstumsraten oder Nutzerzufriedenheit bewerten. Der Gesamterfolg eines Unternehmens wird dabei am Erfüllungsgrad der Unternehmensziele gemessen.

1.2 Zielstellung und Vorgehensweise

Der vorliegende Beitrag hat zum Ziel, grundlegende Anforderungen an Eigenschaften zusammenzutragen, die an eine multiperspektivische Methode zu Messung des Wertbeitrages der IT zu stellen sind. Ausgangspunkt hierfür bildet das Ermitteln eines State-of-the-art (Literatursuche und -analyse) in Anlehnung an FETTKE [8], mit der bestehende Methoden identifiziert und anhand zuvor definierter Kriterien bewertet werden. Hiermit sollen bestehende Lücken zur Konzeption einer multiperspektivischen Methode der Wertbeitragsmessung ausfindig gemacht werden. Es wurde eine Suche in Büchern, Zeitschriftenartikeln, Konferenzbeiträgen und Studien durchgeführt. Zur Identifizierung relevanter Beiträge wurden jeweils die Stichworte „IT-Wertbeitrag“, „Messung IT-Wertbeitrag“, „Wert der IT“ und „Business Value of IT“ benutzt. Eine elektronische Suche fand über Google Scholar, SpringerLink sowie im gemeinsamen Verbundkatalog statt. Die Literatursuche wurde ebenso in den Zeitschriften „HMD“ und „WIRTSCHAFTSINFORMATIK“ durchgeführt. Die

untersuchten Konferenzen waren die „Multikonferenz Wirtschaftsinformatik“ der Jahre 2008, 2010 und 2012 und die Tagung „Wirtschaftsinformatik“ der Jahre 2009, 2011 und 2013. Weiterhin wurden ebenso Studien zum IT-Wertbeitrag von Deloitte, Horváth & Partner und A.T. Kearney identifiziert. Die Literatur wurde durch Lesen des Abstracts, des Inhaltsverzeichnisses oder des ganzen Textes auf Relevanz in Bezug zur Problemstellung ausgewertet. Mittels vorwärts- und rückwärtsgerichteter Suche wurden weitere Quellen identifiziert. Abschließend wurden Schwerpunkte zur Messung des IT-Wertbeitrags in den einzelnen Publikationen extrahiert.

2 IT-spezifische Kriterien zur Wertbeitragsmessung

Bei der Betrachtung der Methoden zur Wertbeitragsmessung sind zwei Arten von Kriterien zu deren Bewertung zu unterscheiden. Erstens allgemeine Kriterien [30], mit denen sowohl Verfahren der traditionellen Wirtschaftlichkeitsanalyse als auch Methoden zur Bewertung des IT-Wertbeitrags untersucht werden können. Zum anderen IT-spezifische Kriterien, welche, in Ergänzung der allgemeinen Kriterien, zu einer multiperspektivischen Methode beitragen können.

2.1 Allgemeine Kriterien

Als allgemeine Kriterien wurden jene von PIETSCH [30] zugrunde gelegt, welche eine Möglichkeit darstellen, eine Methode der Wertbeitragsmessung zu beurteilen bzw. mehrere Methoden untereinander zu vergleichen. Dies sind die theoretische Basis, der Bewertungsgegenstand, die Bewertungsart, die Informationsquelle, die Anwendungsphase, die Flexibilität, der Ermittlungs- und Bewertungsaufwand, die methodische Unterstützung, die Ganzheitlichkeit sowie die Praxistauglichkeit. Bei der Konstruktion einer Methode zur IT-Wertbeitragsmessung sollten die aufgestellten Kriterien berücksichtigt werden. Da zunächst allerdings inhaltliche Punkte einer noch zu beschreibenden Methode im Mittelpunkt stehen, werden die allgemeinen Kriterien im Weiteren bis auf den Bewertungsgegenstand, die Anwendungsphase und die Ganzheitlichkeit ausgeklammert (vgl. Abschnitt 4.1).

2.2 IT-spezifische Kriterien

Die hier vorgeschlagenen Kriterien sind Ergebnis der Literaturanalyse und stellen Merkmale dar, mit denen der Erfolg der Unternehmens-IT in Verbindung gebracht wird.

Kriterium: Business-IT-Alignment

Die IT kann einen erheblichen Beitrag zum Unternehmenserfolg leisten, wenn Sie auf das Business ausgerichtet ist. Dies bedeutet, dass die Zielsysteme von Unternehmen und IT kompatibel sind und die zur Prozessunterstützung und Entscheidungsfindung eingesetzten IT-Systeme zu den definierten Strukturen, Praktiken und Geschäftsprozessen passen [19]. Wenn diese Voraussetzungen nicht gegeben sind, liegt ein mangelndes Business-IT-Alignment vor und die IT leistet keinen optimalen Beitrag zum Unternehmenserfolg. Bei der näheren Betrachtung von Business-IT-Alignment können verschiedene Ebenen ausgemacht werden [19]. Unter *kognitivem IT-Alignment* wird die Ausrichtung der IT- und Geschäftswelt auf einen gemeinsamen Grundgedanken verstanden. Lücken entstehen zum Beispiel, wenn die IT-Abteilung sehr technikgetrieben ist und sich das Business wenig Gedanken über die Erfüllbarkeit von Anforderungen macht. Umgekehrt wäre auch denkbar, dass das Business eine sehr globale Sichtweise hat und der Fachbereich der IT nur in nationalen Dimensionen plant. Beim kognitiven IT-Alignment stehen gemeinsame Ziele, Werte und Visionen im Zentrum der Betrachtung. Unter dem *strategischen IT-Alignment* wird die Abstimmung zwischen Businessstrategie und IT-Strategie verstanden. Das strategische Alignment bildet die Grundvoraussetzung für eine dauerhaft bessere Ausrichtung des IT-Bereichs in der Zukunft. Beim *architektonischen Alignment* wird der

Frage nachgegangen, wie die Organisationsstrukturen und Geschäftsprozesse mit der IT-Architektur harmonieren und inwieweit diese unterstützt werden. Hierbei geht es u. a. um die Flexibilität von Prozessen und IT-Produkten, die im Bereich Applikationsportfoliomanagement untersucht werden. Die Dimension des *temporalen IT-Alignment* beschreibt die Anpassungsfähigkeit der IT bzw. von Softwaresystemen an modifizierte Geschäftsmodelle. Die Änderungen am Geschäftsmodell können vorhersehbar oder nicht vorhersehbar sein. Innerhalb des temporalen IT-Alignment wird die Reaktionsfähigkeit des Unternehmens auf Veränderungen im Geschäftsmodell untersucht und das Potenzial, veränderte Produkte oder Prozesse auf den Markt zu bringen. Das temporale Alignment vollzieht sich hauptsächlich in den Bereichen Innovationsmanagement, Projektmanagement und Portfoliomanagement. Unter dem *systemischen IT-Alignment* ist schließlich die Steuerung des Unternehmens durch Informations- und Kommunikationssysteme zu verstehen.

Kriterium: IT-Agilität

IT-Agilität wird derzeit vielfältig diskutiert, denn Agilität kann ebenfalls zum Unternehmenserfolg beitragen [25]. Heutzutage müssen sich Unternehmen schnell und flexibel neuen Bedingungen anpassen. Da die IT viele Geschäftsprozesse unterstützt, nimmt sie hierbei eine Schlüsselrolle ein. Um IT-Agilität zu beschreiben wird wiederum davon ausgegangen, dass die IT in einem Dienstleistungsverhältnis steht und gegenüber Kunden, Fachbereichen oder dem Management eine bestimmte Leistung erbringen muss. Jedoch bleiben die Anforderungen der Auftraggeber nicht stabil. Demzufolge ist Agilität die Fähigkeit der IT, auf Anforderungsänderungen flexibel reagieren zu können [37] oder kann beschrieben werden als „die Fähigkeit der Informationsverarbeitung, in einer Organisation auf wechselnde Kapazitätsansprüche sowie veränderte funktionale Anforderungen sehr schnell (möglichst in Echtzeit) zu reagieren und zukünftige IT-gestützte Innovationen im fachlichen Geschäft aktiv aufspüren und unterstützen zu können“ [29, S. 42].

Die nachfolgenden Kriterien der Effizienz und der Effektivität werden gemeinsam betrachtet, denn entscheidend ist das Zusammenspiel beider [33]. Im Zusammenhang mit dem IT-Servicemanagement (ITSM) werden unter Effizienz und Effektivität die ökonomische Her- oder Bereitstellung von Services oder die Entwicklung und der Einsatz von neuen Services verstanden [11]. Durch ein integriertes ITSM kann ein höherer Wertbeitrag der IT zum Unternehmenserfolg generiert und ein besseres Business-IT-Alignment erreicht werden [11]. Der Effekt im Kontext von IT-Services lässt sich in interne und externe Effizienz und Effektivität gliedern.

Kriterium: IT-Effizienz

Die Effizienz allgemein beschreibt die Erstellung eines definierten Sachziels mit geringstem Mitteleinsatz [10]. Dabei sollten die Ressourcen bei der Leistungserstellung produktiv und wirtschaftlich eingesetzt werden. Daher wird Effizienz definiert als die Fähigkeit „dieselben Aktivitäten wie die Wettbewerber besser als diese auszuführen, oder einer populären Charakterisierung folgend, die Dinge richtig zu tun“ [17, S. 11].

Die Zielstellungen der internen Effizienz sind meist Kosteneinsparungen oder Optimierung von Services und Aufgaben. Diese Optimierung bleibt ohne Konsequenzen für die Geschäftsprozesse, wie z. B. durch einen Hardwareaustausch mit kostengünstigeren Geräten oder durch Servervirtualisierung. Interne Effizienz lässt sich meist direkt in der IT-Abteilung nachweisen. Die Rolle der IT verbessert sich jedoch nicht und das eigene Innovationspotenzial wird nicht gesteigert. Jedoch ist durch Kosteneinsparungen das Schaffen von Innovationspotenzialen in anderen Bereichen möglich.

Bei der externen Effizienz ergeben sich Kosteneinsparungen oder Nutzenerhöhung im Kerngeschäft des Unternehmens. Die Ressourcen werden wirtschaftlicher genutzt und somit ergibt sich eine Effizienzsteigerung bspw. durch eine bessere Qualität. Allgemein geschieht dies durch Verbesserung der Produktivität von Produktionsfaktoren. Als Hebel zur Produktivitätsverbesserung zählen die IT-Services, wobei die Messung des Wertbeitrags von IT-Services problematisch ist, da sie nur einen Teil zur Gesamtproduktivität beitragen.

Kriterium: IT-Effektivität

Im Gegensatz zur Effizienz bedeutet Effektivität „aufgrund einer zielführenden Priorisierung der Handlungsoptionen die zur Verfügung stehenden Mittel so einzusetzen, dass der damit angestrebte Geschäftserfolg bestmöglich erreicht werden kann. Vereinfacht bedeutet Effektivität, die richtigen Dinge zu tun“ [17, S. 11]. Effektivität ist der Effizienz immer vorzuziehen, denn den falschen IT-Service richtig zu verwenden, ist nutzlos.

Der IT-Wertbeitrag durch interne Effektivität entsteht bei veränderter Art der IT-Leistungserstellung. Die Verbesserung der internen Effektivität wird durch Architektur- und Technologieentscheidungen erreicht. Folglich kommt es zu einer optimierten IT-Infrastruktur oder Verbesserung der IT-Leistungserstellung, welche sich z. B. in einer besseren IT-Agilität zeigt. Die Zurechenbarkeit der Nutzeneffekte zur IT ist meist gut möglich, jedoch ist der Effektivitätsgewinn schwer messbar.

Zur externen Effektivität kann IT beitragen, wenn sie Leistungen in den Fachbereichen verbessert. Dies geschieht beispielsweise durch Einführung von Services zur Risikokontrolle. Die Bewertung der externen Effektivität muss durch die einzelnen Fachbereiche erfolgen. Jedoch ist dies nicht unproblematisch, da die IT auch hier nur einen Teil zur Gesamtleistung beiträgt.

Kriterium: IT-Zuverlässigkeit

Unter IT-Zuverlässigkeit wird generell verstanden, wie stabil und verlässlich eine IT-Leistung von Infrastrukturkomponenten bereitgestellt wird. Das Referenzmodell der Information Technology Infrastructure Library (ITIL) definiert Zuverlässigkeit wie folgt: „Ein Richtwert, der wiedergibt, wie lange ein Configuration Item oder IT-Service seine vereinbarte Funktion ohne Unterbrechung ausführen kann. […] Der Begriff ‚Zuverlässigkeit‘ bezeichnet auch die Wahrscheinlichkeit, dass Prozesse, Funktionen etc. den gewünschten Output erzielen“ [35, S. 182]. In dieser Definition werden sowohl wiederum Effizienz- als auch Effektivitätsaspekte deutlich. Oberstes Ziel ist jedoch ein prozessualer Aufbau und Betrieb einer IT-Landschaft mit einer hohen Störungsresistenz.

Kriterium: IT-Innovation

Aufgrund ihrer hohen Innovationskraft und rasanten Entwicklungsgeschwindigkeit bleibt IT auch zukünftig ein wesentlicher Innovationsmotor im Unternehmen [25]. Allerdings reicht es nicht mehr aus, Geschäftsprozesse kostengünstig mit IT zu unterstützen [36]. Der IT-Wertbeitrag kann auch mittels Geschäftsinnovationen erbracht werden und positiv auf den Unternehmenserfolg wirken [13, 18, 23]. Nachfolgend werden drei Arten von Innovationen unterschieden.

Unter *IT-Prozessinnovationen* werden Teile oder komplette Geschäftsprozesse verstanden, die durch Unterstützung von IT kostengünstiger und/oder qualitativ besser funktionieren. Durch IT ist nicht nur ein effizienterer Ablauf von Geschäftsprozessen möglich, sondern es können auch neue Geschäftsprozesse etabliert werden. Mit Hilfe dieser Innovationen wird ggf. der Leistungserstellungsprozess im Unternehmen verbessert. Mittels IT können ebenso *Produktinnovationen* geschaffen werden. Bei diesen Innovationen handelt es sich um Verbesserungen bestehender Produkte oder Dienstleistungen oder um deren Neuentwicklung. Die IT-basierte Produktinnovation bezieht sich entweder direkt auf

das Produkt, auf die Informationen zum Produkt oder auf den Service. Die dritte Art von Innovationen sind die *Geschäftsmodellinnovationen*. IT ist in der Lage, ein bestehendes Geschäftsmodell zu ändern oder ein neues Geschäftsmodell zu schaffen. Allerdings ist die Trennung zwischen den Innovationsarten nicht immer einfach, da der Übergang meist fließend ist [21]. Die Innovationsfähigkeit des Unternehmens hat positiven Einfluss auf dessen Agilität [26].

Kriterium: IT-gestützte Compliance

Mittels Compliance kann ein Unternehmen die Leistungsfähigkeit, Qualität und strategische Ausrichtung erheblich verbessern, wobei eine implementierte Governance Voraussetzung ist [3, 9, 38]. Die Notwendigkeit der Erfüllung regulatorischer Anforderungen (Compliance) führt durch branchenspezifische Vorgaben zum Aufbau individueller, in Unternehmen implementierter Risikomanagementsysteme. Mit Hilfe dieser Systeme ist es möglich, potenzielle Risiken zu identifizieren, zu quantifizieren und zu steuern. Dabei wird zwischen IT-Risiken als Teil aller Risiken und Betriebsrisiken durch Mitarbeiter oder Organe unterschieden. In diese beiden Risikoformen gliedern sich die IT-Compliance-Risiken ein. Hierbei entstehen IT-Compliance-Risiken, wenn „die IT nicht wie geplant funktioniert, schlecht organisiert ist, nicht wie erforderlich betrieben und genutzt wird, unzureichend verfügbar oder ungenügend gesichert ist, manipuliert oder missbraucht werden kann“ [21, S. 6-7]. Hierdurch können gesetzliche Verpflichtungen nur teilweise oder gar nicht erfüllt sein. Je höher die potenziellen Schäden auf Grund unzureichender IT-Compliance sind, desto höher das Risiko. Zu möglichen Schäden zählen z. B. Vertragsstrafen, Imageschäden oder Wettbewerbsnachteile [20].

3 Bewertung bestehender Verfahren zur IT-Wertbeitragsmessung

Um den Bedarf und die weiteren Schritte beim Entwurf einer multiperspektivischen Methode der IT-Wertbeitragsmessung angeben zu können, ist es zunächst notwendig, bestehende Methoden anhand der aufgestellten Kriterien zu bewerten. Damit können Lücken aufgedeckt, aber auch passende Bestandteile existierender Methoden identifiziert werden. Die Grundlage der nachfolgenden Aussagen bildet die Arbeit von DÜNNEBACKE ET AL. [6], nach der vier verschiedene Gruppen von generellen Bewertungsmethoden anhand der Dimensionen Bewertungsgegenstand (Investitionsentscheidungen vs. Bewertung bestehender IT) und Bewertungsart (qualitative vs. quantitative Effekte) vorgeschlagen werden. Wie in [6] verdeutlicht ist, liegen jedoch bisher nur in drei Quadranten Methoden vor. Es fehlt an Verfahren, welche die bestehende IT mittels quantitativer Kenngrößen bewerten. Um nützliche Elemente der bestehenden Methoden zu berücksichtigen, werden die drei Gruppen kurz beleuchtet.

Bei der Betrachtung existierender Methoden wurde bewusst auf die Einbeziehung allgemeiner Verfahren der Wirtschaftlichkeitsanalyse verzichtet (z. B. Return on Investment [ROI], Balanced Scorecard [BSC], Nutzwertanalyse, Total Cost of Ownership [TCO] oder Economic Value Added [EVA]). Dies wird damit begründet, dass zum einen eine kostenorientierte (vergangenheitsbezogene) Betrachtung zu kurz greift, um den aktuellen Wertbeitrag zu bestimmen und zum anderen qualitative Verfahren häufig zu Ergebnissen führen, die auf Grund ihrer Interpretierbarkeit nicht eindeutig sind.

3.1 Methoden zur Bewertung von IT-Investitionen (qualitativ)

Zu dieser Gruppe zählen die Verfahren Total Value of Opportunity (TVO), Economic Value Sourced (EVS) und Performance Management Scorecard (PMSC). Diese Methoden sind für die vorliegende Problemstellung nicht geeignet. Zum einen bewerten die Verfahren IT-Investitionsalternativen und nicht die bestehende Unternehmens-IT. Zum anderen erfolgt die Bewertung ausschließlich qualitativ, was zu einer Subjektivität der Ergebnisse führt. Die Methoden aggregieren mehrere Einzelkriterien zu

einem Gesamtergebnis und kommen schlussendlich zu einer Entscheidungsgrundlage für die Tätigung einer IT-Investition [6, 30].

3.2 Methoden zur Bewertung von IT-Investitionen (quantitativ)

Die zweite Gruppe bilden die Methoden Total Economic Impact (TEI), Rapid Economic Justification (REJ), Business Value Index (BVI), Applied Information Economics (BVI) und Val IT [6, 15, 17, 30]. Diese Ansätze betrachten unterschiedliche Investitionsalternativen und dienen als Entscheidungshilfe für IT-Investitionen. Für die vorliegende Problemstellung sind diese Methoden daher ungeeignet, da die bestehende Unternehmens-IT nicht fokussiert wird.

3.3 Methoden zur Bewertung von bestehender IT (qualitativ)

In dieser Gruppe werden Methoden zusammengefasst, die eine qualitative Bewertung der bestehenden Unternehmens-IT vornehmen. Hierzu zählen die Verfahren Fitness-Check der IT, Enterprise Value Map (EVM) und Information Capital Readiness (ICR).

Der *Fitness-Check der IT* ist eine strukturierte Methode der Unternehmensberatung A.T. Kearney zur Bewertung der Leistungsfähigkeit der bestehenden Unternehmens-IT [7]. Um die Leistungsfähigkeit der Unternehmens-IT zu überprüfen fokussiert das Verfahren die drei Kernpunkte IT-Effektivität, IT-Effizienz und Nachhaltigkeit. Die IT-Effektivität untersucht, ob die IT die korrekten Bereiche des Unternehmens zur Wertgenerierung unterstützt und ob die IT-Leistungen eine adäquate Qualität aufweisen. Bei der IT-Effizienz werden die Kosten für die IT-Leistungserstellung untersucht. Dabei geht es auch um die Relation von Kosten und Nutzen. Außerdem wird die Erstellung der IT-Leistung mit marktüblichen Kosten verglichen. Der Bereich der Nachhaltigkeit überprüft, inwieweit die IT des Unternehmens für mittel- bis langfristige Herausforderungen gerüstet ist. Dabei wird auch die Ausrichtung des Managements hinsichtlich einer langfristigen Leistungserstellung bewertet.

Die *Enterprise Value Map* der Unternehmensberatung Deloitte ist eine Methode zur qualitativen Bewertung der IT-Investition sowie bestehenden Unternehmens-IT [14]. Sie beinhaltet vier strategische Werttreiber des Shareholder Value und betrachtet Umsatzwachstum, Gewinnmarge, Effizienz des eingesetzten Kapitals und Erwartungen. Es wird eine rein monetäre Bewertung vorgenommen und die Enterprise Value Map trifft lediglich Aussagen über Maßnahmen, macht jedoch keine Angaben über den aktuellen IT-Wertbeitrag zur Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens [6].

Das Verfahren des *Information Capital Readiness* wurde von Horváth & Partners entwickelt und misst qualitativ, in welchem Umfang die IT die relevanten Prozesse des Unternehmens unterstützt [2]. Es findet hierbei eine Zuordnung von Applikationen und Infrastrukturelementen zu Informationskapital-kategorien statt mit einer anschließenden Bewertung auf einer qualitativen Skala. Ziel der Methode ist es, auf Basis festgelegter Entwicklungsstufen IT-Investitionen für die einzelnen Kategorien abzuleiten und somit das mittelfristige bis langfristige Budget zu kalkulieren. Einzelne Bereiche können wiederum mit einer Gewichtungsskala versehen werden um einen Gesamtfaktor zu erhalten.

Die betrachteten Methoden sind für die vorliegende Problemstellung relevant, sie fokussieren allerdings nur Teilbereiche zur Messung des Wertbeitrags der IT. Alle drei Methoden sind schwer zu bewerten, da sie durch Beratungsunternehmen angeboten werden und es an detaillierten Informationen zur Funktionsweise mangelt. Hinzu kommt, dass die Methoden Enterprise Value Map und Information Capital Readiness eher die strategische Ausrichtung des Unternehmens untersuchen und nicht den Erfüllungsgrad von IT-spezifischen Kriterien. Der Fitness-Check der IT scheint einige der hier definierten Anforderungen zu erfüllen, jedoch fehlen wiederum genaue Erläuterungen und konkrete

Metriken. In der nachfolgenden Abbildung werden diese drei Methoden im Hinblick auf die Erfüllung der IT-spezifischen Kriterien aus Abschnitt 2.2 betrachtet.

<table>
<tr><th></th><th>Fitness-Check der IT
(A.T. Kearney)</th><th>Enterprise Value Map
(Deloitte)</th><th>Information Capital Readiness
(Horváth & Partners)</th></tr>
<tr><td>Business-IT-Alignment</td><td>+</td><td colspan="2" rowspan="6">Bewertung nicht möglich,
• da der Fokus auf dem strategischen Wertbeitrag liegt,
• keine IT-Spezifika berücksichtigt werden und
• keine konkreten Informationen und Metriken öffentlich zugänglich sind.</td></tr>
<tr><td>IT-Agilität</td><td>o</td></tr>
<tr><td>IT-Effizienz</td><td>o</td></tr>
<tr><td>IT-Effektivität</td><td>o</td></tr>
<tr><td>IT-Zuverlässigkeit</td><td>+</td></tr>
<tr><td>IT-Innovation</td><td>o</td></tr>
<tr><td>IT-Compliance</td><td>o</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">+ adressiert das Kriterium; o adressiert das Kriterium teilweise; - adressiert das Kriterium nicht</td></tr>
</table>

Bild 1: Bewertung bestehender Methoden anhand IT-spezifischer Kriterien

Es wird deutlich, dass keine öffentlich zugängliche Methode zur Messung des Wertbeitrags der bestehenden Unternehmens-IT existiert, die alle IT-spezifischen Kriterien vollständig adressiert. Die Methoden *Enterprise Value Map* und *Information Capital Readiness* sind strategische Verfahren und entziehen sich aufgrund von nicht zugänglichen Informationen zur Funktionsweise einer Bewertung. *Der Fitness-Check der IT* kommt einer multiperspektivischen Methode schon sehr nah, betrachtet jedoch einige Kriterien nur teilweise. Hinzu kommt, dass die Methode rein qualitativ bewertet (anhand von Interviews und mittels Fragebögen) und keine quantitative Bewertung vornimmt. Zudem sind alle drei Methoden nicht frei verfügbar; somit ist die Operationalisierung der Kriterien nicht transparent.

4 Entwurf von Anforderungen an eine multiperspektivische Methode zur IT-Wertbeitragsmessung

4.1 Anforderungen an die Methode

Um eine Methode zur Messung des Wertbeitrags der IT zu entwickeln, wurde im Kapitel 2 anhand der existierenden Literatur ein Kriterienkatalog aufgestellt, der die Basis für die nun folgenden Ausführungen bildet. Als grundlegende allgemeine Kriterien aus Kapitel 2.1 sollen der Bewertungsgegenstand, die Anwendungsphase und die Ganzheitlichkeit erfüllt werden. Im Folgenden werden die IT-spezifischen Kriterien bzw. IT-Anforderungen aus Kapitel 2.2 aufgegriffen.

4.2 Operationalisierung einzelner Dimensionen zur IT-Wertbeitragsmessung

Anforderung 1: Business IT-Alignment

Eine gewisse Anerkennung zur Messung des strategischen Alignment hat das Strategic Alignment Model (SAM) von HENDERSON UND VENKATRAMAN [12] erlangt und dient als Strukturierungshilfe des Alignment-Begriffs. Die Messung der einzelnen Dimensionen des IT-Alignment stellt allerdings immer noch eine große Herausforderung dar. Explizite Metriken zur Messung des IT-Alignment

existieren bisher nicht. Vorhandene Modelle sind zu ungenau, um den Begriff in der Praxis zu operationalisieren [19]. In diesem Bereich ist daher weitere Forschung notwendig, um zukünftig das Business-IT-Alignment quantitativ messen zu können.

Anforderung 2: IT-Agilität

In der Literatur sind bisher im Wesentlichen zwei Methoden zur Messung der IT-Agilität genannt [28]: das Modell von SAMBAMURTHY, BHARADWAJ UND GROVER [31] sowie das Modell von BYRD UND TURNER [4, 5]. Allerdings weisen beide Modelle einen sehr umfangreichen Interpretationsspielraum bei der Definition bestimmter Variablen auf, was zu einer relativen Unschärfe und Unvollständigkeit führt. Einen vielversprechenden Fortschritt zeigt das Modell von NISSEN UND MLADIN [28] bzw. von NISSEN, VON RENNENKAMPFF UND TERMER [29]. Dieses definiert zum einen die vier Handlungsfelder Anwendungsarchitekturen, IT-Infrastruktur/Hardware, IT-Governance und IT-Prozesse sowie IT-Personal und Führung unter Berücksichtigung der drei Agilitätskomponenten der kapazitativen Agilität (IT-Flexibilität), der reaktiven Agilität und der proaktiven Agilität [28] und schlägt für den Bereich der IT-Architektur konkrete Kennzahlen zur Messung der Agilität vor [29].

Anforderung 3: IT-Effizienz und Anforderung 4: IT-Effektivität

Zur Messung der IT-Effizienz und der IT-Effektivität kann das Service Value Lifecycle (SVL) Modell von GOEKEN ET AL. [11] verwendet werden. Die Basis für das SVL bildet das ITIL-V3 Referenzmodell. ITIL ist ein branchenunabhängiges Framework für die Definition und den Betrieb von IT-Prozessen [22]. Die derzeit aktuelle Version ITIL-2011 besteht aus fünf Hauptprozessen, die einen Lebenszyklus für IT-Services abbilden. Die Zielstellung von ITIL besteht darin, flexible und dynamische ITSM-Methoden bereitzustellen, um somit einen Wertbeitrag zu den Unternehmenszielen zu leisten [17]. In ITIL sind für nahezu alle Prozesse Kennzahlen definiert, welche deren Leistungsfähigkeit erfassbar machen.

Anforderung 5: IT-Zuverlässigkeit

Für die IT-Zuverlässigkeit kann der Prozess des Availability Management aus ITIL herangezogen werden. Hier geht es um die Verfügbarkeit und Verlässlichkeit von Services und Anwendungssystemen. ITIL-Kennzahlen für die IT-Zuverlässigkeit sind in [24] beschrieben. Da die Messung der IT-Zuverlässigkeit aus ITIL abgeleitet wird und damit ebenfalls Bereiche der Effizienz und Effektivität angesprochen werden, wird deutlich, dass bei Berücksichtigung von ITIL eine separate Betrachtung der Messung der IT-Zuverlässigkeit nicht notwendig ist, da dies bereits abgedeckt ist.

Anforderung 6: IT-Innovation

Der Begriff IT-Innovation wurde im Kriterienkatalog in die drei verschiedenen Innovationsarten Produktinnovation, Prozessinnovation und Geschäftsmodellinnovation unterteilt. Für diese drei Bereiche liegen ebenfalls bereits Kennzahlen in [24] vor (z. B. Anteil der prozessbezogenen Innovationsinitiativen, die von der IT ausgehen; Anzahl von Serviceideen der IT; Anteil der neuen Geschäftsmodelle, deren Realisierung wesentlich von IT abhängt), die für eine ganzheitliche Betrachtung herangezogen und in eine multiperspektivische Methode integriert werden sollten.

- **Anforderung 7: IT-Compliance**

Die unternehmensweite GRC-Trias, bestehend aus Corporate Governance, Risk Management und Compliance Management, ist durch die IT zu unterstützen. Hierbei muss gemessen werden, wie hoch der Anteil der IT-Leistungen im GRC-Bereich ist. Dies lässt sich durch Services, Applikationen und Funktionalitäten von Applikationen nachweisen. Vorgeschlagene Kennzahlen für diesen Bereich sind

z. B. das Servicevolumen für Governance, Risikomanagement und Compliance Management oder das Anwendungsvolumen zur Unterstützung der unternehmensweiten GRC-Maßnahmen [24].

Kriterium	**Erläuterung**	**mögliche Messung**
Business IT-Alignment	Ausrichtung der IT auf das Business; Ebenen sind: • kognitives Alignment • strategisches Alignment • architektonisches Alignment • temporales Alignment • systemisches Alignment	Strategic Alignment Model (SAM) zur Strukturierung [12] Metriken zur Messung des Business-IT-Alignment existieren bisher nicht
IT-Agilität	Fähigkeit, flexibel auf Anforderungsänderungen reagieren zu können aber auch IT-gestützte Innovationen aufspüren und unterstützen zu können	Metriken sind bisher lediglich für Teilbereiche (IT-Architektur) vorhanden [29]
IT-Effizienz	Fähigkeit, die Leistungen mit geringstem Mitteleinsatz zu erbringen (die Dinge richtig tun)	Service Value Lifecycle (SVL) [11] auf Basis von ITIL [22]
IT-Effektivität	Fähigkeit, aus einer Menge an potenziellen Leistungen, diejenigen zu erbringen, welche bei begrenztem Mitteleinsatz zur bestmöglichen Zielerreichung führen (die richtigen Dinge tun)	Service Value Lifecycle (SVL) [11] auf Basis von ITIL [22]
IT-Zuverlässigkeit	Fähigkeit, vereinbarte Leistungen zu definierten Zeiträumen bereitzustellen	ITIL-Kennzahlen des Availability Management [24]
IT-Innovation	Ermöglichen verbesserter oder Schaffen neuer fachlicher Leistungen; Ebenen sind: • Prozessinnovationen • Produktinnovationen • Geschäftsmodellinnovationen	Kennzahlen nach [24]
IT-Compliance	Fähigkeit, regulatorische Anforderungen zu erfüllen oder deren Erfüllung zu unterstützen	Kennzahlen nach [24]

Bild 2: Messbarkeit IT-spezifischer Kriterien bei der IT-Wertbeitragsmessung

5 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend kann die in Bild 2 dargestellte Ausgangssituation festgestellt werden. Eine multiperspektivische Methode der IT-Wertbeitragsmessung muss alle Kriterien adressieren, die zur Messung bereitstehenden Instrumente verbinden und fehlende Metriken entwickeln oder zumindest vorschlagen. Hierbei zeigt sich, dass insbesondere für die Bereiche des Business-IT-Alignment und der IT-Agilität grundlegende Messinstrumente nur in Teilen vorhanden sind. Diese Forschungslücken müssen zunächst geschlossen werden, um eine ganzheitliche Aussage über den Wertbeitrag der bestehenden Unternehmens-IT geben zu können. Weiterführend muss eine übergeordnete Berechnungsvorschrift entworfen werden, welche die einzelnen Kenngrößen miteinander in Beziehung setzt. Dies kann von einer globalen Aussage, z. B. in Form einer Spitzenkennzahl, bis zu einem mehrdimensionalen Gesamtbild, z. B. in Form eines Spinnennetzdiagramms, reichen. Hierbei ist ebenso die Frage nach der (gegebenenfalls unternehmens- oder branchenspezifischen) Gewichtung einzelner Kriterien zu stellen. Ebenso sind Überlegungen notwendig, wie der ermittelte IT-Wertbeitrag eingeordnet werden muss, z. B. in dem über den Bezug zum Gesamtunternehmenserfolg oder gar ein Optimalitätskriterium nachgedacht wird. Die entwickelte Methodik der IT-Wertbeitragsermittlung muss sodann z. B. in Form von Fallstudien evaluiert werden. Hierbei spielt auch die Frage eine Rolle, inwieweit die benötigte Datengrundlage in Unternehmen vorhanden ist oder mit vertretbarem Aufwand geschaffen werden kann.

Der vorliegende Artikel muss als ein erster Schritt zur Entwicklung einer umfassenden Metrik für die Messung des IT-Wertbeitrags gesehen werden, da bislang keine umfassende Beurteilung von vorhandenen Methoden der IT-Wertbeitragsmessung existiert. Allerdings stellt sich die Frage nach der Vollständigkeit der identifizierten Kriterien. Da Anforderungen an die IT-Wertbeitragsmessung auch von den Fachbereichen definiert werden und im Zeitverlauf Änderungen unterliegen können, muss eine regelmäßige Überprüfung des Kriterienkatalogs erfolgen. Eine multiperspektivische Methode der IT-Wertbeitragsmessung sollte so flexibel sein, dass ein regelmäßiges Einarbeiten neuer Kriterien ermöglicht wird. Derzeit zeichnet sich ab, dass zukünftig eventuell Aspekte des nachhaltigen Managements bzw. des Green Business berücksichtigt werden sollten. Es sind hier bereits Forschungsaktivitäten wahrnehmbar, welche die Entwicklung von Nachhaltigkeitskennzahlen sowie von Vorgehens- und Reifegradmodellen für einen ganzheitlichen Green-Business-Ansatz aufgreifen [27].

6 Literatur

[1] Bartsch S, Schlagwein D (2010) Ein konzeptionelles Framework zum Verständnis des multidimensionalen Gegenstandes des Wertbeitrags der IT. In: Frerichs A, Breitner MH, Kolbe LM, Schumann M (Hrsg.) Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010, Göttingen.

[2] Blankenhorn H (2006) Den Wertbeitrag der IT im Unternehmen ermitteln und steuern. In: Blomer R, Mann H, Bernhard MG (Hrsg.) Praktisches IT-Management. Controlling, Kennzahlensysteme, Konzepte. Symposion Publishing, Düsseldorf, S. 185–199.

[3] Böhm M (2008) IT-Compliance als Triebkraft von Leistungssteigerung und Wertbeitrag der IT. HMD 45(263):15–29.

[4] Byrd T, Turner D (2000) Measuring the flexibility of information technology infrastructure. exploratory analysis of a construct. Journal of Management Information Systems 17(1):167–208.

[5] Byrd T, Turner D (2001) An exploratory examination of the relationship between flexible IT infrastructure and competitive advantage. Information & Management 39(1):41–52.

[6] Dünnebacke D, Budde O, Schnittler V, Reichel H (2011) Wertbeitrag der IT. Forschungsprojekt RWTH Aachen 16105 N. http://www.ifu.rwth-aachen.de/fileadmin/user_upload/IfU/Forschung/Projekt-Archiv/WertIT/WertIT_Abschlussbericht.pdf. Abgerufen am 07.07.2013.

[7] Eul M, Röder H (2007) Wie gut ist Ihre IT wirklich? IT-Fitness-Check im Unternehmen. http://www.atkearney.de/content/misc/wrapper.php/id/49964/name/pdf_atkearney_eb_it__fitness_11860444457119.pdf. Abgerufen am 07.07.2013.

[8] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art. Wirtschaftsinformatik 48(4):257–266.

[9] Fröhlich M, Glasner K (2007) IT-Governance. Gabler, Wiesbaden.

[10] Gladen W (2003) Kennzahlen und Berichtssysteme. Gabler, Wiesbaden.

[11] Goeken M, Heck R, Klein H (2008) Mit dem Service Value Lifecycle zur wertorientierten Serviceorganisation. HMD 45 (264):19–28.

[12] Henderson JC, Venkatraman N (1993) Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for Transforming Organizations. IBM Systems Journal 32(1):4–16.

[13] Holtschke B, Heier H, Hummel T (2009) Quo vadis CIO? Springer, Heidelberg.

[14] Holzhammer U (2006) Den strategischen Wertbeitrag der IT ermitteln. In: Blomer R, Mann H, Bernhard MG (Hrsg.) Praktisches IT-Management. Symposion Publishing, Düsseldorf, 413–428.

[15] Hubbard DW (2007) How to measure anything: finding the value of "intangibles" in business. Wiley & Sons. Hoboken.

[16] Johannsen W, Goeken M (2006) IT-Governance - neue Aufgaben des IT-Managements. HMD 43 (250):7–20.

[17] Johannsen W, Goeken M (2011) Referenzmodelle für IT-Governance. Methodische Unterstützung der Unternehmens-IT mit COBIT, ITIL & Co. 2. Aufl. dpunkt, Heidelberg.

[18] Kagermann H, Österle H (2006) Geschäftsmodelle 2010. FAZ Buch, Frankfurt/Main.

[19] Keller W, Masak D (2008) Was jeder CIO über IT-Alignment wissen sollte. Information Management & Controlling 23 (1):29–33.

[20] Klotz M, Dorn DW (2008) IT-Compliance - Begriff, Umfang und relevante Regelwerke. HMD 45 (263):5–14.

[21] Kollig M, Lang M (2012) IT-Wertbeitrag durch IT-basierte Geschäftsinnovationen. In: Lang M, Amberg M (Hrsg.) Dynamisches IT-Management. Symposion, Düsseldorf, S. 87–110.

[22] Krcmar H (2005) Informationsmanagement. 4. Aufl. Springer, Heidelberg.

[23] Kütz M (2006) IT-Steuerung mit Kennzahlensystemen. dpunkt, Heidelberg.

[24] Kütz M (2011) Kennzahlen in der IT. Werkzeuge für Controlling und Management. 4. Aufl. dpunkt, Heidelberg.

[25] Lang M, Amberg M (Hrsg) (2012) Dynamisches IT-Management. So steigern Sie die Agilität, Flexibilität und Innovationskraft Ihrer IT. Symposion, Düsseldorf.

[26] Lorenz S (2012) IT zwischen Kosteneffizienz und Innovationsfähigkeit. In: Lang M, Amberg M (Hrsg.) Dynamisches IT-Management. Symposion, Düsseldorf, S. 45–64.

[27] Neumann M, Klages M, Breitner MH (2010) Erweiterter IT-Wertbeitrag durch Green Business. HMD 47 (274):28-36.

[28] Nissen V, Mladin A (2009) Messung und Management von IT-Agilität. HMD 46 (269):42–51.

[29] Nissen, V; Rennenkampff, A von; Termer, F (2012): Agile IT-Anwendungslandschaften als Strategische Unternehmensressource. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik(284):24–33.

[30] Pietsch T (2003) Bewertung von Informations- und Kommunikationssystemen. Ein Vergleich betriebswirtschaftlicher Verfahren. 2. Aufl. Erich Schmidt, Berlin.

[31] Sambamurthy V, Bharadwaj A, Grover V (2003) Shaping Agility through digital options. reconceptualization of the role of information technology in contemporary firms. MIS Quarterly 27 (2):237–263.

[32] Schmidt-Sudhoff U (1967) Unternehmerziele und unternehmerisches Zielsystem. Betriebswirtschaftlicher Verlag Th. Gabler, Wiesbaden.

[33] Staats S (2009) Metriken zur Messung von Effizienz und Effektivität von Konfigurations-management- und Qualitätsmanagementverfahren, Europäischer Hochschulverlag.

[34] Tallon PP, Krämer KL, Gurbaxani V (2000) Executives Perceptions of Business Value of Information Technology. A Process-Oriented Approach. Journal of Management Information Systems 16(4):145–173.

[35] van Bon J (2008) Service Strategy basierend auf ITIL V3. Ein Management Guide. Van Haren Publishing, Zaltbommel.

[36] Vollmer M, Fischer B, Röder S (2008) Next Generation Shared Services - Automatisierung als Trend. In: Keuper F, Schomann M, Grimm R (Hrsg.) Strategisches IT-Management. Management von IT und IT-gestütztes Management. Gabler, Wiesbaden, S. 279–315.

[37] von Brauk S (2012) Möglichkeiten und Grenzen der agilen IT. In: Lang M, Amberg M (Hrsg.) Dynamisches IT-Management. So steigern Sie die Agilität, Flexibilität und Innovationskraft Ihrer IT. Symposion, Düsseldorf, S. 165–182.

[38] Weill P, Ross J (2004) IT-Governance. How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results. Harvard Business School Press, Boston.

[39] Wigand R, Picot A, Reichwald R (1998) Information, Organization and Management. Expanding Corporate Boundaries, Chichester.

Teilkonferenz: Wissensmanagement

Die Notwendigkeit für ein systematisches Wissensmanagement (WM) wird in der Praxis kaum noch angezweifelt. Dem in Organisationen vorhandenen und genutzten Wissen wird dabei eine zentrale Bedeutung für deren Innovationsfähigkeit zugeschrieben. Deshalb sollte auch in schwierigen Zeiten die Bedeutung der Ressource Wissen nicht vernachlässigt werden, da sich Unternehmen, die auch in Krisenzeiten in ihre Innovationsfähigkeit investierten, oftmals besser entwickelten.

Es zeigt sich jedoch, dass Unternehmen mit ihrem Wissensmanagement oft nicht zufrieden sind. Dieser Umstand kann darin begründet sein, dass etablierte Maßstäbe bzw. Ansätze zur Evaluierung des Wissensmanagements noch fehlen. Es bleibt damit häufig im Unklaren, was das Wissensmanagement konkret leistet. Daher ist es notwendig, dass der Nutzen bzw. der Erfolg von Wissensmanagementaktivitäten belegt werden kann. Neben der Auseinandersetzung mit inhaltlichen und aktuellen Themen aus dem Kontext des Wissensmanagements soll in dieser Teilkonferenz insbesondere die Auseinandersetzung mit nachweisbaren Wirkungen und der Erfolgsmessung im Wissensmanagement angeregt werden.

Aus den insgesamt 15 Einreichungen zur Teilkonferenz wurden nach einem mehrstufigen Begutachtungsverfahren sechs Beiträge angenommen.

Wir freuen uns auf lebhafte Diskussionen im Rahmen der MKWI 2014!

Dezember 2013

Markus Bick, Franz Lehner, Stefan Smolnik

(Teilkonferenzleitung)

Gestaltungsdimensionen des Wissensmanagements im Enterprise 2.0 – Eine inhaltsanalytische Betrachtung der Fallstudiensammlung www.e20cases.org

Malte Martensen

ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 14059 Berlin, E-Mail: mmartensen@escpeurope.eu

Holger Kahl

ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 14059 Berlin, E-Mail: holger.kahl@t-online.de

Marc Roman Franke

ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 14059 Berlin, E-Mail: mfranke@escpeurope.eu

Markus Bick

ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 14059 Berlin, E-Mail: mbick@escpeurope.eu

Abstract

Nach einer breiten Adoption im privaten Bereich werden Social Software-Anwendungen zunehmend auch innerhalb von Unternehmen eingeführt. Insbesondere für das Wissensmanagement werden große Potenziale im Enterprise 2.0 gesehen. Der Stand der Forschung ist auf diesem Gebiet jedoch noch lückenhaft. Mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse von 50 Fallstudien, die den organisationsinternen Einsatz von Social Software betrachten, wird ergründet, zu welchen Zwecken Unternehmen Social Software einsetzen und welche Gründe die Entscheidung zur Einführung beeinflussen. Die Analyse der Fallstudien zeigt, dass Wissensmanagement durch ein Zusammenspiel verschiedener Nutzungsarten von Social Software begünstigt wird.

1 Einleitung

Kaum eine Technologie hat sich in den vergangenen Jahren derart rasant entwickelt wie Social Software [17] und seit der ersten Benennung von Web 2.0 und Enterprise 2.0 durch O'Reilly [33] und McAfee [18] haben zahlreiche Autoren auf die Vorteile der Nutzung von Social Software und Social Media für Organisationen hingewiesen (z.B. [28]). Dennoch hat der berufliche Einsatz von Social Software noch bei weitem nicht den Grad der privaten Nutzung erreicht [31],[32].

Trotz wachsenden Interesses ist der Stand der Forschung zu Social Software im unternehmerischen Umfeld noch lückenhaft. Welche Gründe Unternehmen zur Einführung bestimmter Social Software-Applikationen bewegen und wozu diese letztlich genutzt werden, ist empirisch wenig untersucht [30]. Außerdem stellt sich die Frage der individuellen Nutzungshäufigkeit und -intensität von Social Software für berufliche Zwecke, die z.T. hinter den Erwartungen zurückbleiben [5]. Anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse von 50 Fallstudien der Sammlung www.e20cases.org, die den organisationalen Einsatz von Social Software behandeln, sollen zwei Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Welche Parameter sind ausschlaggebend für die Entscheidung zur Einführung von Social Software?
2. Für welche berufsbezogene Nutzung wird Social Software organisationsintern eingeführt?

Der vorliegende Beitrag ist wie folgt gegliedert: Zunächst werden in Abschnitt 2 die Grundlagen zu Social Software und Wissensmanagement im Enterprise 2.0 gelegt. Neben einem Überblick zum aktuellen Stand der Forschung wird die Fallstudiensammlung www.e20cases.org vorgestellt. Abschnitt 3 beschreibt die inhaltsanalytische Auswertung der Fallstudien und geht hierbei sowohl auf theoretische Grundlagen als auch auf die praktische Umsetzung anhand von deduktiv-induktiver Kategorisierung und Codierung ein. In Abschnitt 4 folgt eine Diskussion der Ergebnisse der Inhaltsanalyse, bevor in Abschnitt 5 die wesentlichen Erkenntnisse zusammengefasst, Limitationen diskutiert und ein Ausblick auf zukünftige Forschungsthemen gegeben werden.

2 Grundlagen und Literaturanalyse

Der Zielsetzung des vorliegenden Beitrags folgend, werden als Grundlage für unsere Analysen zunächst die Artefakte Social Software und Social Media sowie die Phänomene Web 2.0 und Enterprise 2.0 beschrieben. Des Weiteren wird bestehende Literatur zum beruflichen Einsatz von Social Software analysiert und die der Inhaltsanalyse zugrunde liegende Fallstudiensammlung vorgestellt.

2.1 Begriffsklärung

Unter dem Artefakt Social Software wird computergestützte Software verstanden, die die Kooperation und Kommunikation zwischen Individuen unterstützt. Dazu gehören unter anderem Technologien und Anwendungen im Bereich sozialer Netzwerke, Wikis, Weblogs, Microblogs, Online-Communitys, Foren oder Instant Messaging Applikationen [5]. Zum Begriffsverständnis ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass nicht die Software als solche sozial ist, sondern Möglichkeiten eröffnet, mit anderen über soziale Kanäle in Form von Wort, Schrift und Bild in Kontakt zu treten [6].

Während sich Social Software auf organisationsinterne, geschlossene und Intranet-basierte Anwendungen bezieht, beschreibt der Terminus Social Media offene, Internet-basierte Plattformen. In der Praxis werden beide Begriffe meist synonym verwendet und ebenso wird in der Literatur häufig

keine strikte Trennung vorgenommen. Viele Forscher präferieren jedoch den Begriff Social Software, um die Unterstützung sozialer Strukturen und Interaktionen hervorzuheben (z.B. [1],[3]).

Das durch O'Reilly [33] geprägte Schlagwort Web 2.0 beschreibt das Phänomen des Strukturwandels im Internet, welches zunehmend vom Informationsaustausch zwischen dessen Nutzern und nicht mehr nur von der reinen Informationsaufnahme über statische Websites geprägt ist. Dieser Begriff wird besonders in der Praxis wesentlich weiter genutzt, als in seiner Ursprungsbedeutung intendiert, und dient oft als Oberbegriff für jegliche Art von Neuerungen und Innovationen im Internet [3]. Auch in der Wissenschaft wird Web 2.0 als Schlagwort gebraucht, obgleich von vielen Autoren aufgrund seiner Unschärfe und mangelnder theoretischer Fundierung kritisiert [1].

Durch McAfee [18] wurde beschrieben, wie die Prinzipien des Web 2.0 auf den Unternehmenskontext angewendet werden können. Bereits das Internet in seiner ursprünglichen Form hatte zu grundlegenden Veränderungen von Interaktionskanälen sowohl im privaten Bereich als auch in der Geschäftswelt geführt. Ganze Prozessketten haben sich durch den Einsatz onlinebasierter Kommunikationswege gewandelt [19]. Laut McAfee wird die Veränderung von Interaktionskanälen und Prozessketten durch den Einsatz der Prinzipien und Technologien des Web 2.0 innerhalb von Unternehmen und zwischen Unternehmen und externen Stakeholdern noch intensiviert. Das Schlagwort hierfür lautet Enterprise 2.0: „*Enterprise 2.0 is the use of emergent social software platforms within companies, or between companies and their partners or customers*" [18].

	Öffentliches Internet	**Unternehmenskontext**
Phänomen	Web 2.0	Enterprise 2.0
Artefakt	Internet Social Media	Intranet Social Software

Tabelle 1: Begriffsklärung (nach [21], S. 90)

Während Web 2.0 und Enterprise 2.0 also soziale Phänomene beschreiben, sind Social Media und Social Software deren jeweilige Artefakte, also Gegenstände [21]. Tabelle 1 zeigt den Versuch einer begrifflichen Trennung zwischen Phänomen und Artefakt, die in dieser Stringenz jedoch sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis nicht immer anzufinden ist.

2.2 Wissensmanagement im Enterprise 2.0

Das Management von Informationen und Wissen wird als eines der wesentlichen Nutzungspotenziale von Social Software angesehen [16] und deren Einsatz in Unternehmen hat zu wesentlichen Veränderungen im Wissensmanagement sowohl in der Forschung als auch in der Praxis geführt ([13],[15]).

Im Rahmen der Wissensgenerierung helfen Social Software-Anwendungen beispielsweise beim Vernetzen von Informationen oder beim Verknüpfen verschiedener Wissensquellen (Kombination nach Nonaka & Takeuchi [9]). Eng verbunden mit der Wissensgenerierung ist auch die Kollaboration als eine weitere Nutzungskategorie [20], schließlich ermöglicht und verbessert der Einsatz von Social Software die Zusammenarbeit von Individuen, was wiederum eine Grundlage für die Generierung von Wissen ist (vgl. z.B. [29]). Dass sich Social Software auch zum Erhalt von Wissen eignet, wurde ebenfalls gezeigt ([10],[6],[22]). Hierbei zählt insbesondere die Tatsache, dass Social Software explizites Wissen, also Dokumente und Informationen, speichert und für andere verfügbar und auffindbar macht. Im Zeichen einer alternden Bevölkerung sowie einer hohen Mitarbeiterfluktuation ist der Stellenwert dieser Wissensbewahrung als besonders geschäftskritisch einzuschätzen [23].

Im Bereich des Wissensaustauschs wird insbesondere der informelle Informations- und Wissenstransfer mit Hilfe von Social Software-Anwendungen unterstützt. Laut Manouchehri Far [7] werde durch den Einsatz von Social Software eine offene Wissenskultur und somit der Wissenstransfer sowie die interne Vernetzung gefördert. Auch weitere Autoren weisen darauf hin, dass der Einsatz von Social Software positive Effekte auf den Wissensaustausch hat (z.B. [27],[24]).

2.3 Aktueller Stand der Forschung

Ein Großteil bisheriger Studien beschränkt sich auf die marktgerichtete Nutzung von Social Software (z.B. [14] im Bereich Kundenintegration), d.h. die Interaktion mit dem Unternehmensumfeld bzw. mit verschiedenen Stakeholdern steht im Vordergrund (Ziffern ❶ und ❷ in Bild 1). Weiterhin ist die private Anwendung von internet-basierten Social Media Plattformen (Ziffer ❸) Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten (z.B. [26]). Demgegenüber ist die ressourcenorientierte, organisationsinterne Nutzung von Social Software in den Bereichen Kommunikation, Wissens- und Netzwerkmanagement [6] bisher nur wenig erforscht. Studien in diesem Bereich zielen vielfach auf den Nutzen oder die Erfolgsfaktoren von Social Software ab (z.B. [25]). Für welche Zwecke Social Software eingeführt und vom Nutzer tatsächlich eingesetzt wird (Ziffer ❹), findet in bisherigen Studien wenig Beachtung, ebenso wie die Identifizierung von Parametern, anhand derer sich Unternehmen für die Einführung von Social Software entscheiden.

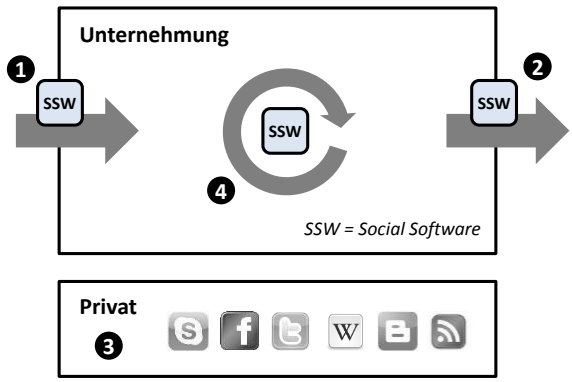


Bild 1: Stand der Forschung von Social Software

Die meisten Veröffentlichungen zum beruflichen Einsatz von Social Software sind sachlogischer Natur oder Fallstudien und beziehen sich in der Regel auf einzelne Unternehmen. Betrachtet man die Tatsache, dass es sich bei Enterprise 2.0 um einen jungen Forschungsgegenstand innerhalb der Wirtschaftsinformatik handelt, verwundert dies nicht. Eine Meta-Analyse verschiedener Fallstudien liegt ebenfalls nicht vor.

2.4 Fallstudiensammlung E20Cases.org

Die Internetplattform www.e20cases.org sammelt und veröffentlicht Fallstudien zum organisationalen Einsatz von Social Software in Unternehmen mit dem Ziel, Erkenntnisse aus der Praxis in die Wissenschaft, in die Lehre sowie in andere Unternehmen zu transferieren. Verantwortlich für den Betrieb der Plattform und die Bereitstellung der Fallstudien ist eine Kooperation auf Initiative von Hochschulprofessoren aus dem deutschsprachigen Raum. Beteiligt sind hierbei die Universität St. Gallen, die Universität der Bundeswehr München, die Universität Koblenz-Landau, die EBS Business School sowie das Institut Digital von Johanneum Research. Die Auswahl der Internetplattform www.e20cases.org erfolgte aus folgenden Gründen:

- Die Regeln zum Verfassen einer Fallstudie sind für alle Autoren identisch.
- Ein permanenter Zugang zu den Fallstudien war sichergestellt.
- Im deutschsprachigen Raum stellt www.e20cases.org die umfassendste frei verfügbare Fallstudiensammlung zum Thema Enterprise 2.0 dar.

Mit Hilfe von Navigationsoptionen lassen sich alle Dokumente des Portals nach verschiedenen Kriterien selektieren, was sowohl bei der Bewertung des Umfangs als auch bei der Bewertung der inhaltlichen Tiefe bzw. Qualität hilft. Die Klassifizierung der Fallstudien folgt hierbei definierten Vorgaben, die durch die Plattformbetreiber festgelegt werden, und berücksichtigt sowohl quantitative als auch qualitative Parameter. Hierzu gehören z.B. das Einsatzfeld, die Unternehmensgröße und -branche oder die jeweilige Anwendungsklasse. Den Forschungsfragen folgend, wird die Materialstichprobe für die inhaltsanalytische Auswertung auf solche Fallstudien beschränkt, die das Einsatzfeld Wissensmanagement behandeln. Anhand dieser Selektion ergab sich zum Zeitpunkt der Analyse eine Anzahl von 50 zu bearbeitenden Fallstudien, welche Unternehmen unterschiedlicher Größe und aus verschiedenen Branchen umfasste.

3 Qualitative Inhaltsanalyse

Im Folgenden werden die methodischen Grundlagen der qualitativen Inhaltsanalyse erörtert. Anschließend erfolgt eine deduktiv-induktive Kategorienbildung, um die Fallstudien inhaltsanalytisch je Forschungsfrage auswerten zu können.

3.1 Methode und Vorgehen

Für die Analyse der Fallstudiensammlung wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring angewendet [8]. Diese Methode führt zu deskriptiven und interpretativen Ergebnissen, indem sie die Strukturen von Texten zu erkennen und zu verstehen sucht. Das Vorgehen hierbei ist streng regelgeleitet und die Anwendung eines Kategoriensystems, welches im Wechselverhältnis zwischen Theorie und Material entwickelt wird, führt zu einer Objektivierung des Forschungsprozesses [12]. Damit unterscheidet die qualitative sich von der quantitativen Inhaltsanalyse, der vorgeworfen wird, dass ihr Spektrum relativ eng sei, Kontextabhängigkeit vernachlässige und das reine Zählen von Worten lediglich zu deskriptiven Ergebnissen mit geringer Reichweite führe [2]. Im Gegensatz zur Grounded Theory nach Glaser & Strauss [4] sowie Strauss & Corbin [11] geht die qualitative Inhaltsanalyse mit explizitem Vorwissen, also theoriegeleitet, in die Analyse.

Mayring untergliedert die Methode anhand der drei Grundformen des Interpretierens in die Techniken *Zusammenfassung*, *Explikation* sowie *Strukturierung*, wobei alle drei Techniken aufeinander aufbauend eingesetzt oder aber in Abhängigkeit der Forschungsfrage(n) nur eine bestimmte Technik angewendet werden kann. Während die Zusammenfassung zu einer Abstraktion des Materials führt, wird durch die Explikation das Verständnis des Textes erweitert. Ziel der Strukturierung ist es, bestimmte Aspekte und Strukturmerkmale im Text herauszufiltern und zu ordnen. Hierbei kann es sich um inhaltliche, formale, typisierende oder skalierende Eigenschaften handeln [8].

3.2 Kategorien und Codierung

Die Codierung der Fallstudien erfolgte computergestützt mit Hilfe der Software MAXQDA 11.[1] Grundlage hierfür war ein von den Autoren entwickelter Codierleitfaden, der neben Codierregeln auch

[1] www.maxqda.com

Definitionen und Ankerbeispiele je Kategorie enthielt. Die kleinste codierbare Einheit (Codiereinheit) lag bei einem Satz, die größte codierbare Einheit (Kontexteinheit) bestand aus einem Absatz. Nach einem ersten Materialdurchlauf von zehn Fallstudien wurden die Kategorien, deren Ableitung in den beiden folgenden Abschnitten erläutert wird, leicht überarbeitet und neu abgestimmt.

3.2.1 Einführung von Social Software

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde das Kategoriensystem für die Entscheidungsparameter bei der Einführung von Social Software zunächst deduktiv anhand von sachlogischen Überlegungen entwickelt und im Laufe der Codierung anhand des Materials induktiv verfeinert. Dieses Vorgehen führte zu einem Kategoriensystem mit den folgenden Bestandteilen:

- *Organisation*: Diese Kategorie bezieht sich auf Arbeitsabläufe im Unternehmen und somit auf Vorteile, die für das Unternehmen und dessen Mitarbeiter durch die Einführung von Social Software entstehen. Zusätzlich werden Prozessintegration und Managementaufwand als Entscheidungsparameter bei der Einführung von Social Software betrachtet.
- *Technik*: Hierbei geht es um die Wartungs- und Zukunftssicherheit der Software, um deren Funktionalitäten, die technische Integrierbarkeit in bestehende Systemlandschaften sowie die Kompatibilität mit anderen Softwareprodukten.
- *Wirtschaftlichkeit*: In diese Kategorie fallen einmalige Kosten für Anschaffung und Implementierung sowie laufende Kosten, die für Lizenzen, Wartung, Erweiterung und Updates anfallen. Bei der Einführung von Social Software können beide Kostenarten eine Entscheidungsgrundlage darstellen.
- *Datensicherheit*: Die Sicherheit von Daten spielt bei Einführung und Betrieb von Social Software eine entscheidende Rolle. Bei dieser Kategorie steht die Frage im Vordergrund, inwiefern Daten vor unberechtigtem Zugriff von intern und extern geschützt werden können.

Einen Überblick der anhand der Materialstichprobe induktiv entwickelten Entscheidungsparameter bzw. Unterkategorien, die an dieser Stelle aus Platzgründen nur angerissen wurden, liefert Tabelle 2. Nutzung von Social Software.

Durch eine Analyse von Studien im Bereich der organisationsinternen Nutzung von Social Software wurde das Kategoriensystem für die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage deduktiv abgeleitet. Hierbei war festzustellen, dass bisherige Beiträge von einer großen Heterogenität geprägt sind und dass die Autoren sehr verschiedene Nutzungsarten erörtern. Einige Kategorien werden jedoch wiederholt genannt oder diskutieren trotz unterschiedlicher Benennung inhaltlich deckungsgleiche oder ähnliche Aspekte. Dieser Erkenntnis folgend, wurden alle Nutzungsarten in tabellarischer Form aufgelistet und analysiert, um anschließend in Gruppen mit ähnlichen Nutzungsarten zusammengefasst zu werden. Dieses Vorgehen führte zu drei übergeordneten Gruppen, die wiederum in jeweils zwei, damit in Summe sechs, Kategorien aufgeteilt werden:

- *Informations- und Wissensmanagement* (vgl. u.a. [1],[3],[6],[21])
- *Identitäts- und Netzwerkmanagement* (vgl. u.a. [1],[3],[6])
- *Kommunikation und Kollaboration* (vgl. u.a. [1],[3],[7],[10],[21]).

Entscheidungsparameter		Ankerbeispiel	Codierungen
Organisation	Prozessintegration	*„Die Kompetenzen in der Entwicklung und Nutzung […] ermöglichen eine fundierte Implementierungsunterstützung“* (DocHouse)	9
	Management	*„[…] ist der Management-Aufwand des Systems gering“* (Communardo)	8
	individuelle Vorteile	*“[…] now possible for all colleagues to be included in the process of maintaining and developing the site content”* (Freshfield)	21
	Unternehmens-vorteile	*„Wikis für die kontinuierliche und einfache Pflege des vernetzten Wissens […]“* (Stadt Erlangen)	24
Technik	Zukunftssicherheit	*„Einblick in aktuelle Entwicklungen […] und zukünftige […]“* (Rheinmetall)	2
	Funktionen	*„[…] flexible Gestaltung der Benutzeroberfläche und des angebotenen Funktionsumfangs“* (DocHouse)	9
	Integrierbarkeit	*„Durch die Unterstützung verschiedener Webbrowser […] ist ein plattformunabhängiger Webzugriff gewährleistet“* (DocHouse)	13
	Kompatibilität	*„[…] Editierung mit Word möglich“* (ESG)	4
Wirtschaft-lichkeit	laufende Kosten	*„[…] robusten Open-Source-Lösungen zumindest das Lizenzkosten-Problem gelöst“* (Siemens)	4
	Einführungskosten	*„Deshalb soll als Basis ein Open-Source-Framework dienen. Ohne große finanzielle Investitionen“* (Kanton Zug)	2
Daten-sicherheit	extern	*„Wer die firmeninterne Nutzung […] ignoriert, bringt die Mitarbeit er dazu, sich extern […] zu artikulieren“* (Teufelberger)	1
	intern	*„[…] sowie die hochdifferenzierten Möglichkeiten der Rechtevergabe eine wichtige Rolle“* (Stadt Erlangen)	4

Tabelle 2: Entscheidungsparameter bei der Einführung von Social Software

Die Gruppe des Informations- und Wissensmanagements kann im Sinne von Inhalten in die Kategorien *Wissensteilung* und *Wissenssuche* unterteilt werden. Diese Unterteilung wird beispielsweise auch von Richter et al. [21] vorgenommen. Die Gruppe des Identitäts- und Netzwerkmanagements, mit Individuen im Mittelpunkt der Betrachtung, wird aufgeteilt in die Kategorien *Selbstmarketing*, bei der das Herausstellen der eigenen Identität, Kenntnisse und Fähigkeiten im Vordergrund steht, sowie das Knüpfen von Kontakten und die Expertensuche im Sinne eines *Kontaktmanagements*.

Nutzungskategorie		Ankerbeispiel	Codierungen
Inhalt	Wissenssuche	*„Auffinden von relevanten Informationen nicht nur beschleunigt, sondern auch qualitativ hochwertiger“* (Siemens)	16
	Wissensteilung	*„[…] verbesserte Informationshaltung und -verteilung in der Organisation erreicht werden“* (AKBW)	68
Prozess	Kommunikation	*„Hauptziel […] war die Verbesserung von Effektivität und Effizienz in der internen […] Kommunikation“* (Pentos)	29
	Kollaboration	*„Veränderung der Unternehmenskultur unterstützen,[…] die Dialog und Zusammenarbeit ins Zentrum stellt“* (Swisscom)	20
Individuum	Selbstmarketing	*„Präsentation aller Abteilungen und Bereiche, den Aufgaben und den Mitarbeitern […]“* (Hellerau)	10
	Kontakt-management	*„[…] Mitarbeitern ermöglicht sektorübergreifend Ansprechpartner zu bestimmten Fachthemen zu finden“* (Siemens)	10

Tabelle 3: Nutzungsarten von Social Software

Die Gruppe Kommunikation und Kollaboration wird als funktionale Dimension angesehen, bei der *Prozesse* im Vordergrund stehen. Die Kategorie *Kommunikation* umfasst dabei Aspekte der

Diskussion, des Dialogs und der Interaktion sowie das Versenden von Nachrichten und stellt, obwohl nicht gänzlich trennscharf abzugrenzen (schließlich enthalten auch andere Kategorien kommunikative Anteile), eine der Hauptkategorien der Nutzung von Social Software dar (vgl. u.a. [3]). Die Kategorie *Kollaboration* beschreibt schließlich den Umstand, dass Individuen mit Hilfe von Social Software gemeinsam an Dokumenten und anderen Arbeitsergebnissen arbeiten können und somit ein gemeinsames Ziel verfolgen. *Kollaboration* wird u.a. von Manouchehri Far [7] sowie von Stocker & Tochtermann [10] als eigene Nutzungskategorie angesehen. Tabelle 3 gibt einen Überblick zum Kategoriensystem für Forschungsfrage 2 sowie zur Anzahl der Codierungen über alle Fallstudien.

4 Diskussion

In der folgenden Diskussion werden die für beide Forschungsfragen ermittelten Ergebnisse durch Beispiele aus den Fallstudien manifestiert. Zudem werden weitere Ergebnisse der Analyse präsentiert.

4.1 Entscheidungsparameter für die Einführung von Social Software

Zur Frage der Entscheidungsparameter bei der Einführung von Social Software (Forschungsfrage 1) fanden sich in den Fallstudien vor allem unternehmerische und individuelle Vorteile, die als Gründe für die Auswahl entsprechender Applikationen genannt wurden. Technische, wirtschaftliche und rechtliche Entscheidungsparameter wurden ebenfalls angeführt, allerdings in geringerem Maße.

Generell ist festzustellen, dass vielseitige Gründe für die Einführung und Auswahl von Enterprise 2.0 Anwendungen vorliegen. Eine Fallstudie betont die klare Kostenorientierung (*„low-cost but powerful“* (OCE) / Wirtschaftlichkeit), während demgegenüber bei Rheinmetall strategische Überlegungen die Entscheidung dominierten (Integrationsfähigkeit mit vorhandenen ERP-Funktionalitäten / Integrierbarkeit). In einigen Fallstudien kommt die Erkenntnis zum Ausdruck, dass ältere IT-Systeme, z.B. das Intranet, nicht mehr zeitgemäß seien und durch effizientere Tools ergänzt bzw. abgelöst werden müssten (Kanton Zug / Zukunftssicherheit). Ob eine Systemauswahl nach vorab definierten Argumenten erfolgte, ob ggf. Studien erarbeitet und verschiedene Systeme getestet wurden (wie z.B. im Fall von SFS, einem Unternehmen im Bereich Maschinenbau), wird in den meisten Fallstudien jedoch nicht diskutiert.

Auf organisationaler Ebene wurden vor allem die einfache Nutzung und Erreichbarkeit für die User in den Vordergrund gestellt, ebenso wie eine Reduzierung der Informationsflut: „[…] *Suchaufwand aufgrund der besseren Strukturierung der Inhalte und Anwendungen sowie der neuen Volltextsuche reduziert werden*“ (Capgemini / individuelle Vorteile). Weiterhin war die Möglichkeit der aktiven Mitarbeiterpartizipation im Zusammenhang mit der Generierung von Inhalten, der Aktualität der Informationen sowie der Externalisierung von Wissen ein häufig genannter Einführungsgrund: „*It's important to use as many social tools as possible to make sure the data is discoverable*“ (Lockheed / Unternehmensvorteile). Bei den technischen Features, die ebenfalls ein Entscheidungskriterium bei der Einführung von Social Software darstellten, standen vor allem Plattformunabhängigkeit und einfache Integrierbarkeit sowie technische Features im Vordergrund: „*Außerdem kann die Bedienung über verschiedene Konnektoren (Explorer, Lotus Notes, Microsoft Office) vereinfacht werden*" (DocHouse). „*Große Bedeutung hat – wie in fast allen Wiki-Implementierungen – die Suchfunktion, die ein schnelles Durchsuchen des gesamten Informationsbestandes ermöglicht*“ (Schuldnerberatung Wien). Kompatibilität mit anderen Softwareprodukten, rechtliche Aspekte sowie Wirtschaftlichkeit wurden seltener genannt und weniger intensiv diskutiert. Allerdings ist es möglich, dass diese Aspekte durchaus evaluiert, in den Fallstudien jedoch nicht berücksichtigt wurden.

4.2 Berufsbezogene Nutzung von Social Software

Forschungsfrage 2, für welche berufsbezogene Nutzung Social Software-Applikationen organisationsintern eingeführt werden, kann ebenfalls beantwortet werden. Hierbei fällt auf, dass besonders die inhaltsorientierte Kategorie Wissensteilung häufig genannt wird. Auch Verweise auf Kommunikation, Kollaboration und Wissenssuche finden sich an relativ vielen Stellen in den 50 Fallstudien, während die Kategorien Selbstmarketing und Kontaktmanagement seltener codiert wurden.

Durch den Einsatz von Social Software erhoffen sich viele Unternehmen im Bereich des Wissensmanagements eine einheitliche und zentrale Plattform zu schaffen, die Mitarbeiter zum Generieren, zur Pflege und zum Transfer von Wissen nutzen können: „*Schaffung einer zentralen Informationsplattform als Intranet-Lösung, über die unternehmensrelevante Informationen zwischen allen MitarbeiterInnen verteilt werden können*“ (IQMobile). „*The company wanted to ensure that knowledge is spread effectively and efficiently amongst the staff*“ (Headshift). „*Durch den Einsatz von Social Software erhoffte man sich, dass das Expertenwissen im Unternehmen transparenter würde*“ (Fritz&Macziol). Ebenso wird eine verbesserte Suche nach Inhalten angestrebt: „*Das Wiki sollte in Zukunft die verbindliche Dokumentations- und Suchplattform für das gesamte organisatorische und fachliche Wissen sein*“ (IHK Darmstadt). Außerdem spielt die Wissensbewahrung eine entscheidende Rolle: „[…] *Erfahrungswissen langjähriger Wissensträger der Organisation systematisch zu erhalten*“ (Stadt Erlangen).

Die Analyse der Fallstudien zeigt weiterhin, dass Wissensmanagement im Enterprise 2.0 nur durch ein Zusammenspiel verschiedener Nutzungsarten von Social Software zu realisieren ist. Ohne Kontakte zu anderen Wissensarbeiten und die Möglichkeit zur Zusammenarbeit untereinander kann sich Wissen in Unternehmen als Ressource nicht aufbauen, etablieren und verteilen. In diesem Zusammenhang werden Kommunikations- und Interaktionsplattformen in den Fallstudien wiederholt genannt: „[…] c*reate one single place for the global marketing function to allow for communication, the sharing of ideas and transparent discussions*“ (Just). Hierbei sind die Themen Vernetzung und Kontaktmanagement von besonderer Bedeutung: „[…] *Nutzung von Synergien und Ausschöpfung von Innovationspotenzialen als Ergebnis einer stärkeren Vernetzung*“ (Siemens) sowie „[…] *stärkere Verbindung zwischen den Mitarbeitern zu schaffen*“ (Accenture). Auch Selbstmarketing wird als Grundlage der Zusammenarbeit – wenn auch weniger häufig – erwähnt: „[…] *zwischen den Mitarbeitern über Grenzen hinweg zunächst fachlichen Respekt und fachliche Anerkennung zu erzeugen*" (Siemens). Weiterhin werden Koordinationsaspekte im Sinne von Planung und Terminfindung genannt: „*Ein zukünftiger Tooleinsatz sollte die Anzahl der Meetings zwischen den einzelnen Partnern und DocHouse reduzieren*“, wobei letztlich eine verbesserte Zusammenarbeit den Hauptzweck der Nutzung darstellt: „[…] g*esteigerte Produktivität und Effizienz insbesondere bei teamübergreifenden Projekten*“ (Teufelberger).

4.3 Weitere Erkenntnisse

Im Bereich der Anwendungsklassen fällt auf, dass Blogs und Wikis durch die betrachteten Unternehmen mit 20 bzw. 21 Implementierungen am häufigsten ausgewählt wurden. Möglicherweise liegt der Grund hierfür im logischen und intuitiven Aufbau dieser Tools. In einigen Fallstudien wird wiederholt angedeutet, dass diese Klassen als Intranet fungieren. So wird in einer Studie beschrieben, dass ein Weblog als Intranet dient (IQMobile), und auch bei Wiki-Implementierungen wurde dies umgesetzt (Rheinmetall). Außerdem ist zu beobachten, dass Blogs als zentrales System des

Wissensmanagements eingesetzt werden können und dass einige Unternehmen bereits Erfahrungswerte mit deren Verwendungsmöglichkeiten haben (Namics).

Des Weiteren zeigt sich, dass einige Unternehmen die Verantwortung für die Einführung und die Verwaltung von Social Software-Anwendungen zunehmend an Mitarbeiter abgeben. Bei Sun Microsystems (Oracle) werden beispielsweise der Aufbau und die Pflege eines Wikis nicht zentral geregelt, sondern durch die im Unternehmen verteilt tätigen Experten. Siemens wiederum erlaubt es seinen Mitarbeitern, eigenverantwortlich und ohne vorherigen Genehmigungsprozess durch das Management Netzwerke zu erstellen. In einigen Fällen war zusätzlich zu beobachten, dass die Initiative zur Umsetzung von Enterprise 2.0-Maßnahmen durch die operative Ebene eines Unternehmens kam und nicht vom Führungsmanagement initiiert wurde. So wurde bei Capgemini ein Microblogging-Dienst zunächst durch die Mitarbeiter getestet und genutzt. Erst nach Etablieren der Software wurde von der Unternehmensführung eine Anwendungsrichtlinie aufgestellt, um den unternehmensinternen Datenschutz sicher zu stellen. Ein Trend hin zu flacheren Hierarchien und zu Bottom-Up Einführungen, wie von McAfee [18] beschrieben, könnte sich also bereits erkennen lassen. Inwieweit ein solches Modell erfolgreich und über einen längeren Zeitraum anwendbar ist, bleibt in den Fallstudien allerdings offen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurden die Ergebnisse einer inhaltsanalytischen Untersuchung von 50 Fallstudien im Bereich des organisationsinternen Einsatzes von Social Software vorgestellt. Hierbei stand die Beantwortung der Fragen im Vordergrund, welche Parameter bei der Entscheidung zur Einführung ausschlaggebend sind und für welche berufsbezogene Nutzung Social Software eingesetzt wird. Es wurde gezeigt, dass Wissensteilung und Kommunikation eine besondere Relevanz im Enterprise 2.0 besitzen und dass sich viele Unternehmen Vorteile auf individueller und organisationaler Ebene erhoffen, was wiederum einen wesentlichen Entscheidungsparameter zur Einführung darstellt.

Aus dieser Erkenntnis ergeben sich bestimmte Implikationen für die Praxis. Stakeholder der Forschungsarbeit sind Wissenschaft und Praxis gleichermaßen. Insbesondere für Unternehmen wissensintensiver Branchen sowie für Anbieter und Entwickler von Social Software sind die Ergebnisse von Interesse, da sich durch die Kenntnis möglicher Redundanzen Social Software-Anwendungen effizienter gestalten lassen. Das Verständnis der Entscheidungsparameter bei der Einführung von Social Software kann wichtige Impulse für die (Weiter-) Entwicklung von Applikationen geben und praxisrelevante Fragen beantworten wie: Welchen Anforderungen sollte Social Software im organisationalen Kontext genügen? Für welche Zwecke lassen sich welche Social Software Applikationen sinnvoll einsetzen? Für welche Zwecke eignen sie sich weniger?

Allerdings unterliegt die inhaltsanalytische Studie hierbei einigen Limitationen: So stellte sich im Verlauf der Analyse heraus, dass die Fallstudien durchweg positive Beispiele von Enterprise 2.0 Einführungen beschreiben. Die geringe Anzahl an negativen Aussagen lässt darauf schließen, dass ausschließlich erfolgreiche Projekte beschrieben wurden. Beispielsweise wurde in lediglich einer Studie angeführt, dass Wissensmanagementmaßnahmen an der fehlenden Akzeptanz der unter Zeitdruck stehenden Mitarbeiter scheitern können (Siemens). Oftmals war auch nicht ersichtlich, zu welchem Zeitpunkt die Fallstudien erarbeitet wurden, um festzustellen, ob sie von Projektbeteiligten erstellt oder aber im Nachhinein durch externe Dritte verfasst wurden. Weiterhin sei angemerkt, dass die Materialstichprobe mit 50 Fallstudien eine begrenzte Aussagekraft hat und nur, wie im qualitativen

Forschungsparadigma üblich, sehr eingeschränkt generalisiert werden kann. Außerdem konnte keine Intercoder-Reliabilität festgestellt werden, da die Fallstudien von einem einzelnen Forscher codiert wurden. Von prozeduraler Reliabilität kann aufgrund des Codierleitfadens mit Ankerbeispielen, Definitionen und Codierregeln hingegen ausgegangen werden. Durch den Einsatz der qualitativen Inhaltsanalyse als Auswertungsmethode wird zudem ein gewisser Grad an Objektivität erreicht [12].

Folgende Fragen bleiben im Rahmen der vorliegenden Studie unbeantwortet und geben somit Raum für zukünftige Forschung: Hält die Nutzung durch die Mitarbeiter auch nach den Go-Live Terminen von Social Software beständig an? Wurden die Systeme von Anfang an in der Ausprägung umgesetzt, wie sie sich für den unternehmensinternen Gebrauch eignen, oder bestand Nachbesserungsbedarf? Waren die in den Fallstudien aufgeführten Vorteile und positiven Entscheidungsparameter ex-ante so geplant oder haben sie sich erst ex-post so ergeben? In diesem Zusammenhang wäre es interessant, die Fallstudien zu aktualisieren und somit einen Status Quo zu dokumentieren. Die dabei entstehenden Erkenntnisse würden diese Ergebnisse ggf. ergänzen, untermauern oder widerlegen. Interessant wäre es auch, gescheiterte Fälle zu analysieren. Zudem ist im Rahmen zukünftiger Forschung zu klären, welche Applikationen sich für welche Nutzungsarten besonders gut und welche sich weniger gut eignen. Weiterhin ergeben sich auf dem Gebiet der Akzeptanzforschung wichtige, bisher unbeantwortete Forschungsfragen, wie zum Beispiel die nach den Einflussfaktoren auf die Akzeptanz und Nutzung beim beruflichen Einsatz von Social Software. Hierbei können sowohl qualitative als auch quantitative Forschungsdesigns zur Anwendung kommen.

6 Literatur

Bücher

[1] Back, A; Gronau, N; Tochtermann, K (2012): Web 2.0 und Social Media in der Unternehmenspraxis. Grundlagen, Anwendungen und Methoden. 3. Aufl., Oldenbourg, München.

[2] Diekmann, A (2011): Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. 5. Aufl., Rowohlt, Reinbek bei Hamburg.

[3] Ebersbach, A; Glaser, M; Heigl, R (2011): Social Web. 2. Aufl. UVK Verl.-Ges., Konstanz.

[4] Glaser, BG; Strauss, AL (1967): The Discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research. Transaction Publishers, New Brunswick.

[5] Görtz, M (2011): Social Software as a Source of Information in the Workplace.Verlag Werner Hülsbusch, Boizenburg.

[6] Koch, M; Richter, A (2009): Enterprise 2.0. Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social Software in Unternehmen. 2. Aufl., Oldenbourg, München.

[7] Manouchehri Far, S (2010): Social Software in Unternehmen. Nutzenpotentiale und Adoption in der innerbetrieblichen Zusammenarbeit. Eul, Lohmar.

[8] Mayring, P (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 11. Aufl., Beltz, Weinheim.

[9] Nonaka, I; Takeuchi, H (1995): The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press, Oxford.

[10] Stocker, A; Tochtermann, K (2010): Wissenstransfer mit Wikis und Weblogs. Fallstudien zum erfolgreichen Einsatz von Web 2.0 in Unternehmen. Gabler, Wiesbaden.

[11] Strauss, AL; Corbin, J (1990): Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques. Sage, Thousand Oaks.

Beiträge aus Sammelwerken

[12] Wrona, T (2006): Fortschritts- und Gütekriterien im Rahmen qualitativer Sozialforschung. In: Zelewski, S; Akca, N (Hrsg), *Fortschritt in den Wirtschaftswissenschaften. Wissenschaftstheoretische Grundlagen und exemplarische Anwendungen*. Dt. Universitäts-Verlag, Wiesbaden.

Zeitschriftenbeiträge

[13] Avram, G (2006): At the crossroads of knowledge management and social software. Electronic Journal of Knowledge Management 4(1):1–10.

[14] Fließ, S; Jacob, F; Fandel, G (2011): Von der Kundenintegration 1.0 zur Kundenintegration 2.0 – Implikationen für Praxis und Forschung. Zeitschrift für Betriebswirtschaft 81(5):5–20.

[15] Hemsley, J; Mason, RM (2013): Knowledge and Knowledge Management in the Social Media Age. Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce 23(1-2):138–167.

[16] Jackson, P (2010): Capturing, structuring and maintaining knowledge: a social software approach. Industrial Management & Data Systems 110(6):908–929.

[17] Kaplan, AM; Haenlein, M (2010): Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. Business Horizons 53(1):59–68.

[18] McAfee, A (2006): Enterprise 2.0: The Dawn of Emergent Collaboration. MITSloan Management Review 47(3):21–28.

[19] Picot, A; Neuburger, R (2000): Prinzipien der Internet-Ökonomie. Wirtschaftsdienst – Zeitschrift für Wirtschaftspolitik 80(Sonderdruck 10):591-606.

[20] Ransbotham, S; Kane, GC (2011): Membership Turnover and Collaboration Success in Online Communities: Explaining Rises and Falls from Grace in Wikipedia. MIS Quarterly 35(3):613–627.

[21] Richter, D; Riemer, K; vom Brocke, J (2011): Internet Social Networking. Wirtschaftsinformatik53(2):89–103.

[22] Smolnik, S; Riempp, G; Hildebrand, K; Hofmann, J. (2006): Nutzenpotenziale, Erfolgsfaktoren und Leistungsindikatoren von Social Software für das organisationale Wissensmanagement. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 252:17-26.

Konferenzbeiträge

[23] Godara, J; Isenhour, P; Kavanaugh, A (2009): The Efficacy of Knowledge Sharing in Centralized and Self-Organizing Online Communities: Weblog Networks vs. Discussion Forums. *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2009).*Waikoloa.

[24] Nath, AK; Iyer, L; Singh, R (2011): Uses of web 2.0 for knowledge management in organizations: Multiple case studies. *17th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2011).*Detroit.

[25] Raeth, P; Urbach, N; Smolnik, S; Zimmer, C (2009): Towards Assessing the Success of Social Software in Corporate Environments. *15th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2009).* San Francisco.

[26] Schaefer, C. (2008): Motivations and usage patterns on social network sites. *European Conference on Information Systems (ECIS 2008)*. Galway.

[27] Seebach, C (2012): Searching for Answers - Knowledge Exchange through Social Media in Organizations. *45th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2012).*Maui.

[28] Stenmark, D (2008): Web 2.0 in the business environment: The new intranet or passing hype? *16th European Conference on Information Systems (ECIS 2008)*. Galway.

[29] Vaccaro, A; Veloso, F; Brusoni, S. (2008): The impact of virtual technologies on organizational knowledge creation: An empirical study. *41st Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2008).* Waikoloa.

Online-Beitrag

[30] BITKOM (2013): Einsatz und Potenziale von Social Business für ITK-Unternehmen. http://www.bitkom.org/files/documents/Studie_SocialBusiness_Potenziale.pdf. Abgerufen am 09.12.2013.

[31] Chui, M et al. (2012): The social economy. McKinsey Global Institute. http://www.mckinsey.com /insights/high_tech_telecoms_internet/the_social_economy. Abgerufen am 09.12.2013.

[32] Lee, P; Stewart, D; Calugar-Pop, C (2013): Technology, Media & Telecommunications Predictions 2013. Deloitte. http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Germany/Local%20Assets/Documents /12_TMT/2013/DE_TMT_Predictions_2013_final.pdf. Abgerufen am 09.12.2013.

[33] O'Reilly, T (2005): What is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html. Abgerufen am 09.12.2013.

Absorptive capacity and the complementarity of control mechanisms in open source software development: A knowledge-based-view

Stefan Ivens, Mario Schaarschmidt, Dorothée Zerwas

Universität Koblenz-Landau, Institut für Management, 56070 Koblenz, E-Mail: ivens@uni-koblenz.de | mario.schaarschmidt@uni-koblenz.de | dorothee.zerwas@uni-koblenz.de

Abstract

In-house software development can be controlled relatively easy because developers can be disciplined directly. In contrast, open source software (OSS) development projects cannot be controlled directly by the firm, although recent research acknowledges the tenet that firms have an interest in controlling OSS development activities. This research focuses on the tension between a firm's organizational control efforts and related absorptive capacity in OSS development. The researchers draw on the knowledge-based view (KBV) and suggest that attempting to control OSS development might have positive and negative effects on a firm's absorptive capacity. The authors develop the conceptual background concerning organizational control and absorptive capacity in the context of OSS and further propose that different control mechanisms may have complementary effects on a firm's absorptive capacity. Furthermore, they provide results of a pretest.

1 Introduction

Software vendors have begun to integrate third-party components into their offerings instead of developing all components on their own. For example, the Android operating system operates on a derivative of the Linux kernel [1]. The advantages of such an approach include the reuse of software applications, the standardization of components, and the specialization of development. Unlike proprietary development approaches, OSS is developed by a community of geographically dispersed individuals and firms. For these reasons, software firms have increasingly begun to engage in or even initiate their own OSS development projects in recent years. IBM and RedHat, among others, have invested heavily in the development of Linux. The motives of firms to participate in or initiate OSS development projects include reduced development costs and complementary knowledge from the development community [12]. In this context, authors have emphasized the importance of organizational capabilities to absorb external knowledge, a concept referred to as absorptive capacity [7].

Although recent research acknowledges the tenet that firms have an interest in controlling OSS development activities [12], our knowledge of the outcomes of such control efforts on both software vendors and the overall community are limited. This research attempts to shed light on the effects of various control mechanisms on firms' absorptive capacity, a perspective that has been largely neglected by previous research on absorptive capacity. The research is motivated by the following two contrasting views regarding the relationship between a firm's control efforts and associated absorptive capacity: an absorptive capacity enhancing view and an absorptive capacity depleting view. According to the absorptive capacity enhancing view, firms that aim to control OSS communities not only passively use OSS but also actively monitor community development, engage in technical discussions, and contribute source code [4]. This form of engagement relates to the acquisition dimension in recent conceptualizations of absorptive capacity [5] and suggests a positive relation between control and absorptive capacity. Conversely, the absorptive capacity depleting view suggests that increased control leads to limited absorptive capacity because in response to firms' control efforts, the community refrains from working closely with that firm. Thus, we are guided by the following research questions:

(1) How do firms' different mechanisms to control OSS development affect a firm's absorptive capacity?

(2) How does the complementarity of different control mechanisms affect a firm's absorptive capacity?

2 Theoretical development

Our investigation of the influence of control mechanisms on a firm's absorptive capacity is rooted in the knowledge-based view (KBV) [10]. The KBV assumes that knowledge is the most valuable resource from which a firm might derive its competitive advantage. Whereas the KBV may be considered a general tenet in recent management and information systems research, the notion of absorptive capacity specifically draws upon innovation-related outcomes of the KBV [10]. Our theoretical framework therefore contains service and product innovation as potential outcomes of a firm's absorptive capacity (Figure 1). In the following sections, we discuss the two concepts that are crucial to this study, namely organizational control in the context of OSS and related absorptive capacity, from a knowledge-based perspective.

2.1 Absorptive Capacity

Cohen and Levinthal [3] conceptualized absorptive capacity as "the ability of a firm to recognize the value of new, external information, assimilate it, and apply it to commercial ends" (p. 128). As such, absorptive capacity facilitates the accumulation and the subsequent use of knowledge. Zahra and George [14] reconceptualized absorptive capacity and identified four dimension namely acquisition, assimilation, transformation and exploitation.

Acquisition refers to a firm's capability to identify and acquire relevant knowledge from external knowledge sources, where prior knowledge positively influences the absorption [14]. Assimilation is a firm's capability to develop routines and processes that allow the analyzing, processing, interpreting, and understanding of external sources' acquired knowledge. Transformation refers to a firm's capability to develop and refine those routines that facilitate the combining of existing knowledge with the acquired and assimilated knowledge for future use. Finally, exploitation refers to a firm's capability to refine, extend, and leverage existing routines, competencies and technologies or to create new ones by incorporating acquired and transformed knowledge into a firm's own operations [5].

To operationalize absorptive capacity, we therefore employed Flatten et al.'s [5] approach who developed a scale to measure absorptive capacity in a multidimensional manner consisting of the four capabilities of acquisition, assimilation, transformation and exploitation, which form the higher order construct absorptive capacity [5].

2.2 Organizational control in OSS

According to organizational control theory, a need for control arises when two parties pursue conflicting goals [9]. There is consensus within the organizational control theory that control may basically be split into two main categories, namely formal control and informal control [9]. Each dimension of control may be realized by different means as follows: process, output, and input control in the case of formal control and clan control and self-control in the case of informal control.

In the context of OSS development, we define process control as the extent to which a firm requests pre-specified methods and procedures to be used by the development community. Output control is defined as the degree to which a firm requests that the community expatiate its method of developing software by, for example, coding style and unit tests.[1] Clan control may be defined as the extent to which the software vendor attempts to implant its norms, values, and beliefs in the OSS community with the goal that OSS developers adapt their behaviors toward norms, values, and beliefs that correspond to those of the vendor.[2]

We extend these concepts of control by introducing an alternative control option that we refer to as resource-deployment-based control (RDBC). In the case of professional OSS development, firms that invest money, resources, or both in an OSS project perceive a need to secure this investment by controlling the development. Within OSS development, such contractual arrangements are absent and no contractual framework exists apart from the OSS license. Although various conditions for traditional organizational control mechanisms such as principal-agent relations are absent in the case of OSS, firms have found ways to control OSS development efforts, for example, by assigning their own developers to work for an OSS project [12]. These developers transfer the norms, values, and

[1] Note: We omitted input control from our conceptualization because this type of control potentially correlates with our OSS-specific notion of resource-deployment-based control, which we describe later.
[2] Note: We omitted self-control from our study because unlike research that focuses on developers, we focus on the software developing firm.

beliefs from the firm to the community. We refer to this strategy as RDBC and note that it is related to, but not identical to, clan control.

Because different types of control reflect different firm-level strategic approaches it might be assumed that levels of controls do not deviate from OSS-Project to OSS-Project. Thus, we presume control as independent from the project, which enables us to compare organizational-level control with absorptive capacity.

3 Hypotheses

3.1 Absorptive capacity and formal control mechanisms

Formal control mechanisms such as process and output control imply that the firm (i.e., the controller) possesses knowledge regarding the transformation process (i.e., development process) and has the ability to measure output [9]. However, both requirements are not given per se in the case of OSS development. First, OSS developers differ in the way in which they seek technical solutions, which impedes the accumulation of transformation-related knowledge. Second, measuring development outcome is difficult because different software engineers with different skills from different locations work together. Taken together, these facets document the difficulty of implementing process and output control in OSS settings.

Firms might install routines to overcome the problems discussed. For example, to gain further insights into the transformation process, the firm might request written documentation from OSS developers [6]. In a similar vein, the firm might increase its opportunity to measure output by requesting that OSS developers accept milestones and timely project completions. However, the absence of contractual arrangements means that OSS developers can easily refrain from accepting such requests without facing any form of negative consequences, in contrast to employed developers. Furthermore, such types of formal influences contradict OSS norms, values and beliefs [11]. Based on this reasoning, we argue that enforcing formal control mechanisms such as process and outcome controls will lead to community retraction, which in turn will lead to reduced collaboration with the community. Consequently, the firm will have limited access to community knowledge, which limits its OSS-related absorptive capacity (Figure 1). We therefore propose the following hypotheses:

Hypothesis 1a: In OSS development, enforcing process control is negatively associated with a firm's OSS-related absorptive capacity.

Hypothesis 1b: In OSS development, enforcing outcome control is negatively associated with a firm's OSS-related absorptive capacity.

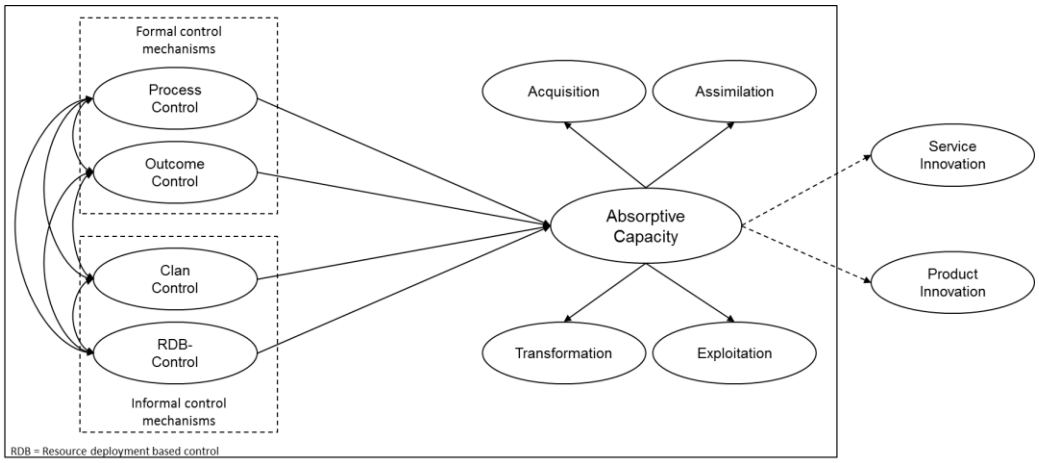


Figure 1. The Direct Effects Model

3.2 Absorptive capacity and informal control mechanisms

Informal control mechanisms, such as RDBC and clan control, are appropriate in cases in which knowledge regarding the transformation process is limited and output measurability is low [9]. In contrast to formal control mechanisms, informal control mechanisms do not violate OSS community norms, values, and beliefs. Instead of requesting behavior that contradicts OSS norms, values, and beliefs, informal control mechanisms are more subtle. When firms assign their developers to work for an OSS project, the firms donate resources to the project that signal their interest and good will toward the surrounding community [12]. These resources are needed because they increase the quality and reliability of the OSS product. Thus, the community does not discontinue working with the focal firm (or their developing representatives). Additionally, by working closely with the community, the firm may informally implant its own norms, values, and beliefs into the community. Because of intense collaboration with the community, the firm obtains access to complementary knowledge, which strengthens its OSS-related absorptive capacity over time (Figure 1). We therefore propose:

Hypothesis 2a: In OSS development, enforcing clan control is positively associated with a firm's OSS-related absorptive capacity.

Hypothesis 2b: In OSS development, enforcing resource-deployment-based control is positively associated with a firm's OSS-related absorptive capacity.

3.3 The complementarity of control mechanisms

Hypotheses 1a-2b do not imply that the four control mechanisms necessarily have independent direct effects. There is reason to believe that individual control mechanisms may affect a firm's absorptive capacity at least partially through their complementarity, a fact that can be controlled for by including organizational control as a reflective second order construct. The theory of complementarities defines a set of mechanisms as complementary "when more of any one of them increases the returns to doing more of the others" [8] (p. 827). Although the four control mechanisms are mutually distinct, their impact on absorptive capacity may depend on one another. For instance, because formal and informal control – apart from their contradictory theoretical direct effects – both reflect an increased need for control, these controls are likely to correlate in reality. According to the theory of complementarities, the joint benefits from complementary mechanisms ought to be greater than the sum of benefits from isolated mechanisms. We suggest that the complementarity of control mechanisms has additional explanatory power and therefore propose the following hypothesis:

Hypothesis 3: In OSS development, formal control mechanisms and informal control mechanisms complement each other.

4 Methodology

Based on insights from the previous literature and seven qualitative depth interviews with practitioners, we developed a questionnaire capturing both absorptive capacity and organizational control as multi-dimensional constructs. In addition, the questionnaire contained questions related to the firm's business model, service and product innovation outcomes, as well as demographic data.

To test the questionnaire, we followed a two-step procedure. First, we vetted the questionnaire with five colleagues active in innovation management and/or organizational control research and with two practitioners active as project managers in OSS development. Second, the questionnaire was administered to a sample of 100 randomly selected firms active in OSS development or distribution. The selection was based on various databases that were mentioned in previous studies and on our own search activities. This led to 16 completed questionnaires.

4.1 Variables

The variables for formal control were drawn from the previous literature and used in several approved studies. We used the variables from Kirsch et al. [6] for organizational control. The variables for outcome control and clan control were adapted from Kirsch et al. [6]. RDBC is developed in conjunction with our interviewees after we explained our understanding of that construct. For absorptive capacity, we adapted the reflective second-order construct from Flatten et al [5].

For the pretest reported here, we used a limited number of control variables to keep the questionnaire relatively short. Control variables included firm size, revenue from OSS, R&D intensity, industry served, and firm age. For the intended main study, we will add variables that control for potential endogeneity. In particular, we will include the firm's ability to measure community outcome and the firm's knowledge regarding the community development process as controls because both are prerequisites for outcome and process control [9].

4.2 Results

We investigated the potential for non-response bias in the pretest by comparing week 1 and week 2 respondents with regard to our variables of process control, outcome control, clan control, resource-deployment-based control and absorptive capacity (including its dimensions). The t-test of the group means for the aggregated measures revealed no significant difference. For this reason, non-response bias was not established and therefore should not be a problem for the pretest and for the main study.

Table 1. Quality Criteria

Construct	#items	AVE	α	CR
Process control	3	0.979	0.989	0.993
Outcome control	4	0.716	0.898	0.908
Clan control	3	0.875	0.928	0.954
Resource-deployment-based control (RDBC)	5	*0.349*	0.700	0.574
Absorptive capacity – Acquisition	3	0.769	0.893	0.928
Absorptive capacity – Assimilation	4	*0.430*	*0.608*	0.601
Absorptive capacity – Transformation	4	0.648	0.813	0.875
Absorptive capacity – Exploitation	3	*0.448*	*0.483*	0.675

AVE = average variance extracted, α= Cronbach's alpha, and CR= composite reliability. Values below the recommended thresholds are highlighted in italics.

The intention of this pretest was to test for the appropriateness of the measurement models that we use. Thus, we do not report a testing of our hypotheses, which would not be possible given the small dataset at hand. However, the preliminary results indicate the good reliability and discriminant validity of the constructs, reflected by values for Cronbach's alpha above 0.7 (except for assimilation and exploitation), for composite reliability above 0.6 (except for RDBC) and an average variance extracted (AVE) above 0.5 (except for RDBC, assimilation, and exploitation) (Table 1). In response to these results, we reanalyzed our operationalization of RDBC. We performed a factor analysis, which indicated the elimination of the items RDBC3 and RDBC4 (see Appendix), resulting in an acceptable AVE of 0.580, a tolerable Cronbach's alpha of 0.685 and a good composite reliability of 0.776 [2]. However, because at this point in the research the bad values of the five-item solution still might be attributed to the low number of respondents for this pretest, we decided to keep RDBC3 and RDBC4 for the main study.

5 Conclusion and next steps

5.1 Conclusion

This research focuses on the tension between a firm's organizational control efforts and related absorptive capacity in OSS development. We draw on the KBV and suggest that attempting to control OSS development might have positive and negative effects on absorptive capacity. Our intended theoretical contribution is two-fold. First, we discover special challenges because OSS developers cannot be disciplined directly. In particular, we suggest RDBC as an alternative control mechanism in the absence of contractual arrangements between OSS developers and a firm. Second, we introduce the concept of the complementarity of control mechanisms, which holds that the independent direct effects of control mechanisms on absorptive capacity may be outperformed by considering multiple mechanisms in conjunction, while concentrating on the positive effects. The concept of reciprocity might help future studies to shed light on this complex relationship between organizational control and the resulting absorptive capacity.

5.2 Next Steps

To achieve meaningful results using structural equation modeling in the main study, based on the number of parameters, we require at least 160 usable cases to estimate the hypothesized relationships [13]. To reach this we have initiated contacts with reputable OSS foundations such as the Open Source

Business Foundation and the Open Source Business Alliance, which help to motivate members to participate in the study. As an additional incentive to participate, we will cooperate with Social Funders and offer "social coins" for completed questionnaires. The participants can spend their coins on social projects in different areas (e.g., the environment, health or education). To establish construct validity, we will avoid common method variance by interviewing separate employees of one firm regarding the same facts. Thus, we will provide further ex-ante methods to avoid common method variance as in the pretest. At the beginning of the survey, we will explicitly note that anonymity is assured and that there are no right or wrong answers. Additionally, the items within the constructs will rotate randomly as in the pretest. For the main study, we will use a marker variable to test for common method bias.

6 References

[1] AndroidCentral (2012): Ask AC: Is Android Linux? http://www.androidcentral.com/ask-ac-android-linux. Abgerufen am 03.2013.

[2] Bagozzi, RP; Yi, Y (1988) On the Evaluation of Structural Equation Models. Journal of the Academy of Marketing Science 16(1):74-94.

[3] Cohen, WM; Levinthal, DA (1990): Absorptive capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Administrative Science Quarterly 35(1):128-152.

[4] Dahlander, L; O'Mahony, S (2011): Progressing to the Center: Coordinating Project Work. Organization Science 22(4):961-979.

[5] Flatten, TC; Engelen, A; Zahra, SA; Brettel, M (2011): A Measure of Absorptive Capacity: Scale Development and Validation. European Management Journal 29(2):98-116.

[6] Kirsch, LJ; Sambamurthy, V; Dong-Gil, KO; Purvis, RL (2002): Controlling Information Systems Development Projects: The View from the Client. Management Science 48(4):484–498.

[7] Lane, PJ; Koka, BR; Pathak, S (2006): The Reification of Absorptive Capacity: A Critical Review and Rejuvenation of the Construct. The Academy of Management Review 31(4):833-863.

[8] Lichtenthaler, U (2009): Absorptive Capacity, Environmental Turbulence, and the Complementarity of Organizational Learning Processes. Academy of Management Journal 52(4):822-846.

[9] Ouchi, WG (1979): A Conceptual Framework for the Design of Organizational Control Mechanisms. Management Science 25(9):833-848.

[10] Roberts, N; Galluch, PS; Dinger, M; Grover, V (2012): Absorptive Capacity and Information Systems Research: Review, Synthesis, and Directions for Future Research. MIS Quarterly 36(2):625-648.

[11] Stewart, KJ; Gosain, S (2006): The Impact of Ideology on Effectiveness in Open Source Software Development Teams. MIS Quarterly 30(2):291-314.

[12] Walsh, G; Schaarschmidt, M; Von Kortzfleisch, H (2012): Harnessing Free External Resources: Evidence from the Open Source Field. Proceedings of the 33rd International Conference on Information Systems, Orlando, FL, December 2012.

[13] Westland, JC (2010): Lower Bounds on Sample Size in Structural Equation Modeling. Electronic Commerce Research and Applications 9(6):476-487.

[14] Zahra, SA; George, G (2002): Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. Academy of Management Review 27(2):185-203.

Appendix

Appendix. Item Table for selected constructs		
Process control		Tiwana 2008 adapted from Kirsch et al. 2002
	In our work with the open source community, we place significant weight on an understandable written sequence of steps …	
PROCON1	… toward accomplishing project goals.	
PROCON2	... to ensure this system met client requirements.	
PROCON3	... to ensure the success of this project.	
Outcome control		Adapted from Kirsch et al. 2002
	In our daily work with the open source community, we place significant weight on ...	
OUTCON1	... timely project completion.	
OUTCON2	... completion within budgeted cost.	
OUTCON3	... meeting project requirements.	
OUTCON4	... accomplishing project goals, regardless of how the goals were accomplished.	
Clan control		adapted from Kirsch et al. 2002
	We invite community members that are not employed by us (e.g., volunteers, developers of other firms) to …	
CLACON1	… actively participate in face-to-face project meetings to understand the project team's goals, values, and norms.	
CLACON2	… actively participate in virtual project meetings to understand the project team's goals, values, and norms.	
CLACON3	… understand the project team's goals, values, and norms.	
Resource deployment based control		Own scale development
	Compared to other firms working with open source software (OSS) we assign many of our own developers to the OSS community to …	
RDBC1	... contribute code.	
RDBC2	… engage in technical discussions.	
RDBC3	… engage in managerial discussions.	
RDBC4	… influence technical decisions.	
RDBC5	… control community work.	
Absorptive capacity - Acquisition		Flatten et al. 2011
	Please specify to what extent your company uses external resources to obtain information (e.g., personal networks, consultants, seminars, the internet, database, professional journals, academic publications, market research, regulations, and laws concerning the environment/technique/health/security):	
ACACQ1	The search for relevant information concerning our industry is everyday business in our company.	
ACACQ2	Our management motivates the employees to use information sources within our industry.	
ACACQ3	Our management expects that the employees deal with information beyond our industry.	

Zum Stand der systematischen Einbettung von Open Innovation in der deutschen Softwarebranche

Kai Gand

Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01062 Dresden, E-Mail: kai.gand@tu-dresden.de

Werner Esswein

Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01062 Dresden, E-Mail: werner.esswein@tu-dresden.de

Abstract

Innovationen sind zentrale Erfolgsfaktoren für die Unternehmen und die Volkswirtschaft als Ganzes. Die deutsche Softwarebranche ist ein besonders innovativer Wirtschaftszweig. Aufgrund der Ähnlichkeit zur Open Source – Softwareentwicklung liegt die Nutzung des Konzepts der Open Innovation besonders nahe. Das Problem der systematischen Einbettung bzw. Institutionalisierung des Innovationsgeschehens wird vielfach adressiert, aber meist nicht im Detail betrachtet. Hier wird dieses Feld mithilfe einer explorativen Untersuchung näher beleuchtet. Aus der Auswertung der Fragebögen geht zwar hervor, dass sich die Unternehmen der Wichtigkeit von Innovationen und Innovationskooperationen bewusst sind. Bei der Auswahl der Partner und der systematischen Unterstützung und Institutionalisierung der Innovationsprozesse besteht aber noch Verbesserungs- und Aufklärungsbedarf. Ein rahmengebendes Vorgehensmodell kann diese Probleme abmildern.

1 Einleitung

Innovationen sind wesentliche Erfolgsfaktoren um sich den Herausforderungen einer sich wandelnden Welt stellen zu können. Für das Weiterbestehen und Prosperieren einzelner Unternehmen und ganzer Volkswirtschaften sind sie essentiell [19],[20],[28]. Die Softwarebranche ist ein besonders schnelllebiger und stark um Innovationsvorhaben bemühter Wirtschaftszweig. Insbesondere deutsche EDV-Unternehmen verfügen über einen sehr hohen Grad an Forschungs- und Entwicklungs- (F&E) bzw. Innovationsaktivitäten [41],[42]. Somit ergeben sich für das Umfeld von Softwareunternehmen besonders schnelllebige Märkte und sie sehen sich komplexen Produkten gegenüber. Das Potenzial, welches Innovationskooperationen in diesem Feld zukommt, sollte nicht außer Acht gelassen werden. So ermöglicht das Konzept der Open Innovation (OI) nach [7] es insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) trotz marktlicher Zwänge und Ressourcenrestriktionen am Innovationsprozess teilzunehmen und neue Geschäftsfelder zu erschließen [7]. Aber ebenso für große Firmen bieten sich hier Möglichkeiten Kosten zu senken und am Know-how Anderer zu partizipieren [19],[27].

Im vorliegenden Beitrag wird die fehlende empirische Grundlage, das Fehlen einer aktuellen Studie zum Themenfeld adressiert. Es ergibt sich folgende Forschungsfrage: *Wie stellt sich die Situation von Open Innovation in der deutschen Softwarebranche dar?*

Von besonderem Interesse ist der Punkt der Institutionalisierung von Innovationsprozessen, auf den in der Literatur relativ häufig rekurriert, der aber kaum tiefergehend betrachtet wird (siehe bspw. [23],[22],[38],[28],[37],[25]). Dieser Aspekt stellt auch für den vorliegenden Beitrag einen zentralen Gesichtspunkt dar. Es ergeben sich folgende Teilfragen:

- Teilfrage 1: Wie ist der Stand der Nutzung/Akzeptanz von OI in der deutschen Softwarebranche?
- Teilfrage 2: Wie steht es um die institutionelle Eingliederung und systematische Unterstützung für Ideen- und Innovationsmanagement?
- Teilfrage 3: Hat die Größe eines Unternehmens Einfluss auf sein Innovationsmanagement?

Auf der methodischen Ebene handelt es sich um eine explorative Querschnittsuntersuchung in Form einer Online-Befragung als Mittel des Erkenntnisgewinns. Dabei geht es nicht um das Testen vorgegebener Hypothesen. Vielmehr ist die Entdeckung von Zusammenhängen und die Beschreibung des Problemfeldes das Ziel. Kenntnisse über Beziehungen im betrachteten Realitätsausschnittes liegen nicht oder nur in groben Zügen vor. Die explorative Untersuchung dient nun dazu, Erkenntnisse zu sammeln und das Problemfeld näher zu charakterisieren. Eine Repräsentativität der Ergebnisse wird nicht angestrebt. Damit können die Ergebnisse nur einen prinzipiellen Eindruck, aber kein allgemeingültiges Bild vermitteln [4],[1].

Im Fortgang des Beitrags werden die theoretischen Grundlagen zu OI und zur Konzeption der Untersuchung beschrieben. Anschließend werden die Ergebnisse der Befragung diskutiert. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf.

2 Theoretischer Hintergrund

Nach [28] stellt eine Innovation die ökonomische, marktliche Verwertung einer neuen Lösungskompetenz dar. Open Innovation umfasst spezifische Innovationsprozesse, die über die Grenzen des jeweiligen Unternehmens hinausreichen und so die klare Trennung zur Unternehmensumwelt aufgeben. Als Abgrenzung im Sinne des anderen Extremums dient das althergebrachte Vorgehen der Closed Innovation. Dabei setzt das Unternehmen allein auf die interne

F&E- bzw. Innovationsabteilung [7]. Reale Unternehmen werden sich irgendwo im Kontinuum zwischen den beiden Polen Closed und Open Innovation wiederfinden. Die Einnahme extremer Positionen erscheint wenig praktikabel, da dann gar keine Ideen von außen bzw. innen akzeptiert würden. Im Weiteren wird daher einer mittleren Position gefolgt. So bilden bspw. [26] Kategorien von Offenheit mit den Extremen als Abgrenzung.

Diese Innovationskooperationen dienen der Gewinnung eines Einblickes in die Marktprozesse. Die Zusammenarbeit mit und die frühe Einbindung von zukünftigen Käufergruppen dient nicht zuletzt der Gewährleistung der Adoption, damit der Diffusion und dem Erfolg der Innovation am Markt [30],[21]. Neben den eigenen Mitarbeitern kommen Externe als Ideenlieferanten, Entwickler von Problemlösungskonzepten oder direkt als Umsetzer der Produktinnovationen in Frage [27]. Im Rahmen des ganzheitlichen Ansatzes sind also sowohl Kooperationen mit professionellen Partnern als auch mit Kunden möglich. Das Einbringen von Wissen ins Unternehmen, die Abgabe nach Außen durch Lizenzen oder Ausgründungen sowie Mischformen sind vorstellbar [8],[18]. Häufig ist eine solche Kooperation für den Erfolg der neuen Lösung unerlässlich [29],[40]. So kennen die Kunden die eigenen Bedürfnisse am besten. Daher können diese die Produktneuheiten analog dem Open Source–Konzept der Softwareentwicklung mittels einer OI-Plattform selbst konzipieren, sich gegenseitig korrigieren, Verbesserungsvorschläge machen [27],[40].

Empirischer Ausgangspunkt für den vorliegenden Betrag sind [23], die die Wichtigkeit eines formalisierten und mithin tatsächlich institutionalisierten Innovationsmanagement (IM) mehrfach benennen. Trotz der Annahme des OI-Paradigmas seien interne Prozesse und Strukturen nötig; strukturierte Ideenfindungs- und Innovationsprozesse seien sinnvoll, aber nicht sehr verbreitet. Weitere zentrale Ergebnisse sind [23]:

- Viele Unternehmen richten sich nicht explizit/strategisch auf das Generieren von Innovationen aus.
- Formelle Strukturen existieren eher in größeren Unternehmen, wobei auch hier in der Mehrzahl kaum ein strukturierter Beitrag zum IM geleistet wird. Die informelle Ideenfindung hat in der Folge keine nachhaltigen Effekte, informelle Strukturen sind kaum wirksam.
- Innovative Neuerungen ergeben sich eher zufällig. Kundenwünsche spielen eine zentrale Rolle. Echte Innovationen werden kaum über gezielte Prozesse erreicht.
- Häufig ist die Ideenfindung ein rein interner Prozess. Kooperationen nach dem OI-Paradigma werden von wenigen Unternehmen tatsächlich verfolgt.
- Die Kooperation mit Forschern und der Wissenstransfer sind häufig eher problematisch.

Auch [21] betonen einerseits die Relevanz eines offenen Innovationssystems ohne allzu starre Regeln. Andererseits sei die ganzheitliche Ausrichtung des IM wichtig. Dedizierte Abteilungen für IM (gegliedert nach verschiedenen Maßgaben) oder spezifisches Projektmanagement (Maßnahmen hin zur Institutionalisierung) seien ein Lösungsansatz [21]. Bereits [38] betonte die Wichtigkeit der Einbettung von Innovationen ins Unternehmen und weist damit gleichfalls auf die Bedeutung der Institutionalisierung hin. Auch in anderen älteren Quellen werden Strukturierungsalternativen für das IM besprochen [28],[37]. In neueren Studien wird gleichfalls ein Mangel an formalisierten Strukturen festgestellt [25]. [33] betont, dass Organisationen bereit bzw. reif sein müssen, neues Wissen und damit Innovationen annehmen und weiterverarbeiten zu können und zielt hiermit ebenso auf institutionelle Eigenschaften und Vorgaben ab.

Diese Befunde motivieren den vorliegenden Beitrag OI in der Domäne der deutschen Softwareunternehmen und insbesondere die Institutionalisierung von Innovationsprozessen näher zu

beleuchten. Die adressierten Problemfelder und Fragestellungen werden für die explorative Studie aufgegriffen um zu einem tieferen und aktuellen Verständnis zu gelangen. So kann die Datengrundlage von [23] aktualisiert und dem in den letzten Jahren stark gestiegenem Interesses an OI (siehe bspw. [10],[14],[17]) Rechnung getragen werden.

3 Explorative Erhebung

Die Erhebung der Daten und damit die Durchführung der Befragung erfolgte mithilfe eines Online-Fragebogens. Die Auswahl möglicher Teilnehmer geschah auf zwei verschiedenen Wegen: Einerseits wurde eine Unternehmensdatenbank genutzt, um E-Mail-Adressen branchenzugehöriger Unternehmen zu erhalten. Damit wurden Serienmails mit Einladungen zur Befragung verschickt. Zum Zweiten wurde das Online-Netzwerk XING verwendet. Angeschrieben wurden Personen, die sich selbst als Experten im Umgang mit Innovationen charakterisieren und in der Software- bzw. IT-Branche tätig sind. Zur Anwendung kommt eine fünfstufige Rating-Skala mit den Verankerungen „gar nicht“ bis „außerordentlich“. Diese ist für den Zweck der Bewertung der Intensität der Zustimmung zu den jeweiligen Teilaspekten der Fragen gut geeignet [31],[9].

Code	**Frage**	**Literatur**
F1	Beschäftigen Sie sich bewusst bzw. systematisch mit neuen Ideen und Innovationen?	[21], [19], [28], [34]
F2	Sind Sie bereits Kooperationen in Innovationsprozessen eingegangen?	[7], [8]
I1	Wo ist das Innovationsmanagement in Ihrem Unternehmen angesiedelt? Wie bezeichnen Sie eine entsprechende Stelle, falls es eine solche gibt, am ehesten?	[38], [23], [25], [28], [37], [2]
I2	Neue Ideen entstehen...?	[32], [3], [12]
I3	Wie sehr treffen folgende Aussagen zum Umgang mit neuen Ideen (Innovationen) in Ihrem Unternehmen zu?	[36], [3]
I4	In welcher Form könnten Sie sich Kooperationen in Innovationsprozessen vorstellen? In welcher Form haben Sie derartige Kooperationen bereits genutzt?	[21], [23], [7], [15], [35], [32]
I5	Wie schätzen Sie Ihre Kooperationen in Innovationsprozessen ein?	[13], [21], [22]
U	Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen insgesamt?	[16]

Tabelle 1: Überblick über die Fragen

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Fragen, die in der Erhebung gestellt wurden. Die Fragen spiegeln den mit der Forschungsfrage aufgeworfenen Forschungsbedarf wider. Ein erster Entwurf der Fragen ergab sich aus den Erkenntnissen und offenen Fragen in [23] – siehe oben. Darauf aufbauend wurde in der Literatur nach passenden Antworten zu den aufgeworfenen Fragen gesucht. Die Fragestellung wird dort zwar häufig angerissen, eine zufriedenstellende Lösung findet sich aber insbesondere für den hier interessierenden Kontext nicht. Daher wurden die Fragen präzisiert und die Items auf Basis der Literatur (letzte Spalte der Tabelle) gebildet. Aufgrund des großen Interesses für die Themen IM und OI sind auch diese Quellen nur als beispielhaft anzusehen. Zur leichteren

Ansprache sind die Fragen alphanumerisch codiert. F steht für die Filterfragen, I sind die Fragen nach Innovationen, Kategorie U steht für die Unternehmen selbst. Hier wurde die Größe des Unternehmens untersucht, da diese häufig als Kriterium für die Innovativität benannt wird (bspw. bei [23],[24],[11]). Weitere mögliche Kriterien wurden zugunsten eines strafferen Fragebogens nicht abgefragt.

4 Diskussion und Analyse der Ergebnisse

4.1 Deskriptive Analyse

Im Verlauf des Befragungszeitraums wurden insgesamt 102 vollständige Fragebögen ausgefüllt. Die Umfrage wurde 208-mal aufgerufen. Selbst bei allen Teilfragen ergibt sich eine statistisch belastbare Stichprobe [5], wenngleich Repräsentativität nicht angestrebt wurde bzw. nicht möglich war. Es entstammen 56 Teilnehmer dem Akquiseweg XING (Rücklauf: 12,4 %) und 46 dem Weg über die Serienmail (Rücklauf: 1,5 %). Kleinunternehmen (bis 49 Mitarbeiter) bilden mit 52 Teilnehmern die Mehrheit, Mittelständler (50 bis 250 Mitarbeiter) machen 27 Teilnehmer aus und Großunternehmen (über 250 Mitarbeiter) sind 23-mal vertreten.

Bild 1 gibt einen Überblick über Aussagen der Teilnehmer zum Interesse bzw. zur Teilnahme an OI–Aktivitäten. Die Fragen F1 und F2 dienen einer ersten groben Beschreibung und als Filter für die folgenden, detaillierteren Fragen. Demnach beschäftigt sich jeweils knapp ein Viertel nicht systematisch mit Innovationen bzw. hat noch nicht an Innovationskooperationen teilgenommen.

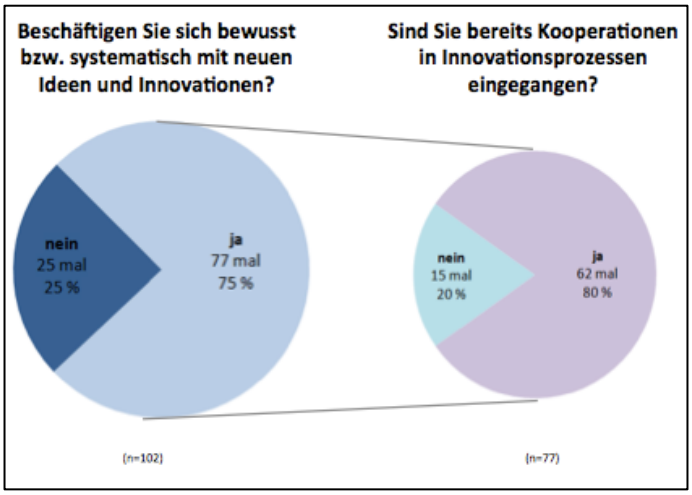


Bild 1: Erste Erkenntnisse der Befragung

In der weiterführenden Frage I1 ging es um die organisationale Einbettung bzw. Ansiedlung des IM im Unternehmen (siehe Bild 2). Bei 57 % der Befragten existiert eine explizit zuständige Stelle hierfür. 27 % gaben an, dass es keine explizit für das IM zuständige Stelle gibt. Weitere 16 % antworteten sogar, dass der Innovationsprozess in ihrem Unternehmen überhaupt nicht institutionalisiert betreut wird.

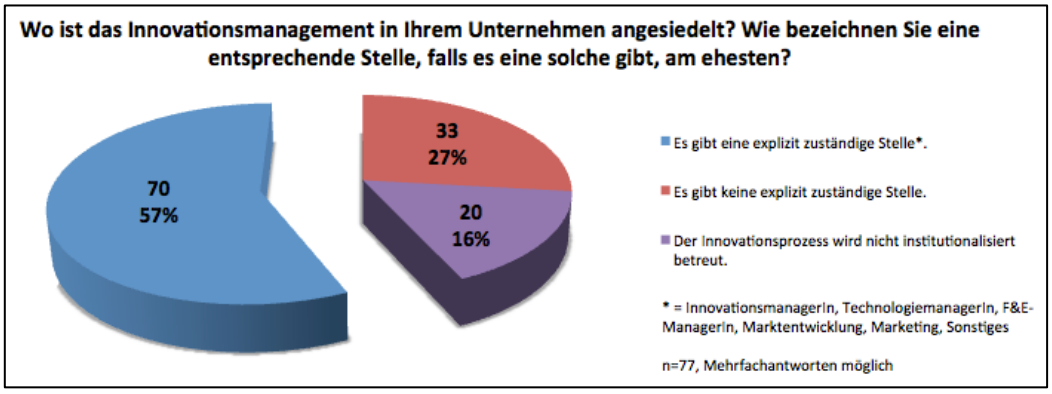


Bild 2: Organisationale Einbettung des Innovationsmanagements

Die Ergebnisse der Frage nach der generellen Entstehung neuer Ideen (I2) in Bild 3 weisen ebenfalls in die Richtung einer mangelnden Institutionalisierung und Professionalisierung des betrieblichen IM. Vor allem die letzten beiden Items zeigen dies deutlich. Zwar ist das Fehlen einer IM-Abteilung gerade bei der hohen Zahl an KMU in der Stichprobe generell nicht überraschend. Die aber doch sehr deutlichen Werte bei den beiden Teilaspekten hier weisen dennoch auf das Problem der mangelnden Institutionalisierung hin. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der (auch vorher gestellten) Frage I1 zu sehen, bei dem nicht nur nach Abteilungen, sondern eher nach allgemeinen Zuständigkeiten für IM gefragt wurde, die auch in KMU leicht realisierbar sind.

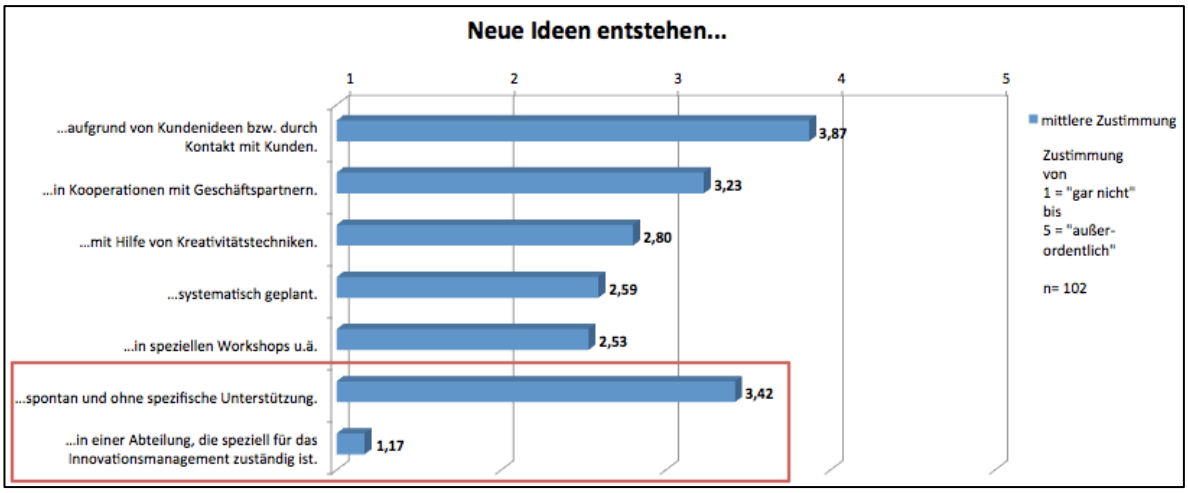


Bild 3: Entstehung neuer Ideen in den befragten Unternehmen

Im Fortgang (Frage I3) stimmten die Befragten zumeist der Aussage zu (Zustimmungswert: 4,32), dass neue Ideen als Bereicherung anzusehen sind. Auch scheint es den meisten Angestellten erlaubt zu sein, neue Ideen zu äußern (Zustimmungswert: 4,62). Die Zustimmung fällt aber rapide ab (auf 2,96 im Mittel), wenn gefragt wird, ob die Mitarbeiter tatsächlich die Zeit haben an der Erarbeitung neuer Ideen mitzuwirken (siehe dazu auch [23]).

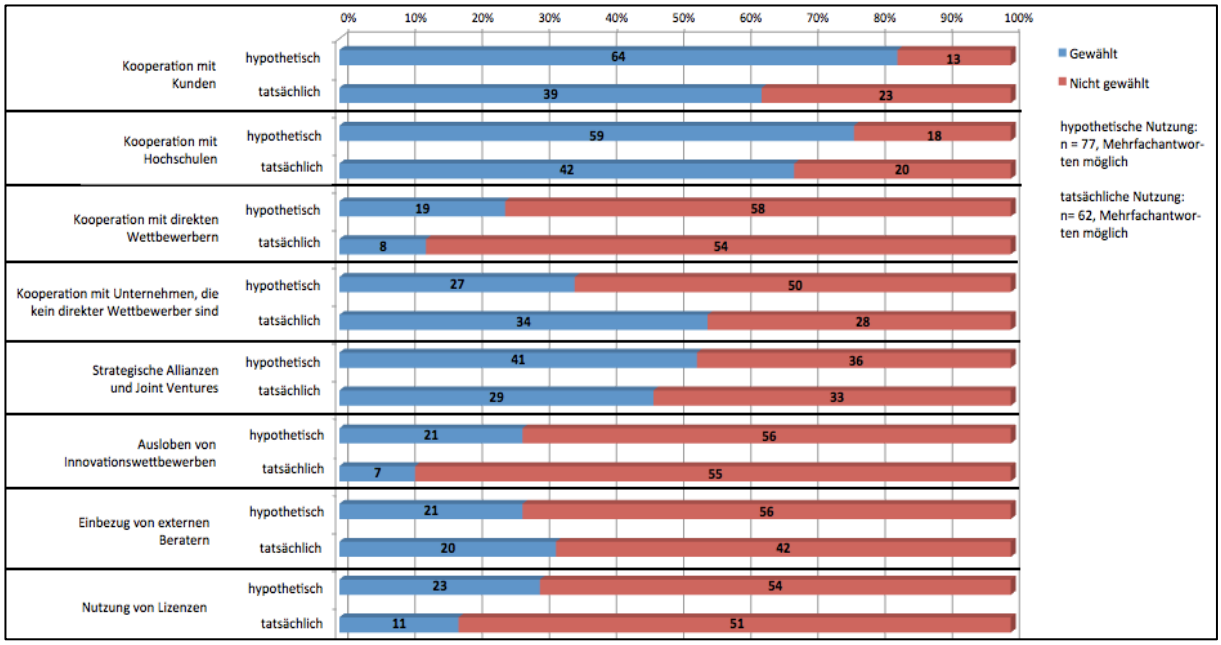


Bild 4: Hypothetische und tatsächliche Kooperationspartner und -formen

Im Bild 4 sind die hypothetisch vorstellbaren und die tatsächlich in Anspruch genommenen Kooperationspartner und -formen im Rahmen der OI-Prozesse aufgezeigt (Frage I4). Hochschulen und Kunden sind klar die wichtigsten Partner. Erstere wurden bei [23] aber recht kritisch gesehen, da der Wissenstransfer vom Hochschulbereich in die Unternehmen nicht immer optimal ablaufe. Unter Kunden können auch Lead User gefasst werden, die mit erweitertem Wissen und/oder Einfluss auf den Markt aufwarten können [39]. Andere Unternehmen als Partner zu gewinnen stellt sich dagegen als deutlich schwieriger heraus. Auffallend ist allerdings die vergleichsweise hohe (tatsächliche) Nutzung solcher Kooperationen, wenn der Wettbewerbscharakter in den Hintergrund rückt. Mutmaßlich ist in diesem Fall die Furcht vor ungewollten Wissensabflüssen und vor Verschlechterung der eigenen Wettbewerbsposition geringer. Ansonsten sind die Abweichungen zwischen hypothetischer und tatsächlicher Nutzung weniger relevant.

4.2 Induktive Analyse

Die Antwortverteilung auf die Frage nach der Zufriedenheit mit den Innovationskooperationen (Frage I5) ist in Bild 5 dargestellt. Dies deutet im Umkehrschluss auf bestehende Probleme hin. Betrachtet wird dabei einerseits die Input-Seite (Geschäftspartner, Berater und Forschungseinrichtungen) der Wertschöpfungskette und andererseits die Output-Seite mit den Kunden.

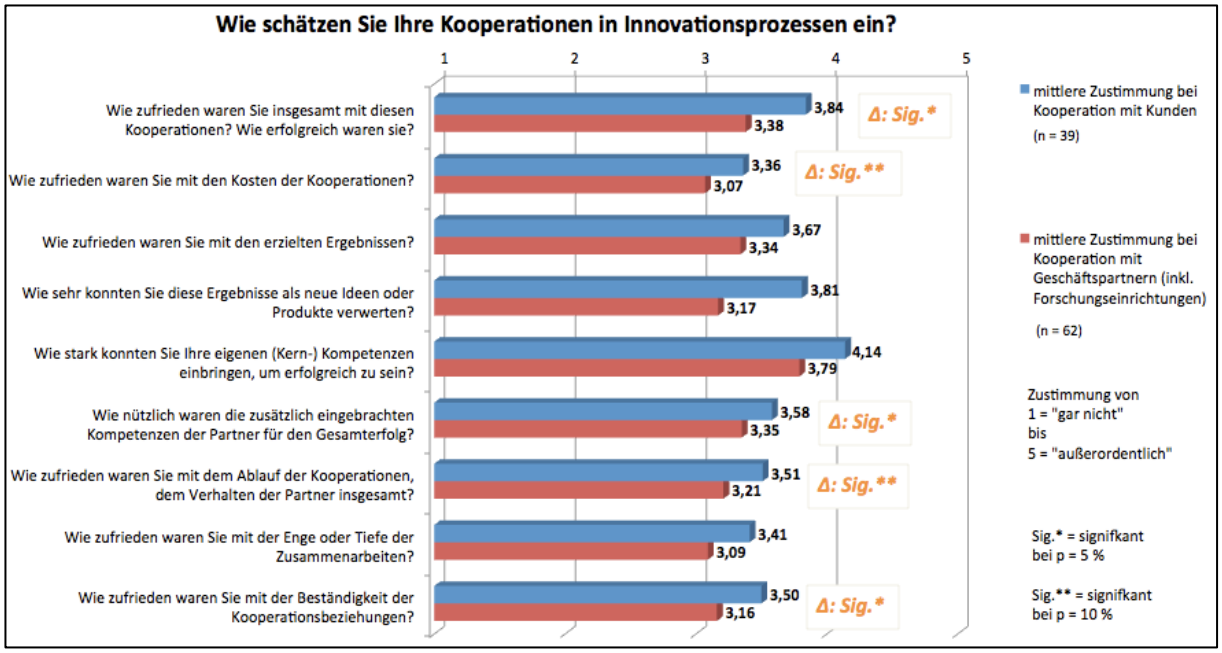


Bild 5: Einschätzung der Zufriedenheit mit Kooperationen

In jedem der abgefragten Fälle wird die Zufriedenheit als mittel bis hoch eingeschätzt. In jedem der Fälle wird die Kooperation mit Kunden positiver eingeschätzt als mit der anderen Seite. Allerdings sind diese Unterschiede nur für fünf der neun Items signifikant (χ^2-Test). Es ist anzunehmen, dass die Differenzen hier durch ein professionelleres bzw. institutionalisiertes IM zu mindern wären und die Zufriedenheit insgesamt erhöht werden könnte. Gerade bei den signifikanten Unterschieden kommt zum Tragen, dass die Kunden in jedem Fall nur spontan, nach dem eigenen Gutdünken, weniger systematisch kooperieren. Ein IM kann hier nur begrenzten Einfluss ausüben. Für die professionellen Beziehungen kann die Unterstützungsleistung einer solchen Unternehmensfunktion dagegen zur Erhöhung von Erfolg und entsprechend der Angleichung der Zufriedenheit führen.

Für die oben bereits angeklungene Frage nach der generellen Entstehung von neuen Ideen (I2) ergab sich ein vergleichsweise niedriger Wert für Cronbachs Alpha als Indikator für die Reliabilität [4]. Daher wurde dieser Frage einer Faktorenanalyse unterzogen [4],[5]. Dazu sei auf Tabelle 2 verwiesen.

Faktor	**Zugeordnete Items:** **Neue Ideen entstehen...**
interne Maßnahmen (Institutionalisierungen)	• in speziellen Workshops u.ä. (*0,844*) • mit Hilfe von Kreativitätstechniken (*0,790*) • in einer Abteilung, die speziell für das IM zuständig ist (*0,578*)
externe Maßnahmen (OI-Kooperationen)	• aufgrund von Kundenideen bzw. durch Kontakt mit Kunden (*0,859*) • in Kooperation mit Geschäftspartnern (*0,817*)
Planungsintensität	• systematisch geplant (*0,651*) • spontan und ohne spezifische Unterstützung (*-0,891*)

Tabelle 2: Neue Faktoren zur Frage nach der Entstehung neuer Idee (*Faktorladungen* in Klammern)

Wie ersichtlich wird, sind vor allem interne Maßnahmen (erster Faktor), die ein systematisches bzw. institutionalisiertes IM stützen, von Relevanz. Die Zusammenstellung zu einem Faktor belegt, dass hier ein relevanter Aspekt identifiziert wurde, da alle drei Items auf eine stärkere Institutionalisierung und Systematisierung des IM im Unternehmen hindeuten, die dann wiederum der Entstehung neuer Ideen zuträglich ist. Der zweite Faktor stellt die Relevanz der Zusammenarbeit mit Externen und damit des OI-Paradigmas heraus, sagt aber nichts über deren konkrete Form und damit Institutionalisierungen aus. Folgerichtig sind die Ladungen beim letzten Faktor: eine systematische Planung ist der Planungsintensität (Vorausschau für IM-Prozesse) zuträglich (positiver Einfluss), spontanes Vorgehen abträglich (negativer Einfluss). Mit der Vereinigung dieser beiden Items in einen Faktor stellt sich auch hier die Institutionalisierung des IM als wichtiges Kriterium heraus. Diese sachlogische Zusammenstellung belegt außerdem die Funktionsfähigkeit der Faktorenanalyse. Es wird insgesamt die herausgehobene Stellung von OI und Institutionalisierung in Innovationsprozessen klar.

Getestete Fragen	**Statistiken**	**Effekt**
Unternehmensgröße + systematische bzw. geplante Beschäftigung mit neuen Ideen und Innovationen (Filter 1)	$\chi^2 = 11{,}325$ $p = 0{,}034$	signifikante Beziehung
Unternehmensgröße + Eingehen von Innovationskooperationen (Filter 2)	$\chi^2 = 2{,}986$ $p = 0{,}735$	keine signifikante Beziehung

Tabelle 3: Einfluss der Unternehmensgröße auf die Filterfragen

Die bereits benannten Filterfragen (F1 und F2) wirken zwar zunächst relativ simpel. Allerdings adressieren sie zwei zentrale Konzepte (die systematische Betrachtung von Innovationen; Nutzung von OI). Entsprechend wird deren Einflüssen bzw. Wirkungen auf sie nachgegangen. Diskutiert werden nur die relevanten/signifikanten Effekte. Tabelle 3 zeigt den Einfluss der Unternehmensgröße (Frage U) auf die Filterfragen (F1 und F2). Ein solcher Einfluss auf die Handhabung von Innovationen wird oftmals unterstellt [23],[24],[11]. Hier stellt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und der Beachtung von Innovationsprozessen (F1) heraus. Dahingegen unterscheiden sich verschieden große Unternehmen nicht signifikant hinsichtlich des Eingehens von Innovationskooperationen (F2).

Die Ergebnisse der Frage nach der Eingliederung des IM (I1) klangen bereits oben an. Da eine solche Institutionalisierung für die Befragten häufig keine so große Relevanz zu haben scheint, soll den daraus resultierenden Effekten im Datensatz nachgegangen werden. Tabelle 4 stellt die signifikanten Ergebnispaare dar. Dazu wurde die Frage nach dem Umgang mit neuen Ideen (I3), gruppiert nach der Frage bzgl. der Institutionalisierung (I1), einem t-Test unterzogen.

Getestete Fragen/Items	Statistiken	Effekt
„InnovationsmanagerIn“ + „Die Entstehung neuer Ideen wird vom Management gezielt gefördert.“	T = -1,965 p = 0,038	positive signifikante Beziehung: Steigerung der mittleren Zustimmung von 3,75 auf 4,31 bei Bestehen der Beziehung
„Es gibt keine explizit zuständige Stelle.“ + „Jeder Mitarbeiter hat die Ressourcen (primär Zeit), um an der Erarbeitung neuer Ideen mitzuwirken.“	T = -2,582 p = 0,012	positive signifikante Beziehung: Steigerung der mittleren Zustimmung von 2,70 auf 3,31 bei Bestehen der Beziehung
„Der Innovationsprozess wird nicht institutionalisiert betreut.“ + „Neue Ideen werden konsequent weiterentwickelt und deren Potenzial geprüft.“	T = 2,431 p = 0,018	negative signifikante Beziehung: Abnahme der mittleren Zustimmung von 3,58 auf 3,00 bei Bestehen der Beziehung

Tabelle 4: Effekte der institutionellen Eingliederung

Der erste signifikante Effekt wurde für den Grad der Unterstützung für das Aufkommen von neuen Ideen durch das Management für den Fall der Ansiedlung der Innovationstätigkeiten in einer gleichnamigen Abteilung bzw. Stelle („InnovationsmanagerIn“) entdeckt. Ist dies derart institutionalisiert verankert, erfahren neue Ideen eine signifikant höhere Unterstützung und mithin Beachtung durch die Unternehmensleitung. Wenn sich das Management zu solch einer Aufgabenkonzentration entschieden hat, ist es nur logisch, dass es die Bedeutung dieser erkannt hat. Wird hingegen keine explizite Stelle eingerichtet, lautet die Aussage, dass stattdessen verstärkt sämtliche Mitarbeiter die Ressourcen und Zeit haben sich mit der Erarbeitung neuer Ideen zu beschäftigen. Der Aussage wird signifikant stärker zugestimmt, wenn eine solche explizite Verankerung der Innovationsfunktion fehlt. Schließlich ist der letzte gefundene signifikante Zusammenhang ebenso folgerichtig wie verbesserungswürdig: Wird der Innovationsprozess nicht institutionalisiert betreut, dann werden neue Ideen nur in signifikant geringerem Maße konsequent weiterentwickelt und auf ihr Potenzial geprüft.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag liefert – gemäß der Forschungsfrage – einen belastbaren explorativen, aktualisierten Blick auf das Feld der OI in deutschen Softwareunternehmen. Dreiviertel der Befragten beschäftigen sich demnach systematisch mit neuen Ideen. Die Mehrheit dieser sind bereits Kooperationen in Innovationsprozessen eingegangen.

Die Auswertung zeigt zwar, dass die Unternehmen die Relevanz von Innovationen und Innovationskooperationen verstehen (Teilfrage 1). Bei der Auswahl der Partner und der systematischen Unterstützung und Institutionalisierung der Innovationsprozesse besteht aber noch Verbesserungs- und Aufklärungsbedarf (Teilfrage 2). Die Erkenntnisse früherer Untersuchungen (bspw. [23],[22],[38],[28],[37],[25]), die allerdings zumeist recht vage blieben und nur allgemeine Forderungen hinsichtlich der Beachtung eines tatsächlich institutionalisierten IM stellen, konnten bestätigt werden. Hier konnte anhand der deutschen IT-Branche vielmehr ganz konkret und auf empirischer (wenn auch nicht repräsentativer) Basis die Bedeutung solcher Institutionalisierungen benannt werden. Damit wurde das Verständnis des Themas der Institutionalisierung von

Innovationsprozessen verbessert und dessen Relevanz herausgestellt. Die Einrichtung solcher Stellen mag Großunternehmen aufgrund der ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen zwar leichter fallen. Allerdings besteht eine Lösung des Bedarfs an höherer Innovativität auch in der Nutzung von externen Quellen bzw. der Auslagerung von Innovationsprozessen oder -ergebnissen im Rahmen des OI-Paradigmas. Dies erhöht die Attraktivität des Konzepts auch für KMU.

Weiterhin haben die Analysen gezeigt, dass die Unternehmensgröße nur in wenigen Fällen einen Einfluss auf die Innovationsprozesse hat (Teilfrage 3). Die bessere Ressourcenausstattung großer Unternehmen und die höhere Wendigkeit kleinerer Firmen gleichen sich wohl aus [23].

Als weiterer Forschungsbedarf verbleibt die tiefergehende Analyse von konkret bestehenden Problemen in (kooperativen) Innovationsprozessen, die die teils nicht voll ausgeprägte Zufriedenheit damit erklären können. Darauf aufbauend sind weitergehende Lösungsstrategien zu entwickeln. Für die weitere Forschung bieten sich detailliertere Fragebögen in konzertierten Aktionen an, die den eingeschränkten Blickwinkel eines explorativen Vorgehens weiten können. Zur Gewinnung von Tiefenwissen oder zur Überprüfung von Maßnahmen sind Einzelfallstudien oder -interviews denkbar.

Als Lösung für die benannten Probleme bietet sich nach Ansicht der Autoren ein Vorgehensmodell für Innovationsprozesse des OI-Paradigmas an. Zwar gibt es schon eine Reihe von Vorgehensmodellen im Feld des IM (bspw. bei [6],[28],[37]). Allerdings werden die speziellen Aspekte offener Innovationsprozesse und die bewusste Institutionalisierung kaum berücksichtigt. Ein Modell, welches diese einbezieht, kann Strukturierung und damit Vertrauen schaffen, sowie als Leitfaden dienen und einen bindenden Handlungskorridor vorgeben. Gerade bei anderen gewerblichen Partnern kann so die Sorge vor ungewollten Wissensabflüssen gemindert werden. Überdies bietet ein derart systematisches Vorgehen die Möglichkeit die eher unstrukturierten Inputs der Kunden sinnvoll fassen und ordnen zu können. Weiterhin kann ein solches Modell gerade für KMU das nötige Maß an Struktur schaffen, dass ansonsten nur die (ressourcenintensivere) Institutionalisierung des IM ermöglichen würde. Wiederum kann der Aufbau entsprechender Unternehmensbereiche anhand eines Vorgehensmodells erfolgen. Die Entwicklung und Evaluation eines solchen (qualitativen) Modells zeigen die weitere Forschungsagenda auf.

6 Literatur

[1] Atteslander, P (2010): Methoden der empirischen Sozialforschung. 13. Auflage. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

[2] Bao, Y (2009): Organizational resistance to performance-enhancing technological innovations: a motivation-threat-ability framework. Journal of Business & Industrial Marketing 24(2):119-130.

[3] Bharadwaj, S; Menon, A (2000): Making Innovation Happen in Organizations: Individual Creativity Mechanisms, Organizational Creativity Mechanisms or Both?. Journal of Product Innovation Management 17(6):424-434.

[4] Bortz, J; Döring, N (2006): Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler. 4. Auflage. Springer Medizin Verlag, Heidelberg.

[5] Bortz, J; Schuster, C (2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 7. Auflage. Springer, Berlin/Heidelberg.

[6] Brockhoff, K (1999): Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle. 5. Auflage. Oldenbourg, München/Wien.

[7] Chesbrough, H (2003): Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Harvard Business School Press, Boston.

[8] Chesbrough, H (2006): Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation. In: Chesbrough, H; Vanhaverbeke; West, J (Hrsg.), *Open Innovation: Researching a New Paradigm.* Oxford University Press, New York.

[9] Cox, EP (1980): The Optimal Number of Response Alternatives for a Scale: A Review. Journal of Marketing Research 17:407-422.

[10] Dahlander, L; Gann, DM (2010): How open is innovation?. Research Policy 39:699-709.

[11] Damanpour, F (1992): Organizational Size and Innovation. Organization Studies 13(3):375-402.

[12] de Brentani, U; Kleinschmidt, EJ (2004): Corporate Culture and Commitment: Impact on Performance of International New Product Development Programs. Journal of Product Innovation Management 21(5):309-333.

[13] du Chatenier, E; Verstegen, JAAM; Biemans, HJA; Mulder, M; Omta, OSWF (2010): Identification of competencies for professionals in open innovation teams. R&D Management 40(3):271-280.

[14] Elmquist, M; Fredberg, T; Ollila, S (2009): Exploring the field of Open Innovation. European Journal of Innovation Management 12(3):326-345.

[15] Enkel, E; Gassmann, O; Chesbrough, H (2009): Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. R&D Management 39(4):311-316.

[16] Europäische Kommission (2006): Die neue KMU-Defintion: Benutzerhandbuch und Mustererklärung. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf. Abgerufen am 13.08.2013.

[17] Filippetti, A (2011): Innovation modes and design as a source of innovation: a firm-level analysis. European Journal of Innovation Management 14(1):5-26.

[18] Gassmann, O; Enkel, E (2006): Open Innovation: Die Öffnung des Innovationsprozesses erhöht das Innovationspotenzial. zfo 75(3):132-138.

[19] Gerybadze, A (2004): Technologie- und Innovationsmanagement: Strategie, Organisation und Implementierung. Vahlen, München.

[20] Hagenhoff, S (2008): Innovationsmanagement für Kooperationen. Universitätsverlag Göttingen, Göttingen.

[21] Hauschildt, J; Salomo, S (2011): Innovationsmanagement. 5. Auflage. Vahlen, München.

[22] Hilgers, D; Piller, FT (2009): Controlling für Open Innovation: Theoretische Grundlagen und praktische Konsequenzen. Controlling 21(2):77-82.

[23] Holl, FL; Menzel, K; Morcinek, P; Mühlberg, JT; Schäfer, I; Schüngel, H (2006): Studie zum Innovationsverhalten deutscher Software-Entwicklungsunternehmen. Eigenverlag, Berlin.

[24] Hwang, J; Kim, E; Kim, S (2009): Factors affecting open technological innovation in open source software companies in Korea. Innovation: Policy & Practice 11(3):279-290.

[25] Kießling, M; Wittig, N; Kolbe, LM (2012): Innovationsmanagement in IT-Abteilungen – eine fallstudienbasierte Untersuchung. In: Mattfeld, DC; Robra-Bissanz, S (Hrsg.), *Tagungsband Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012*. GITO, Berlin.

[26] Lazzarotti, V; Manzini, R (2009): Differenz Modes of Open Innovation: An Theoretical Framework and an Empirical Study. International Journal of Innovation Management 13(4):615-636.

[27] Möslein, K (2010): Open Innovation: Grundlagen, Akteure, Werkzeuge und Wirkungsweisen. In: Meißner, K; Engelien, M (Hrsg.), *Virtual Enterprises, Communities & Social Networks - Workshop GeNeMe '10: Gemeinschaft in Neuen Medien*. TUDpress, Dresden.

[28] Pleschak, F; Sabisch, H (1996): Innovationsmanagement. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

[29] Reichwald, R; Piller, F (2009): Interaktive Wertschöpfung: Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. 2. Auflage. Gabler, Wiesbaden.

[30] Rogers, EM (1983): Diffusion of Innovations. 3. Auflage. The Free Press, New York.

[31] Rohrmann, B (1978): Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. Zeitschrift für Sozialpsychologie 9:222-245.

[32] Sawhney, M; Wolcott, RC; Arroniz, I (2006): The 12 Different Way for Companies to Innovate. MIT Sloan Management Review 47(3):74-81.

[33] Schmidt, A (2005): Knowledge Maturing and the Continuity of Context as a Unifying Concept for Knowledge Management and E-Learning. In: *Proceedings of 5th International Conference on Knowledge Management (I-KNOW '05)*. Graz.

[34] Schumpeter, JA (1934): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus. 4. Auflage. Duncker & Humblot, Berlin.

[35] Sinha, DK; Cusumano, MA 1991: Complementary resources and cooperative research: A model of research joint ventures among competitors. Management Science 37(9):1091-1106.

[36] Stuart, TE; Podolny, JM (1996): Local search and the evolution of technological capabilities. Strategic Management Journal 17:21-38.

[37] Vahs, D; Burmester, R (1999): Innovationsmanagement: Von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

[38] Van de Ven, AH (1986): Central Problems in the Management of Innovation. Management Science 32(5):590-607.

[39] von Hippel, E (1986): Lead Users: A source of novel product concepts. Management Science 32(7):791-805.

[40] von Hippel, E (2005): Democratizing Innovation. The MIT Press, Cambridge/London.

[41] ZEW (2012): ZEW-Branchenreport Innovation: Ergebnisse der deutschen Innovationserhebung 2012: EDV und Telekommunikation. ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/brarep_inno/18_EDVTelekommunikation.pdf. Abgerufen am 13.08.2013.

[42] ZEW (2013): Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft: Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2012. http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/mip/12/mip_2012.pdf. Abgerufen am 13.08.2013.

Enhancing Knowledge Management Systems with Social Network Functionalities by Integrating a Social Wall

Tobias Heide

University of Muenster, Department of Information Systems, 48149 Münster,
E-Mail: tobias.heide@ercis.uni-muenster.de

Abstract

Many Knowledge Management Systems (KMS) still struggle with too little user contribution, while other user-driven tools like social networking sites (SNS) are in a boom phase. This paper addresses the issue of missing user contribution in KMS. This work investigates the motives for SNS usage and identifies prominent functionalities of these sites. Furthermore, goals for social features in knowledge management are derived from interviews. The identified functionalities are matched with these goals and checked for their applicability in KMS. The most promising feature – the social wall – is designed, implemented and evaluated in a KMS scenario.

1 Introduction

Social network sites (SNS) are in a boom phase and the impact of social networks on communication and interpersonal relationships is significant [1,15]. Each day millions of people visit social networking sites like Facebook [17]. Online social networks have become ubiquitous in private and social life [2]. Users voluntarily contribute and share content, discuss various topics and build strong networks.

In knowledge management (KM) providers struggle with too few contributions and systems do not live up to their potential. For companies it is still hard to motivate their employees to contribute to traditional knowledge management systems (KMS) and to encourage them to explicate, store, and share their knowledge [11]. However, the preservation of knowledge in the enterprise is very important. Every second company reports that the quitting of employees leads to a loss of knowledge in the company. They report also on damages in customer relationships and losses of income [23]. Next to keeping the knowledge in the company, it is important to make the knowledge searchable and available to the users [28]. Easily accessible organizational knowledge has a positive impact on performance and is an important factor for firms' success and a competitive advantage [3,6].

In research, various reasons for not sharing knowledge have been identified. These reasons include missing incentives for the user, high workloads, too little time, and the fear their knowledge sharing could make them replaceable and obsolete [3,5,18,35].

Certainly the basic motivations to participate in social networks and knowledge management differ. The user's participation in KMS is often not voluntary and the creation of good content involves a lot of effort. Furthermore, the informal communication with peers plays a much more important role in social networks than the sharing of knowledge. However, there are some similar motivations like self-presentation and getting credit for achievements. It can be assumed that there is functionality in SNS that fulfills user needs, which are not satisfied in KMS yet. Therefore, successful mechanisms from SNS should be evaluated for their effect in KMS and should be applied to foster the usage of KMS.

The aim of this work is to identify important features of social networks, check their applicability to knowledge management systems and to estimate the influence on the users' knowledge sharing behavior. In a first step, the motives for using SNS have to be identified, promising functionality is assessed for its positive impact and is transferred to KMS. This results in the following research questions:

RQ1: Which general motivation lies behind the usage of social network sites?

RQ2: Which functionality of social networking sites is most promising to foster user contribution in knowledge management systems?

In a second step, the identified, most promising concept of the social wall is adapted for an exemplary knowledge management system. The concept is implemented and evaluated.

RQ3: How does the implementation of a SNS feature in a knowledge management system affect the actual user behavior?

This paper is structured as follows: In the following section, related work from the fields of social network research, enterprise 2.0, success factors for knowledge management, and dashboards for knowledge management are presented. The related work is followed by the methodology used in this paper. In the fourth section, social networking sites are analyzed for promising features and the feature selection and justification is conducted. Subsequently, the selected functionality is adapted for the

KMS use, is implemented and afterwards demonstrated. In section seven the result is evaluated with respect to its benefits for KM, while the last section discusses and concludes the work.

2 Related Work

2.1 Social Network Research

A lot of research has been conducted explaining the effect and popularity of social networking sites. This is done with the help of social network analysis [39], social capital theory [24], and the social exchange theory [34].

Social networking sites are "web-based services that allow individuals to (1) construct a public or semi-public profile within a bounded system, (2) articulate a list of other users with whom they share a connection, and (3) view and traverse their list of connections and those made by others within the system. The nature and nomenclature of these connections may vary from site to site." [7]

To adapt the success of SNS to other domains, one must especially look at the motives for using these sites. In the literature several motives for the usage of SNS are identified. Motives are the maintenance of existing relationships, the creation of new relationships, and the creation of user profiles in conjunction with impression management. Furthermore, the physical locations of social network participants become less important and users get easy access to the news of the contacts.

Existing relations that are maintained with the help of SNS are initiated in an offline context and are transferred to the online context. The management of these relationships is seen as one of the main advantages of these networks [1,15,16,36]. Due to removed boundaries in form of physical location the maintenance of relationships is easier and involves less effort [2]. SNS provide the means to conveniently manage all existing connections in one place and to furthermore explore relationships of contacts with third persons.

Users of SNS have the ability to engage in impression management by creating and maintaining profiles [8]. Actively using the means of impression management enables the user to be seen by others in a preferred way [38]. In SNS this is especially facilitated by the asynchronous way of communication in these networks. In contrast to face-to-face communication, in SNS verbal and linguistic expressions are emphasized, which are easier to influence than nonverbal communication [16]. Profiles and status updates of contacts enable users to conveniently see what they are "up to" and to retrieve news from the network of peers [36]. This is a motive for using SNS as users like to be informed about changes in the life of friends [8]. Finally, users are motivated to use SNS by the various and expedient forms of communication offered [1,15]. These forms include direct communication, like chats and messages, and indirect communication, like blogs or comments.

2.2 Enterprise 2.0

The usage of social software in companies, as proposed in this paper, is called "Enterprise 2.0" [26]. Enterprise 2.0 is "the use of emergent social software platforms […] by an organization to pursue its goals" [27]. Early adopted examples of social software were intra-company weblogs and wikis for communication and knowledge management. The use of social software in enterprises aims at facilitating knowledge work in companies and to reduce search costs for finding knowledge and people with expert knowledge. It may reduce hurdles and increase the involvement in knowledge management of employees.

Recently, Enterprise 2.0 has been getting more attention [21,40]. Reviews call Enterprise 2.0 "a new source of competitive advantage" [9] and a historical milestone that will lead to dramatic changes of organizations, innovation and creation of value in companies. The aim is to "let an intranet become what the internet already is: an online platform with a constantly changing structure built by distributed, autonomous and largely self-interested peers" [26]. Examples for Enterprise 2.0 software are corporate social networking sites. With corporate social networking sites, the concepts of SNS are transferred into the enterprise, but they also need to respect the individual characteristics of corporate settings [33]. One of the main potentials of corporate SNS is the creation of a common context among co-workers [32]. Using these systems employees get to know each other, thus reducing uncertainty while interacting with peers and laying the ground for developing trust and collaboration. Next to the motives of SNS usage introduced above, for corporate SNS [14] identify the motives of caring, climbing and campaigning. Users may connect with peers on a social level (caring), try to increase their career chances by promoting and connecting themselves (climbing), and try to get (management) support for their ideas (promoting).

In terms of knowledge management social software has the opportunity for spreading knowledge and best practices in the enterprise and is well suited for unstructured communication. Existing knowledge management systems should be enhanced with web 2.0 technologies to improve usability and effectiveness of these systems [26]. Especially the processes of storage/retrieval and knowledge transfer benefit from social software. In knowledge storing, social components help to establish a common context, while the localization of knowledge is supported in the retrieval process [41].

2.3 Knowledge Management Success Factors

Knowledge management is "a process of continually managing knowledge of all kinds and requires a companywide strategy which comprises policy, implementation, monitoring and evaluation" [31]. The process of knowledge management is supported by knowledge management systems. A knowledge management system is "the collection of information technologies used to collect, organize, transfer and distribute knowledge among employees" [29].

The fact that many knowledge management initiatives fail is mainly seen as a technological issue and the social aspects are not considered [12]. [25] state that "our ignorance exceeds our knowledge where issues of motivation and commitment of knowledge workers are concerned". Little is known on the effects of practices to motivate knowledge workers and under which conditions these will work [20].

Studies have found that user motivation and commitment are antecedents of KMS success [25]. Extrinsic motivations, like control structures and compensation, and intrinsic motivation, like work pleasure, are used to motivate employees [37]. However, while extrinsic motivations may increase the quantity of shared knowledge, the quality does not necessarily increase [18]. Barriers for knowledge sharing, next to missing motivation, are the fears of criticism and of misleading the community by providing not important, inaccurate, or irrelevant knowledge. These fears are reduced by developing trust within the group of knowledge workers [5]. Furthermore, the workers should recognize the value of the knowledge to be shared [18].

2.4 Dashboards in Knowledge Management

There is little research on user dashboards in knowledge management systems similar to the one proposed in this paper. Some dashboard-like approaches have been developed that show basic information on the knowledge items in the systems. The existing approaches support "the conversion of multi-domain expert knowledge in such a way that non-domain experts (e.g. top managers) can

understand, internalize, combine explicit expert knowledge" [10], are "tracking progress and alignment to objectives" [35] and present "information clearly, thereby enhancing the decision-making process" [13]. However, these approaches are content centric, have the function to inform on new contents and try to condense contents in the system. In contrast, the proposed approach in this paper is user centric.

3 Methodology

For solving the raised problems and answering the research questions, the design science research methodology [19] and semi-structured expert interviews are used in this paper. The design science approach is used in this work to obtain a functional prototype, which can be tested in a realistic environment. This would not be possible using quantitative methodologies like technology acceptance models.

This paper is structured by the design science research process [30]. The paper starts with "problem identification & motivation". The problem addressed in this work is the lacking contribution of users to KMS. The problem is derived from literature and was experienced in own knowledge management projects. The process continues by defining the "objectives of a solution". Several objectives of a solution are suggested in the form of goals in the following section. These goals are deducted from expert interviews. The expert interviews were conducted in form of semi-structured interviews with ten researchers from the field of knowledge management. The researchers were asked for their assessment of the need and benefits of social functionality in knowledge management systems.

The objectives are followed by the process step "design & development" of a solution. In chapter 5 based on the goals, functional requirements are designed and an IT artifact is developed with the requirements in mind. The development is followed by the steps of "demonstration" and "evaluation". The developed artifact is demonstrated in a real KMS setting and is evaluated by observing the users. Furthermore, a controlled experiment is designed for additional insights in the user behavior and acceptance. The final step is the design science research process is the "communication". This final step is addressed with the help of this paper.

4 Analyzing Features of SNS for the Use in KM

4.1 Prominent Features of Social Networking Sites

Social networking sites provide a set of features to the users. An analysis of the most popular SNS revealed that most sites are using a similar set of functions. Most of the features are from the fields of "communication", "coordination" and "collaboration" [16]. They include the ability to maintain a public profile, manage contacts, and send messages or establish a chat. They provide a wall or news feed to the user, manage notifications, and provide the ability to rate or like contents. Furthermore, likeminded users can organize in groups, the user is able to search for contents, meetings and events can be scheduled, and interesting contents can be subscribed. Some of these features are already part of KMS, while others have not been considered yet. In the following the features are introduced and their use in KMS is discussed.

Public *profiles* are used for either business or personal self-presentation. Depending on the purpose of the network, the user profile is more formal and similar to a curriculum vitae (in business SNS) or is less structured and contains additional private details. The networking ability is provided with the help of maintaining *contacts*. These contacts can be assigned to groups. This has several advantages. On the

one hand, contacts are classified by certain attributes (e.g. close friends or acquaintances) or are grouped by their professions and fields of work in a business context. On the other hand groups of contacts are used for managing access restrictions on personal data. All examined networks provide the ability of sending *messages* to other users and especially to already established contacts. Often next to the asynchronous communication, synchronous communication with contacts is possible.

While the previously mentioned features are available in most communication and collaboration tools, the *wall or newsfeed* is mainly used on SNS. The wall allows an aggregated view on the events in the network. Each wall is user-specific and shows all kinds of recent content, comments and actions of contacts. The different social networks apply sophisticated algorithms to decide which content to display for each user depending on metadata like how close the relationship of contacts is or how relevant the content is judged by the system. The content displayed on the individual wall allows further interaction. Shared contents, statements and comments can be *rated, shared and liked*. By liking, the user can highlight interesting pieces of information and the content may be shared with other users. Using this mechanism also users who are not direct contacts of the author can become aware of the information. Not only content of the contacts is displayed on the wall, but also the content of *subscriptions* to certain topics, organizations, or public persons can be followed. Just like news of contacts, the information of subscribed entities are integrated into the wall. Next to displaying recent activities on the wall, *notifications* are used to inform the user triggered by new messages, certain events, or contents. They are displayed both on the site and e-mailed to inform the user and to motivate and trigger the next visit of the SNS.

Direct communication with likeminded users happens in *groups*. While messages are a direct way of communication and the wall does not allow for reaching specific audiences, the group allows the communication on specific topics and areas of interest. Finally, *events* planned on SNS usually reflect real world events. Events are a convenient way for planning any meeting as time and place can be easily communicated and means for further discussion are offered.

4.2 Feature Selection

Some of the features presented above are already common for KMS (e.g. the search for contents) while others do not fit in the context of KMS (e.g. the management of events). For identifying features for social networks that are most helpful for KM initiatives, first current problems and goals for KMS are listed. Based on these goals, in a second step the list of above mentioned features of social networks is narrowed down and finally one feature is exemplarily selected and implemented in a KMS. In talks with experts we have identified five main goals for a social feature in knowledge management:

G1: The user's network awareness should be improved. Users should feel like a part of a huge network and should not feel to be the only one contributing.

G2: The notification and awareness of new contents should be easy and fast.

G3: An additional entry point to the knowledge should be offered to the user. Furthermore, the discovery of contents should be simplified.

G4: Information of high value should be emphasized with the help of user feedback such as content ratings.

G5: Discussions on contents and further communication between users should be possible and simple.

Having these goals in mind, from the set of previously discussed prominent features of social networks the social wall seems to fulfill most. Using a social wall, occurring events and communication in a KMS are automatically pushed to the user (G1, G2, G3). These events include content events like newly created and edited content, and actions of users including messages, comments and users newly joined. Furthermore, users can communicate on the wall (G1, G5). This communication can happen either by publishing independent notes or by commenting on existing events and messages. Finally, users can value important or high quality information with the help of a "like"-feature (G4). This set of features addresses the goals set up above. The user becomes aware of activities in the KMS (G2) and probably feels like a part of a larger network (G1). Furthermore, the user instantly gets notified of new contents (G1) and can directly access this knowledge (G3). Using a "like"-feature distinguishes high value from average content (G4) and comments enable discussions on content (G4).

In contrast to already available KM dashboards, the focus of the social wall is on people and not just content. This may help the user to identify with the system and the contents. Furthermore, active users get rewarded for their work with increased attention of peers. This form of self-presentation can work as an intrinsic motivation for participation [4].

5 Design and Development of a Social Wall

5.1 Requirements

Based on the goals introduced above and the properties of the social wall, functional and non-functional requirements can be derived.

Functional Requirements:

Req. 1: The social wall element has to monitor changes in the system and should react on content events. These events include added or changed content. (Goals: 1, 2, 3)

Req. 2: Additionally, user events have to be considered for publishing on the wall. (Goals: 1, 2, 3)

Req. 3: The wall has to support communication in the form of statements and comments to facilitate discussion. (Goals: 1, 5)

Req. 4: Selected content on the wall, which is of high value for the users, should be emphasized. This is done by using a "like"-rating. (Goals: 3, 4)

Req. 5: For maintaining the wall, certain management functionalities are needed. Users need the possibility to manage their own contributions. Administrators need the possibility to manage all content and to configure the behavior of the wall e.g. the monitored events and types of content.

5.2 Development

Based on the requirements engineering, the social wall data model (Figure 1) is developed. On the left side of the model is the simplified existing structure of the KMS and on the right side are the components of the new module. In the existing part, *Content* is the central element. Each *Content* element has a type and is authored by a *User*. On the right side of the model, *Social Wall Entry* reflects an entry on the wall. The entries can be of different types: content events, user events, or status messages. Content events are related to a certain *Content* while user events and messages are connected to the *User*. Each *Social Wall Entry* can have any number of *Social Wall Comments* and *Social Wall Likes* associated. Both are authored by a *User*. Therefore in the extended KMS data model, the user is a central element next to the content.

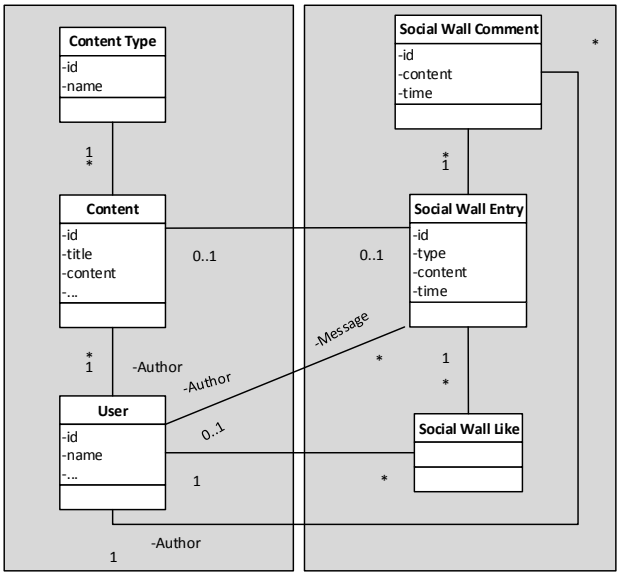


Figure 1: Simplified social wall data model

The above designed concept and the resulting data model are prototypically implemented in an existing KMS. The system is a research portal, which collects research result, research projects, involved organizations and resulting publications of research in a specific domain and supports the knowledge management in research. The research portal is a good test scenario for the proposed concept as the portal is facing the problem of little knowledge contribution of users. However, the concept is applicable to any extendable knowledge and content management system. There are no prerequisites except the existence of users and knowledge events. The system serving as the basis for the implementation is Drupal-based. Drupal is a content management system and web framework written in PHP. It has a modular structure that is suitable for applying extensions like the designed social wall. The social wall can therefore be used without further effort on any system with the same underlying architecture, but can also be adapted for any other KM architecture with little changes.

6 Demonstration

The resulting social wall module extends the Drupal architecture and provides a block that can be included on arbitrary pages. These pages could be the front page or a specific user dashboard. In Figure 2 the social wall is embedded in a KM context and the recent events of the system are displayed (Req. 1). The social wall is able to alert on different types of content. In this scenario it is configured to display the content types Project, Research Result, Organization and Publication, next to user events (Req. 2) and user status (Req. 3). Each entry can be liked (Req. 4) and commented on (Req. 3). The contents to be shown on the social wall are automatically selected by the number of comments, likes and the past user interaction with the items.

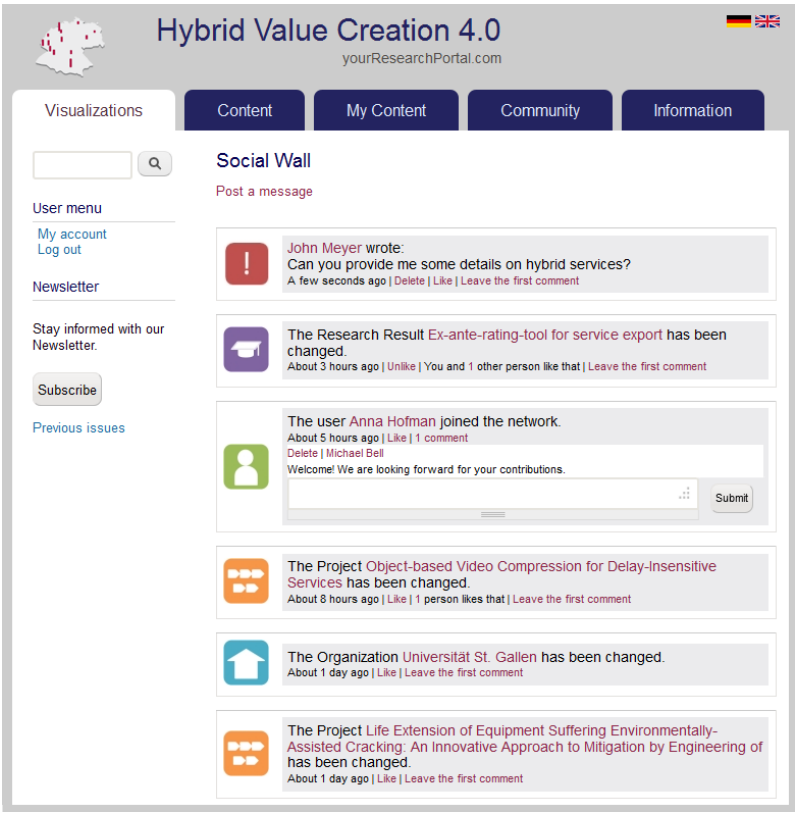


Figure 2: Social wall implementation

In the administration section the monitored events and content types are configured. Furthermore, administrators can (de)activate liking and commenting features on certain content types, e.g. to prevent commenting on user events and contents on the wall are managed (Req. 5). Additionally, user content such as status and comments can be deleted by the user himself (Req. 5).

7 Evaluation

The last step is to evaluate if the user behavior for contributing to KMS has changed by the introduction of a social wall. The analysis is done in two phases. At first a passive evaluation of the user behavior using Google Analytics is done, followed by a controlled experiment with a small set of users.

Conducting two different kinds of evaluation has certain advantages. Google Analytics is a powerful tracking tool mainly used for the analysis of website traffic. It is one of the dominant analysis

solutions currently available and offers various ways of monitoring and analyzing the user behavior. The use of Google Analytics has the advantage of testing in a real application scenario. The user is in his accustomed environment and is unaware of being tested. Therefore, the user is behaving normally and is freely interacting with the system. The evaluation is split in two equal phases: once with the original KMS and later with the social wall applied. Furthermore, with Google Analytics it is possible to evaluate systems with a huge amount of users at very little cost. A higher number of users reduces the risk of false interpretations. On the other hand the non-artificial testing has drawbacks as well. The users do not necessarily use the functionality that is to be tested and the subject cannot be interviewed during or after the test. Therefore, there is no chance to find out about the users experience, feelings and opinions. For these reasons a controlled experiment complements the passive monitoring. Future evaluations of the results will hopefully bring more detailed insights into the user's thoughts.

7.1 Google Analytics

Google Analytics does not only allow for a detailed tracking of the pages access, but also provides a possibility to track the user's navigational path through the page. Originally used for tracking the impact of advertising campaigns, this feature is used to determine the user's entry point to the content and to measure the adaption of the social wall. Technically this is done by extending the links on the social wall with special parameters to determine the origin of the user. The evaluation of page accesses of the demonstrated social wall (Figure 2) was conducted for about a month before and after the introduction of the social wall.

First, the general visits of the KMS are analyzed. In a single visit each user of the KMS is counted only once per continuous usage, no matter how many pages of the system are accessed. In the period before the go live 722 visits in total are measured, which results in 19 visits/day in the measured timeframe. In the evaluation period the number of overall visits of the KMS increased to 1055 visits in total (27.8 visits/day). This is a significant increase of visits in a similar timeframe. However, a closer look at the huge difference in average visits per day shows that much of the increase is explained by peaks in visits on single days. However, the adjusted data also shows increased visits.

Therefore, a closer look at the interaction with the social wall is needed. In the measured timeframe there were 25 interactions (clicks on linked events) with the social wall. The people interacting with the social wall were overall more active and had more page visits (16.1 pages) than other users (1.8 pages). These users also spent more time using the KMS (14min 10sec) in comparison with the users not adopting the social wall (52 sec).

Both tests show first positive effects of the social wall to the user's behavior. However, the number of interactions with the social wall is low compared to the overall number of visits. This may be caused by a missing phase of information, guidance, and adaption before the evaluation changes and a missing network effect caused by a too low number of users in the KMS used for testing.

7.2 Controlled Experiment

The first Google Analytics evaluation results are the basis for a second experiment. The individual experiences of the KMS users with the social wall should be evaluated. The evaluated experiences should include the user's opinions on the ease of use, the satisfaction with the social wall, and the user's general feedback. Furthermore, the effect on the knowledge sharing behavior is tested. To test the behavior, two groups of users are using an identical KMS. One group has the social wall installed, while the others are part of a control group. Both groups are monitored and their knowledge sharing behavior is reviewed. Additionally, the group interacting with the social wall is interviewed to get

more insights into the user experience. The second evaluation based on the user experiment is not yet finished. The result will hopefully confirm the positive results of the Google Analytics evaluation.

8 Discussion and Conclusion

Using the design science methodology in this work a prototypical social wall extending KMS is designed. RQ1 on the general motivation behind SNS usage is answered by identifying motives for using social networking sites, like impression management, keeping up to date, or communication, which are used to address the problem of missing user contribution in KMS. The result is a social wall that improves the user's network awareness, notifies of new content, provides an entry point to the knowledge artifacts, emphasizes information of high value, and facilitates the communication within the system (RQ2). The implemented system is evaluated using passive user tracking. The evaluation shows first evidence that the social wall increases the overall usage of the KMS as well as facilitates a longer engaging with the KMS (RQ3). A second experiment is designed and results will be available in the future.

The implementation of social software in a knowledge management setting has a few challenges. Competitors for social knowledge management and KM in general are traditional communication mediums like email or telephone. To expand the full potential of social software, network effects have to be considered. Also for the demonstrated social wall, the network effect is important and a critical mass needs to be reached for the full effect. Only in this case social features can unfold their full effect [22]. In practical application, the network effect can be supported by communication strategies within the enterprise, additional features like stronger integration of user profiles, or by enriching the wall by external information.

In future work, the evaluation needs to be carried on and the results can be input for another iteration of the design science process to further improve the integration of social features to KMS.

9 Acknowledgements

This work is based on the master thesis "Enterprise 2.0 – Integration of Social Network Functionalities Into Knowledge Management Systems" by Sebastian Sartor. In the scope of the master thesis was the design and development of the Social Wall.

10 References

[1] Acquisti, A; Gross, R (2006): Imagined communities: Awareness, information sharing, and privacy on the Facebook. In Danzezis, G; Golle, P (Hrsg), *Privacy enhancing technologies*. Springer, Berlin Heidelberg, 36–58.

[2] Agarwal, R; Gupta, AK; Kraut, R (2008): Editorial overview—The interplay between digital and social networks. Information Systems Research 19(3):243–252.

[3] Alavi, M; Leidner, DE (2001): Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. MIS Quarterly 25(1):107–136.

[4] Amabile, TM (1993): Motivational synergy: Toward new conceptualizations of intrinsic and extrinsic motivation in the workplace. Human Resource Management Review 3(3):185–201.

[5] Ardichvili, A; Page, V; Wentling, T (2003): Motivation and barriers to participation in virtual knowledge-sharing communities of practice. Journal of knowledge management 7(1):64–77.

[6] Bohn, RE (1994): Measuring and managing technological knowledge. Sloan Management Review 36:61–72.

[7] Boyd, DM; Ellison, NB (2007): Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. Journal of Computer-Mediated Communication 13(1):210–230.

[8] Brocke, J vom; Richter, D; Riemer, K (2009): Motives for using Social Network Sites (SNSs) - An analysis of SNS adoption among students. In: *Proc 22nd Bled eConference*. Bled.

[9] Bughin, J (2008): The rise of enterprise 2.0. Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice 9(3):251–259.

[10] Cassaigne, N (2002): The Dashboard: a knowledge conversion tool. In: *IEEE International Engineering Management Conference*. Cambridge, UK.

[11] Davenport, TH (2005): Thinking for a living: how to get better performances and results from knowledge workers. Harvard Business Press, Boston.

[12] Delmonte, AJ; Aronson, JE (2004): The relationship between social interaction and knowledge management system success. Journal of Knowledge Management Practice 5:

[13] Dillon, KM; Talbot, P; Hillis, WD (2005): Knowledge visualization: Redesigning the human-computer interface. Technology Review Journal 13(1):37–55.

[14] DiMicco, J; Millen, DR; Geyer, W; Dugan, C; Brownholtz, B; Muller, M (2008): Motivations for social networking at work. In: *Proc. of conf on Computer supported cooperative work*. San Diego.

[15] Dwyer, C (2007): Digital Relationships in the "MySpace" Generation: Results From a Qualitative Study. In: *Proc. of HICSS*. Waikoloa, HI.

[16] Ellison, NB; Steinfield, C; Lampe, C (2007): The benefits of Facebook "friends:" Social capital and college students' use of online social network sites. Journal of Computer-Mediated Communication 12(4):1143–1168.

[17] Facebook (2013): Key Facts. http://newsroom.fb.com/Key-Facts.

[18] Hendriks, P (1999): Why share knowledge? The influence of ICT on the motivation for knowledge sharing. Knowledge and process management 6(2):91–100.

[19] Hevner, A; March, S; Park, J; Ram, S (2004): Design science in information systems research. Mis Quarterly 28(1):75–105.

[20] Huber, GP (2001): Transfer of Knowledge in Knowledge Management Systems: Unexplored Issues and Suggested Studies. European Journal of Information Systems (10):72–79.

[21] Kakizawa, Y (2007): In-house use of web 2.0: Enterprise 2.0. NEC Technical Journal 2(2):46–49.

[22] Kollmann, T; Stöckmann, C (2011): Diffusion von Web 2.0-Plattformen. In Walsh, G; Kilian, T (Hrsg), *Web 2.0*. Springer, Berlin Heidelberg, 33–47.

[23] KPMG Management Consulting (1998): Knowledge Management Research Report. KPMG, London.

[24] Lin, N (1999): Building a network theory of social capital. Connections 22(1):28–51.

[25] Malhotra, Y; Galleta, DF (2003): Role of commitment and motivation in knowledge management systems implementation: Theory, conceptualization, and measurement of antecedents of success. In: *Proceedings of the 36th HICSS*. Hawaii.

[26] McAfee, AP (2006): Enterprise 2.0: The dawn of emergent collaboration. Management of Technology and Innovation 47(3):

[27] McAfee, AP (2009): Shattering the myths about Enterprise 2.0. IT Management Select 15(4):28.

[28] Morris, M; Pohlmann, T; Young, GO (2005): How do users feel about technology? Cambridge, Mass.

[29] Offsey, S (1997): Knowledge management: linking people to knowledge for bottom line results. Journal of Knowledge Management 1(2):113–122.

[30] Peffers, K; Tuunanen, T; Gengler, CE; et al. (2006): The design science research process: a model for producing and presenting information systems research. In: *DESRIST 2006*. Claremont, CA.

[31] Quintas, P; Lefrere, P; Jones, G (1997): Knowledge Management: a Strategic Agenda. Long Range Planning 30(3):385–391.

[32] Richter, A; Riemer, K (2009): Corporate social networking sites--modes of use and appropriation through co-evolution. In: *ACIS*. Melbourne.

[33] Richter, D; Riemer, K; Brocke, J vom (2011): Internet Social Networking: Stand der Forschung und Konsequenzen für Enterprise 2.0 (State of the Art). Wirtschaftsinformatik 53(2):89–103.

[34] Roloff, ME (1981): Interpersonal communication: The social exchange approach. Sage Publications Beverly Hills, CA.

[35] Smuts, H; Merwe, A van der; Loock, M; Kotzé, P (2009): A framework and methodology for knowledge management system implementation. In: *Proc. of SAICSIT 2009*. Johannesburg.

[36] Subrahmanyam, K; Reich, SM; Waechter, N; Espinoza, G (2008): Online and offline social networks: Use of social networking sites by emerging adults. Journal of Applied Developmental Psychology 29(6):420–433.

[37] Tissen, R; Andriessen, D (1998): Value- based Knowledge Management: Creating the 21st century company: knowledge intensive, people rich. Addison-Wesley Longman, Amsterdam.

[38] Tufekci, Z (2008): Can you see me now? Audience and disclosure regulation in online social network sites. Bulletin of Science, Technology & Society 28(1):20–36.

[39] Wasserman, S (1994): Social network analysis: Methods and applications. Cambridge university press.

[40] Williams, SP; Schubert, P (2011): An Empirical Study of Enterprise 2.0 in Context. In: *24th Bled eConference*. Bled.

[41] Zhang, L (2010): Adoption of social software for collaboration. In: *Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*. Lyon.

Planung und Erfolgskontrolle von Wissensmanagement-maßnahmen

Ulrich Schmidt

Senior Manager Wissensmanagement EnBW Energie Baden-Württemberg AG, 76131 Karlsruhe, E-Mail: ulr.schmidt@enbw.com

Tobias Gabat

Referent Konzernfinanzen / Investor Relations EnBW Energie Baden-Württemberg AG, 76131 Karlsruhe, E-Mail: t.gabat@enbw.com

Abstract

Maßnahmen werden in der betrieblichen Praxis viele initiiert und umgesetzt, ihre Wirkung bzw. deren Dauerhaftigkeit wird aber viel zu selten ermittelt. Insbesondere bei Maßnahmen aus dem Wissensmanagement ist dies von großer Bedeutung, da Investitionen in intellektuelles Kapital erfahrungsgemäß eher langfristig ihre Wirkung entfalten können. Basierend auf dieser Wirkung lässt sich dann der Erfolg einer Maßnahme ermitteln und auch steuern. Wesentliche Voraussetzung hierfür ist allerdings deren fundierte Planung und konsequente Kontrolle. Für das Wissensmanagement der EnBW wurde dazu ein praxisorientiertes und systematisches Vorgehen entwickelt, das auch auf Maßnahmen außerhalb des Wissensmanagementkontextes anwendbar ist.

1 Hintergrund

Die stetig wachsende Bedeutung des intellektuellen Kapitals wurde bei EnBW früh erkannt, weshalb seit 2005 die ‚Wissensbilanz – Made in Germany' im EnBW-Konzern zum Einsatz kommt. Dabei handelt es sich um ein Managementinstrument, das dabei hilft intellektuelles Kapital, bestehend aus Human-, Struktur- und Beziehungskapital, darzustellen und gezielt – entsprechend der jeweiligen Unternehmensstrategie – zu entwickeln [14]. Über 300 Maßnahmen wurden seitdem auf der Grundlage der Wissensbilanzergebnisse konzernweit definiert. Das Spektrum reicht von der Einführung eines Newsletters oder Lessons-Learned-Workshops über die Einrichtung eines Wikis, die Erweiterung des Schulungsangebots, die Rekrutierung von Experten, das Abonnieren von Fachinformationen bis hin zur die Umgestaltung von Arbeitsplätzen. Es handelt sich also um Wissensmanagementmaßnahmen im weitesten Sinne [14].

Im Verlauf der vielfachen Anwendung im EnBW-Konzern hat sich bestätigt, dass die ‚Wissensbilanz – Made in Germany' inzwischen einen hohen Reifegrad erreicht hat und eine fundierte Analyse der Einflussfaktoren des intellektuellen Kapitals ermöglicht. Bezüglich der Entwicklung geeigneter Maßnahmen sowie deren effektiver Umsetzung und Erfolgskontrolle bietet sie jedoch keine Hilfestellung. Für ein nachhaltiges und konsequentes Management des intellektuellen Kapitals ist dies jedoch notwendig. Darum wurde 2010 bei EnBW die Entwicklung eines Maßnahmenmanagements gestartet. Mit dessen Hilfe soll die Ableitung sinnvoller Maßnahmen (also solcher, die eine gewünschte Veränderung herbeiführen und eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit aufweisen) und deren effektive wie effiziente Einführung gewährleistet werden [14]. Nachfolgend wird dargestellt wie ein Maßnahmenmanagement ausgestaltet und damit nützliche Maßnahmen in einem Unternehmen identifiziert werden können.

2 Grundlagen für ein erfolgreiches Maßnahmenmanagement

Am Anfang der Konzeption stand die Auswertung jener Maßnahmen, die bisher bei EnBW aus Wissensbilanzen abgeleitet wurden. Diese Analyse förderte insbesondere die Erkenntnisse zutage, dass sowohl Art als auch Umfang einer Wissensmanagementmaßnahme in der betrieblichen Praxis äußerst unterschiedlich ausgeprägt sein können (siehe die Beispiele im vorherigen Kapitel). Demzufolge lassen sich Maßnahmen in diesem Zusammenhang nur sehr unspezifisch beschreiben. Es handelt sich bei ihnen um zielgerichtete und langfristig – oft sogar unbefristet – angelegte Aktivitäten, mit denen in einem Unternehmen (oder jeder anderen Art von Organisation) eine vordefinierte, nachhaltige oder zumindest länger anhaltende Veränderung erreicht werden soll. Bezogen auf die Anwendung bei EnBW lässt sich ihre Zielsetzung noch folgendermaßen konkretisieren: Ihr Ziel ist es in einem klar umrissenen Kontext Einflussfaktoren des intellektuellen Kapitals zu verbessern und dauerhaft auf dem für die Sicherung des Unternehmenserfolgs benötigten Niveau zu halten.

Schon in einem frühen Stadium der Konzeption hat sich außerdem herauskristallisiert, dass sich die Aufgaben, die im Rahmen des Maßnahmenmanagements wahrzunehmen sind, über die Zeit inhaltlich signifikant verändern. Es lag deshalb nahe, sie bestimmten Lebenszyklusphasen zuzuordnen. Die Unterteilung in Konzeptions-, Einführungs-, Betriebs- und Nachbereitungsphase [3] hat sich dabei für die Zwecke des Maßnahmenmanagements als besonders sinnvoll erwiesen (siehe Bild 1). Auf der Grundlage dieses Phasenmodells lassen sich die mit einer Maßnahme in Verbindung stehenden Aufgaben bzw. Effekte klar voneinander abgrenzen, was die Zuordnung von Verantwortlichkeiten sowie die Auswertung von Ergebnissen und deren Darstellung erleichtert. Inhaltlich decken die einzelnen Phasen folgende Aktivitäten ab:

- Die **Konzeptionsphase** beginnt mit der Erarbeitung verschiedener Lösungsalternativen. Dabei hat es sich als sinnvoll erwiesen, ein Team zusammenzustellen, in dem alle an der Maßnahme Beteiligten und von der Maßnahme Betroffenen, wie z.B. die späteren Anwender und unterstützende Bereiche (z.B. Personalentwicklung, IT oder Unternehmenskommunikation), vertreten sind. Die frühzeitige Einbindung dieser Personen bei der Planung hat den erwünschten Effekt, dass die mit der Einführung der Maßnahme verbundenen Veränderungen von diesen Personen mitgetragen werden und ferner bei der Konzeption alle erfolgsrelevanten Gesichtspunkte Berücksichtigung finden. Am Ende der Konzeptionsphase stehen eine oder mehrere konkret ausgearbeitete Maßnahmen. Außerdem wird ein Maßnahmenverantwortlicher benannt, dem die Einführung und Umsetzung der Maßnahme obliegt [15].

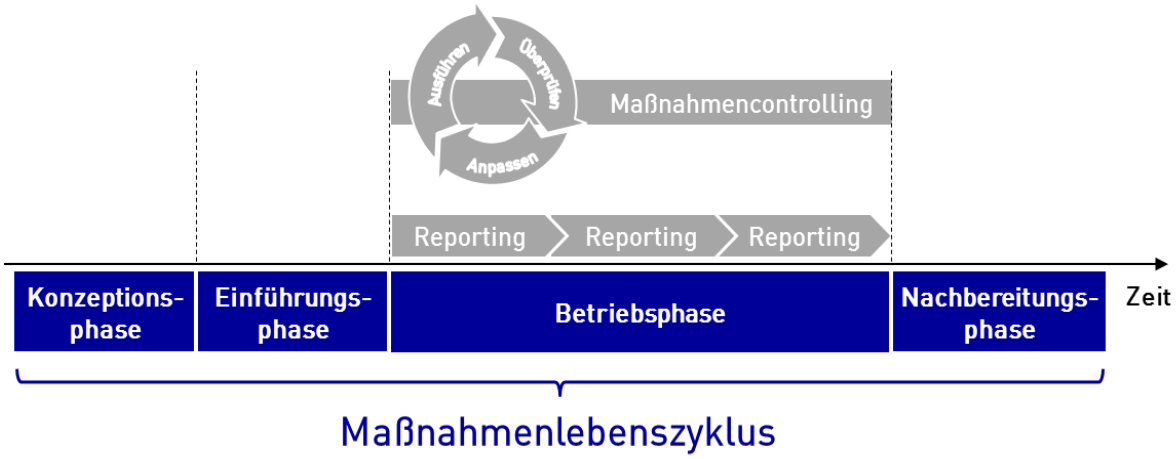


Bild 1: Bestandteile des Maßnahmenmanagements

- Die Implementierung ist der erste Schritt im Rahmen der **Einführungsphase**. Hier wird die Maßnahme in der Organisation verankert. In Abhängigkeit vom Umfang der Maßnahme kommen in dieser Phase mehr oder weniger ausgeprägt Elemente einer klassischen Projektdurchführung (wie z.B. nach DIN 69900 – DIN 69901) zur Anwendung. Die Vermittlung des Nutzens der Maßnahme für die Anwender sowie der Maßnahmenverantwortliche tragen in dieser Phase wesentlich zur erfolgreichen Einführung bei. Darüber hinaus ist es zu diesem Zeitpunkt wichtig die Verbindlichkeit der Maßnahme für ihre Zielgruppe sicherzustellen [15]. Eine Flankierung der Einführungsphase mit Kommunikationsmaßnahmen ist somit unbedingt geboten.
- Mit dem Übergang in den „Regelbetrieb“ setzt die **Betriebsphase** ein. Der Maßnahmenverantwortliche führt das Controlling fort, das er im Verlauf der Einführungsphase sukzessive begonnen hat (Details hierzu siehe unter Kapitel 3.2 Maßnahmencontrolling). Die Ergebnisse des Controllings bilden die Grundlage für ein Reporting, das mindestens einmal im Jahr erfolgt. Hiermit soll gewährleistet werden, dass nur wirksame und gegenwärtig auch relevante Maßnahmen betrieben werden [14, 15].
- Mit der **Nachbereitungsphase** beginnt der letzte „Lebensabschnitt“ einer Maßnahme. Erster Schritt ist ihre Einstellung. Im Anschluss hat der Maßnahmenverantwortliche die Aufgabe den Entwicklungsverlauf der Maßnahmen über den kompletten Lebenszyklus hinweg abschließend zu dokumentieren. Hiermit geht auch die Bewertung der Maßnahme bezüglich ihrer Wirkung und ihres Nutzens sowie des von ihr induzierten Aufwands einher. Die zentralen Ergebnisse dieser Analyse werden in sogenannten „Lessons Learned“ erfasst und dienen dem Good-Practice-Transfer

innerhalb des Unternehmens. Dabei ist insbesondere festzuhalten, welche Einflussgrößen sich während des gesamten Lebenszyklus als besonders erfolgskritisch herausgestellt haben. Sollen einmal vergleichbare Maßnahmen umgesetzt werden, dann lässt sich so die Wiederholung von Fehlern vermeiden. Zudem ist zu überprüfen, welche Prozesse und Strukturen, die zusammen mit der Maßnahme eingeführt wurden, noch benötigt werden. Anderenfalls sind diese zu eliminieren. Darüber hinaus sollte geklärt werden, inwieweit sich während der Betriebsphase bestimmte Verhaltensmuster, Überzeugungen und Meinungen etabliert haben, die nach Einstellung der Maßnahme als störend oder gar kontraproduktiv einzuschätzen sind und deshalb systematisch „verlernt“ werden müssen [15].

Ein weiteres wichtiges Ergebnis, das sich aus der Rückschau auf die zurückliegenden Jahre ergeben hat, war die Erkenntnis, dass allein die Überprüfung der Umsetzung einer Maßnahme für einen schlüssigen Erfolgsnachweis nicht ausreicht. Mit der Überwachung der Umsetzung einer Maßnahme lässt sich im Grunde nur nachweisen, ob und wie viel Zeit und Geld investiert wurden, mehr nicht. Die Umsetzung (z. B. die Durchführung einer Schulung) alleine sagt noch nichts über das Ergebnis der Maßnahme aus. Hierfür gilt es zu klären, ob die mit der Maßnahme verbundenen und gewünschten Effekte eingetreten sind (z. B. der Lerneffekt nach einer Schulung). Ist dies der Fall, dann ist zumindest schon einmal ein Potenzial vorhanden. Für einen schlüssigen Erfolgsnachweis reicht das aber noch immer nicht aus. Erst wenn das Potenzial (z. B. das Erlernte) zur Anwendung kommt, wird ein Nutzen geschaffen und man kann von einer wirksamen Maßnahme sprechen. Zur Messung des Erfolgs muss abschließend noch der Umfang der Anwendung ermittelt werden (siehe Bild 2). Dies alles regelmäßig nachzuverfolgen, gehört zu einem effektiven Maßnahmenmanagement, was nichts anderes bedeutet, als dass ein fundiertes Controlling integraler Bestandteil des Maßnahmenmanagements sein muss.

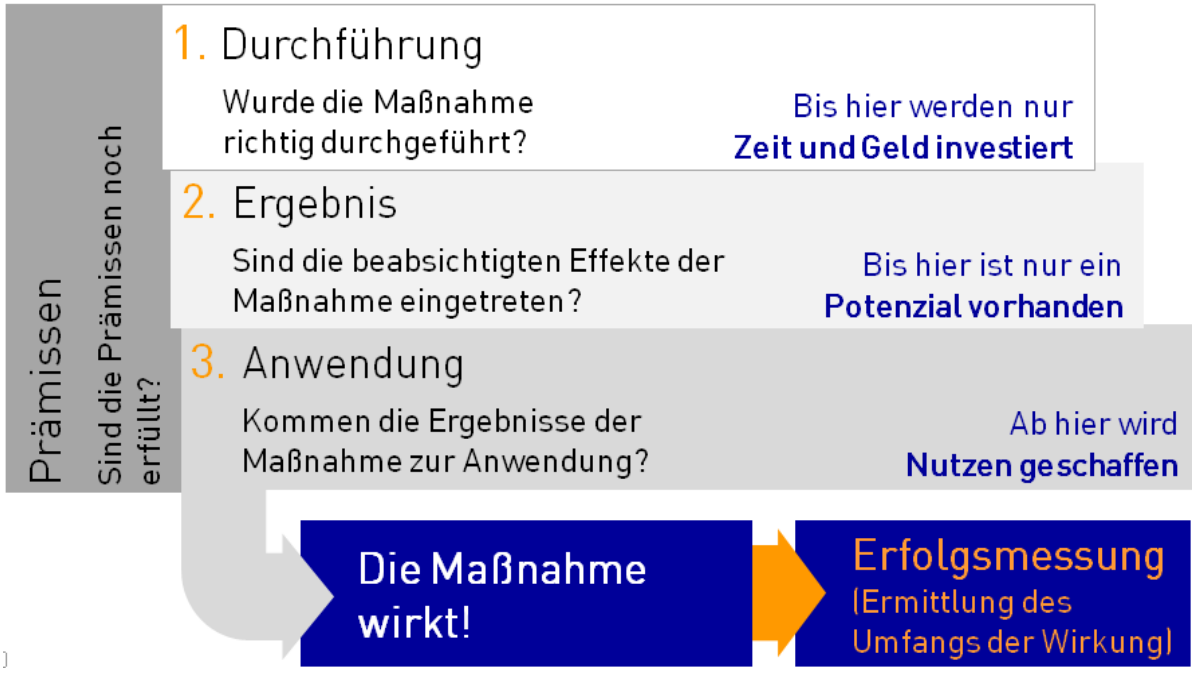


Bild 2: Nachweis der Wirkung und die Messung ihres Erfolgs

3 Konzept für eine systematische Planung und Erfolgskontrolle von Wissensmanagementmaßnamen

Welche konkreten Ziele muss nun ein Maßnahmenmanagement in der betrieblichen Praxis angesichts der oben dargestellten Erkenntnisse und Anforderungen erfüllen? Es soll einerseits helfen, sinnvolle Maßnahmen, also solche, die eine gewünschte Veränderung herbeiführen und eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit aufweisen, zu definieren und eine effektive wie effiziente Einführung zu gewährleisten. Andererseits soll es den Erfolg von Maßnahmen regelmäßig überprüfen, um die Auskunftsfähigkeit bezüglich des Status von Maßnahmen zu verbessern sowie ggf. nachsteuern zu können. Und außerdem soll mittels Maßnahmenmanagement das Erfassen und Teilen von Erfahrungen, die im Laufe der Zeit mit den Maßnahmen gemacht werden, gewährleistet werden.

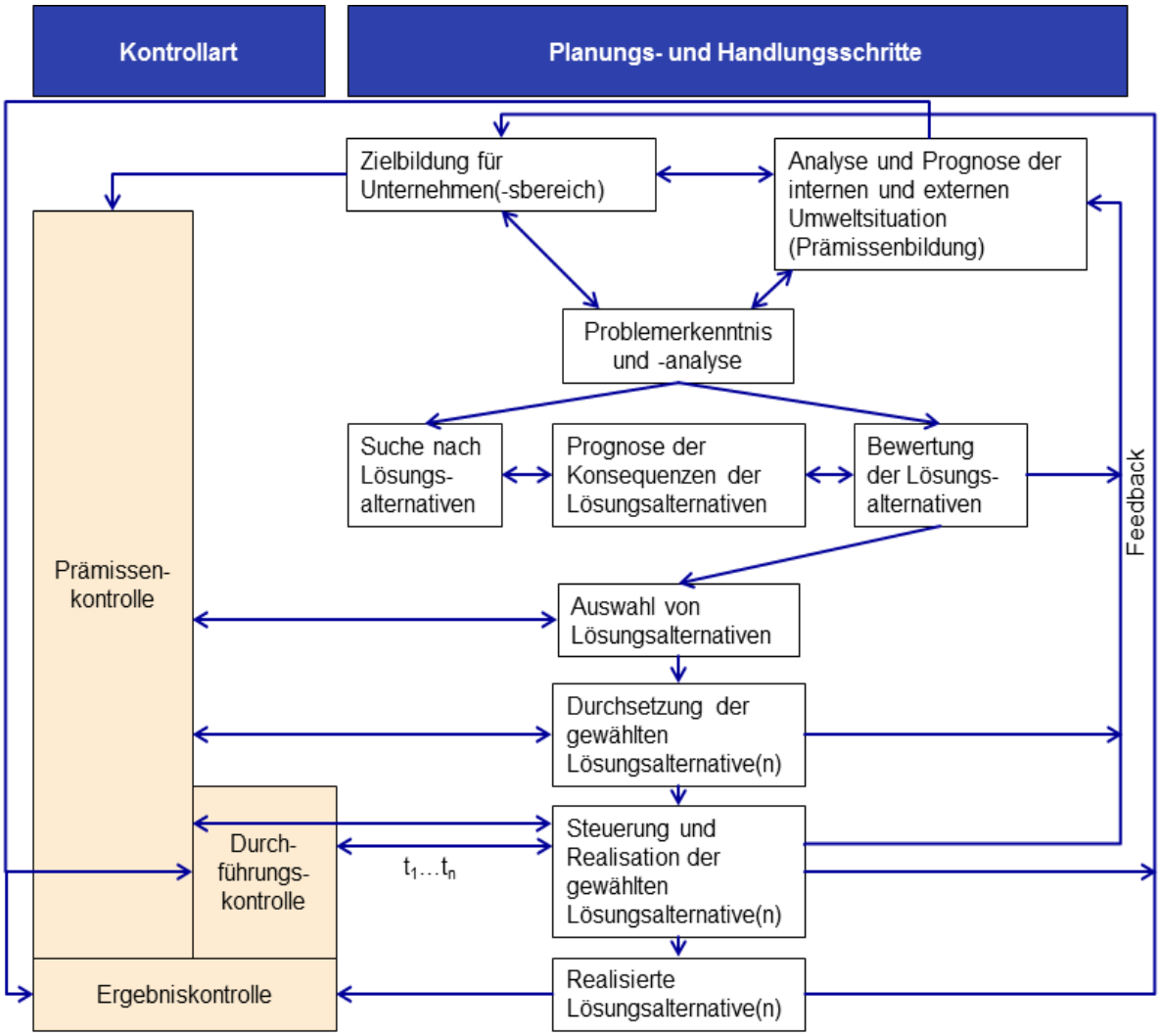


Bild 3: Planungs- und Handlungsschritte mit dazugehörigen Kontrollarten [12]

Letzteres kann in der Nachbereitungsphase mit bewährten Instrumenten aus dem operativen Wissensmanagement, wie z.B. einem ‚Debriefing' oder einer ‚Wissensstafette', sichergestellt werden. Teilweise gilt dies auch für die Konzeption und Einführung. Wissensmanagementnahe Instrumente wie ‚Future Backwards' oder ‚Scrum' können hier in gewissem Umfang unterstützen. Für eine zielführende Überprüfung von Maßnahmen leisten die gängigen Wissensmanagementinstrumente allerdings keine Hilfestellung. Um dies zu ermöglichen, wurde eine entsprechende Vorgehensweise entwickelt. Sie orientiert sich an der Planung und Kontrolle, wie sie im Kontext der

Unternehmensführung praktiziert wird [5]. Wie aus Bild 3 ersichtlich ist, lassen sich auf dieser Grundlage sowohl die Planung von Wissensmanagementmaßnahmen als auch die oben dargestellte Ermittlung der Wirkung und die Messung des Erfolgs von Maßnahmen in einem integrierten Planungs- und Kontrollprozess abbilden. Für die Umsetzung dieses Prozesses in der betrieblichen Praxis wurde ein Template erstellt, das systematisch durch alle wesentlichen Planungs- und Kontrollschritte führt und Unterstützung bei der Suche nach Kennzahlen bietet.

Mit diesem Planungs- und Kontrollprozess werden die ersten drei Phasen des Maßnahmenlebenszyklus vollständig abgedeckt. Während der Betriebsphase ist die Kontrolle fester Bestandteil des Maßnahmencontrollings.. Dass insbesondere hier Handlungsbedarf besteht, hat die Überprüfung älterer Wissensbilanzmaßnahmen offenbart. In einigen Fällen war die Relevanz nach einigen Jahren nicht mehr gegeben, in anderen Fällen hat sich gezeigt, dass die ursprünglich vorhandene Wirkung zwischenzeitlich verloren gegangen ist und die Maßnahme modifiziert werden muss, um den gewünschten Erfolg wieder zu erlangen.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die wesentlichen Schritte des eben vorgestellten Planungs- und Kontrollprozesses für Wissensmanagementmaßnahmen näher erläutert.

3.1 Maßnahmenplanung

Erster Schritt im Maßnahmenmanagement ist die Planung, die der Konzeptionsphase des Maßnahmenlebenszyklusses entspricht. Allgemein wird darunter das systematische Durchdenken und Treffen von Koordinationsentscheidungen, die in die Zukunft hineinwirken, verstanden [10, 5]. Hauptaufgabe der Planung ist es, die Ziele und Wirkung einer Maßnahme möglichst detailliert und nachvollziehbar zu formulieren [8]. Der Planungsprozess gliedert sich dabei in mehrere Schritte. Am Anfang steht die Analyse der Ausgangssituation [20, 8]. Aus den daraus abgeleiteten Prämissen, also den Planungsannahmen, erfolgt dann ein Abgleich mit den Zielen der Maßnahme [7]. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Frage, welche Art von Nutzen mit der Maßnahme primär generiert werden soll. Die Definition einer primären Nutzendimension zu diesem Zeitpunkt hat sich für den weiteren Verlauf des Maßnahmenmanagements insbesondere deshalb als sehr hilfreich erwiesen, weil so der Zweck einer Maßnahme in den betrieblichen Gesamtkontext eingeordnet und damit ihre Sinnhaftigkeit nachvollziehbarer dargestellt werden kann. Dabei sind folgende Nutzendimensionen [9] grundsätzlich zu unterscheiden:

- **Optimierung des Ressourceneinsatzes:** Maßnahmen, die auf die Optimierung der im Rahmen von Wertschöpfungsaktivitäten genutzten Ressourcen abzielen.
- **Stützung des Absatzes:** Maßnahmen, die auf die Absicherung, Steigerung oder Erweiterung des Absatzes ausgerichtet sind.
- **Pflege der Reputation:** Maßnahmen, die der Fortentwicklung der Unternehmensmarke, dem Auf- und Ausbau und dem Schutz des Images sowie der Reputation des Unternehmens dienen.
- **Förderung der Mitarbeiteridentifikation:** Maßnahmen, die die Loyalität und Bindung der Mitarbeiter gegenüber dem Unternehmen unterstützen.
- **Flankierung der Risikoprävention:** Maßnahmen, die eine Vermeidung, Verminderung oder Begrenzung von potenziellen Risiken bewirken.

Nächster Schritt ist die Problemerkenntnis und -analyse [6], wobei an dieser Stelle auf die Ergebnisse der Wissensbilanz zurückgegriffen werden kann. Hierauf folgt die Suche nach Alternativen, um das Problem zu lösen. Für die Lösungsalternativen werden Prognosen entworfen, um daraus resultierende

Konsequenzen ersichtlich zu machen [20, 7]. Anhand der prognostizierten Konsequenzen und in Abstimmung mit den Zielen werden die Alternativen beurteilt. Anschließend wird jene Lösungsalternative ausgewählt, die mit den zugrunde gelegten Prämissen am besten übereinstimmt und den höchsten Zielbeitrag verspricht [6]. In der darauffolgenden Durchsetzung (hierbei handelt es sich um die Einführungsphase) müssen Abläufe und Termine konkretisiert, die durchführenden Personen motiviert und ein entsprechendes Budget veranschlagt werden [7]. Falls die Realisierung nicht wie gewünscht abläuft, muss nachgesteuert und bei Bedarf nochmals neu geplant werden.

3.2 Maßnahmencontrolling

Die operative Kontrolle kann schon während der Einführungsphase starten, beginnt aber spätestens mit der Betriebsphase. Ihre wesentlichen Aufgaben bestehen darin, Vergleiche durchzuführen und dafür ein Messinstrumentarium bereitzustellen. Sie hat die Aufgabe zu überprüfen, wie effizient die Maßnahmenziele erreicht wurden [18]. Dem neueren Kontrollverständnis entsprechend setzt sich die operative Kontrolle aus mehreren Bestandteilen zusammen. Neben der Prämissenkontrolle werden hier die Durchführungs- und Ergebniskontrolle aufgeführt [12, 18].

3.2.1 Operative Prämissenkontrolle

Die Prämissenkontrolle, auch kurz erklärt mit Wird-Ist-Vergleich, hat die Aufgabe, die Planannahmen zu überwachen, indem sie die Annahmen mit der Wirklichkeit vergleicht [4]. Veränderungen im Umfeld oder in der Ressourcenbasis können letztlich ein anderes Handlungsprogramm erfordern und somit der derzeitigen Handlung den Nutzen entziehen. Deshalb muss die ausgewählte Maßnahme regelmäßig auf die Gültigkeit der zugrunde gelegten Prämissen hin untersucht werden [1]. So kann z.B. eine SAP-Schulung nutzlos werden, wenn das Unternehmen auf ein Oracle-System umstellt. Des Weiteren sind, soweit möglich, Wirkungszusammenhänge zu prüfen. Auf das Beispiel der SAP-Schulung bezogen, würde dies bedeuten, dass für die SAP-Trainingssysteme keine Updates mehr gekauft werden und stattdessen die Einführung eines Oracle-Trainingssystems vorangetrieben wird. Zur Prämissenkontrolle sind Indikatoren heranzuziehen, mit denen Prämissen konkret messbar gemacht werden können. Falls die Wird-Größen nicht mit den Ist-Größen übereinstimmen, müssen die Planannahmen hinterfragt und ggf. korrigiert werden [2]. In einem dynamischen Umfeld mit hoher Komplexität kann nicht davon ausgegangen werden, dass Planannahmen über einen längeren Zeitraum konstant bleiben. Aus diesem Grund greift die Prämissenkontrolle von der Prämissenbildung bis zur Lösungsrealisation [13]. Dies schließt auch den Durchsetzungsprozess ein.

3.2.2 Operative Durchführungskontrolle

Im Rahmen der Durchführungskontrolle wird die Umsetzung einer Maßnahme anhand der bei der Planung festgelegten Zwischenziele, den sogenannten Meilensteinen, überprüft [5]. Um die Gegensteuerungsfunktion der operativen Kontrolle nutzen zu können, ist eine Abfrage der aktuellen Zielerreichung mit einem Teil-Soll-Ist-Vergleich ebenso notwendig wie ein Soll-Wird-Vergleich [19]. Synonym zur Durchführungskontrolle wird oftmals der Begriff Planfortschrittskontrolle verwendet. Die Durchführung einer Maßnahme wird hier anhand von qualitativen und quantitativen Größen festgestellt. Eine qualitative Größe kann z.B. der subjektiv beurteilte Kompetenzgewinn von Schulungsteilnehmern sein. In diesem Fall wäre ein quantitativer Faktor die Anzahl der geschulten Mitarbeiter.

3.2.3 Operative Ergebniskontrolle

Bei der Ergebniskontrolle werden die Sollwerte mit den Istwerten verglichen. Mit ihrer Hilfe wird ermittelt, inwiefern der Plan eingehalten oder verfehlt wurde [2]. In letzterem Fall muss dann geprüft

werden, welche Konsequenzen zu ziehen sind. Dies kann sowohl auf eine Modifikation der Maßnahme als auch auf ihre Einstellung hinauslaufen. Eventuell sind weitere Analysen nötig, um die genauen Abweichungsursachen festzustellen. Die Ursachen können bereits aus der Durchführungskontrolle ersichtlich sein, was auf Planungsfehler zurückgeführt werden kann, d.h. auf eine fehlerhafte Analyse oder Prognose [17]. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, dass die Maßnahme richtig umgesetzt wurde, aber nicht der erwünschte Effekt erzielt wird. Im Falle einer Schulung tritt ggf. der Lerneffekt nicht ein, weil das didaktische Konzept nicht angemessen auf die Schulungsteilnehmer abgestimmt wurde.

3.2.4 Operative Anwendungskontrolle

Die Anwendungskontrolle wurde dem klassischen Kontrollschema hinzugefügt, denn man kann nicht automatisch davon ausgehen, dass die Erfolgspotenziale einer Maßnahme auch tatsächlich genutzt werden. Mit ihrer Hilfe wird erhoben, ob die Erfolgspotenziale überhaupt schon zur Anwendung gekommen sind und somit ihre Wirkung entfalten konnten. Trifft dies zu, so gilt es außerdem zu ermitteln, in welchem Umfang dies geschehen ist, um hieraus den konkreten Erfolg einer Maßnahme ableiten zu können. Am Beispiel einer Schulung bedeutet das, zu erheben, ob das Erlernte von den Schulungsteilnehmern bisher schon genutzt wurde und, wenn ja, wie oft.

3.3 Sollwertedefinition und Maßnahmencontrolling

Um im Rahmen des Maßnahmencontrollings die Durchführungs-, Ergebnis- und Anwendungskontrolle durchführen zu können, sind für die jeweiligen Kennzahlen Sollwerte zu definieren. Für ein pragmatisches Maßnahmencontrolling hat es sich dabei als sinnvoll herausgestellt, keinen exakten Sollwert, sondern vielmehr einen unteren und einen oberen Schwellenwert zu bestimmen. Der untere Schwellenwert legt fest, ab wann eine Maßnahme als durchgeführt gilt, ab wann man das Eintreten des gewünschten Effekts erkennen kann bzw. ab wann man davon sprechen kann, dass die Ergebnisse der Maßnahmen genutzt werden. Der obere Schwellenwert kann natürlich bedingt sein oder per Definition festgelegt werden [16]. Am Beispiel der Maßnahme ‚Durchführung eines Abteilungs-Jour-Fixe' wird diese Maßnahme durch 260 Arbeitstage im Jahr natürlich begrenzt. In der betrieblichen Praxis ist der obere Schwellenwert aber sinnvollerweise mit maximal 52 pro Jahr festgelegt.

Diese Obergrenze ist vernünftig zu setzen, da andernfalls der Aufwand einer Maßnahme den Nutzen übersteigt und der Nettonutzen negativ ausfällt oder aber die Maßnahme dafür nicht mehr angemessen ist. Bei einem negativen Nettonutzen sollte die Maßnahme eingestellt werden. Zwischen dem unteren und oberen Schwellenwert entsteht ein Soll-Toleranzbereich, in dem es nicht notwendig ist, Abweichungsanalysen durchzuführen [1]. Für die Anwendungskontrolle muss nur ein unterer Schwellenwert festgelegt werden, den die Maßnahme erreichen muss, um einen positiven Nettonutzen zu erzeugen. Bei dieser Kontrollform ist es nicht zweckmäßig, einen oberen Schwellenwert zu definieren, da davon ausgegangen werden kann, dass durch eine wiederholte Anwendung des Ergebnisses kein negativer Nutzen erzeugt wird. Für alle Kennzahlen ist es wichtig, die Datenquelle, die Berechnungsmethode und die Maßeinheit im Template zu erfassen. Bei den letzten beiden Kontrollformen ist die Erhebungsmethode ebenfalls festzuhalten, damit für die Kontrolle ein standardisiertes Verfahren vorliegt und Auswertungsfehler minimiert werden.

Im Zuge des Maßnahmencontrollings kann auf dieser Grundlage festgestellt werden, inwiefern eine Maßnahme die gesteckten Ziele erreicht hat und ob gegebenenfalls koordinierend eingegriffen werden muss. Bei einer inakzeptablen Unterschreitung der Planwerte müssen Optimierungsschritte eingeleitet werden. Ist dauerhaft keine Verbesserung erkennbar, muss die Maßnahme eingestellt werden.

4 Erfolgskontrolle am Beispiel einer Community of Practice

Die zentrale Wissensmanagementabteilung der EnBW hat im Juni 2006 eine konzernweite ‚Community of Practice (CoP) Wissensmanagement' initiiert, also ein offenes Netzwerk für alle Personen mit Interesse an diesem Thema. Ziel dieses Netzwerks ist es, einerseits den Erfahrungsaustausch und die Vernetzung zwischen den an Wissensmanagement Interessierten zu fördern und andererseits Doppelarbeit auf dem Gebiet des Wissensmanagements innerhalb des Konzerns zu vermeiden. Dazu wird in der CoP Transparenz über bestehende und bewährte Methoden, sogenannte Good Practices, aus dem Wissensmanagement, Projektmanagement und Prozessmanagement geschaffen. Um die gewünschte Transparenz zu erreichen bestehen die Treffen immer aus folgenden drei Teilen:

- einem informellen persönlichen Austausch der Mitarbeiter untereinander,
- einem oder mehreren Vorträgen zu einer wissensrelevanten Methode bzw. einem Thema mit Bezug zum Wissensmanagement und
- einer anschließenden praktischen Übung in Kleingruppen zum Vorgetragenen.

Der Logik des oben vorgestellten Konzepts zur Erfolgskontrolle folgend wurden im Frühjahr 2012 für die Durchführungs-, Ergebnis- und Anwendungskontrolle folgende Kennzahlen bzw. Bewertungskriterien definiert:

Durchführungskontrolle

1. Anzahl der Treffen pro Jahr
2. Durchschnittliche Teilnehmer pro Jahr

Ergebniskontrolle

1. Praxisrelevanz des Inhalts des CoP-Treffens
2. Neue berufsrelevante Kontakte

Anwendungskontrolle

1. Häufigkeit der Anwendung von Good Practices
2. Häufigkeit der Nutzung von Netzwerkkontakten

Die Prämissenkontrolle erfolgt jährlich im Rahmen der Zielvereinbarung mit der Bereichsleitung. Hier wird überprüft, ob das Ziel der CoP Wissensmanagement noch Relevanz hat, was hauptsächlich durch einen Abgleich mit den strategischen Zielen des Personalbereichs sowie des Konzerns erfolgt. Für die Durchführungskontrolle werden bei dieser Gelegenheit außerdem die Schwellenwerte festgelegt.

Um pilothaft den Erfolg der Maßnahme ‚CoP Wissensmanagement' zu kontrollieren, wurde für ein CoP-Treffen im September 2011 der Nutzen für die Teilnehmer evaluiert. Vier Monate nach der Sitzung wurden ca. 50 %[1] der Teilnehmer des Treffens mit Blick auf die im Template hinterlegten Erfolgsgrößen telefonisch befragt. Hierdurch konnten Interpretationsfehler seitens der Befragten vermieden sowie quantitative Daten und individuelle Bemerkungen berücksichtigt werden. Die Teilnehmer wurden nicht von den CoP-Veranstaltern befragt, um möglichst offene und unbeeinflusste Antworten zu bekommen. Die Gesamtergebnisse der Befragung wurden dann im Kontrollabschnitt (Datenblatt für die Erfassung der Messwerte) des Templates dokumentiert. Die Ergebniskontrolle erbrachte folgende Resultate:

[1] Entspricht 25 Personen

1. Praxisrelevanz des Inhalts des CoP-Treffens

   Um das Potenzial für eine Anwendung der Good Practice zu ermitteln, wurden die Teilnehmer befragt, wie informativ die Veranstaltungsinhalte für den Berufsalltag waren und konnten dies auf einer Skala von 0 (‚nicht informativ') bis 10 (‚sehr informativ') beantworten. Der untere Schwellenwert von 7 wurde mit einem Wert von 7,28 erkennbar überschritten.

2. Neue berufsrelevante Kontakte

   Die Teilnehmer wurden gefragt, ob sie bei der letzten CoP neue berufsrelevante Kontakte knüpfen konnten. 48% der Befragten haben dies bejaht. Der untere Schwellenwert von 30% für die ‚Kontaktknüpfung' wurde damit signifikant überschritten.

Die Rückmeldungen bezüglich der Anwendungskontrolle stellen sich folgendermaßen dar:

1. Häufigkeit der Anwendung von Good Practices

   Die Teilnehmer wurden befragt, ob sie schon einmal eine Good Practice aus der letzten CoP anwenden konnten. 52 % konnten mindestens eine bewährte Lösung in den letzten fünf Monaten anwenden. Der untere Schwellenwert von 25 % wurde also weit übertroffen.

2. Häufigkeit der Nutzung von Netzwerkkontakten

   Teilnehmer, die einen Kontakt bei der letzten CoP geknüpft haben, wurden gefragt, wie häufig sie bereits auf dieses Netzwerk zurückgegriffen haben. Über alle befragten Teilnehmer hinweg ergab sich eine durchschnittliche Nutzung der Kontakte von 1,36-mal. Dieser Wert liegt ebenfalls erkennbar über dem unteren Schwellenwert von 1.

Im Rahmen der Telefoninterviews wurden die Befragten außerdem hinsichtlich der Zeitersparnis, die sich für sie aufgrund der Anwendung der durch das CoP-Treffen vermittelten Good Practice ergeben hat, um eine Einschätzung gebeten. Auf der Grundlage dieser Aussagen ist dann eine Aufwands- und Ertragsberechnung möglich. Hierzu werden alle Aufwendungen wie Raummiete, Bewirtung, Opportunitätskosten durch den Zeitaufwand der Mitarbeiter, Referenten und Organisatoren herangezogen. Auf der Ertragsseite wird die bisherige Zeitersparnis der Teilnehmer durch die Anwendung der Good Practice angerechnet. So ergibt sich ein Nettoaufwand oder -ertrag. Im Pilotfall war es ein vierstelliger Nettoaufwand über alle Teilnehmer hinweg.

Abseits der Zeitersparnis bestehen jedoch noch weitere, meist qualitative Nutzeneffekte, wie der Kontaktwert oder der Multiplikatoreffekt, die während der Telefoninterviews ebenfalls erfragt wurden. So wird der Wert der Kontakte, also in der CoP Kontakte zu knüpfen und damit das berufliche Beziehungsnetz zu erweitern, von den Teilnehmern geschätzt. Dadurch konnten die Teilnehmer Ansprechpartner für spezielle Themen finden, Vertrauen aufbauen und es wurden neue Problemlösungen entdeckt, die in der CoP nicht so intensiv thematisiert wurden. Der Multiplikatoreffekt entsteht dadurch, dass die Teilnehmer der CoP die Good Practice in ihrem Arbeitsumfeld kommunizieren. Diese kann dazu führen, dass die Good Practice dann durch andere Personen, die gar nicht an dem CoP-Treffen teilgenommen haben, zur Anwendung gebracht wird [11].

Ein weiterer Nutzen der CoP, der bei den Telefoninterviews allerdings nicht erfragt wurde, kann in „passivem Wissen" bestehen. Das bedeutet, dass die Teilnehmer die Good Practice zwar nicht angewendet haben, sich aber durch das Vorwissen der CoP womöglich eine nähere Beschäftigung mit der Good Practice ersparen konnten. Dieser Nutzenaspekt wäre eine Erklärung, warum der

Informationswert der Veranstaltungsinhalte mit 7,28 im oberen Drittel der Skala eingestuft wurde, aber nur die Hälfte der Teilnehmer eine Good Practice anwenden konnte.

Da die Evaluation jedes einzelnen CoP-Treffens mit Hilfe von Telefoninterviews ziemlich aufwändig ist, gibt es inzwischen Überlegungen, wie dieser Aufwand reduziert werden kann. Die einfachste Lösung scheint im Moment die Verwendung einer Feedback-Karte, mit der direkt am Ende eines CoP-Treffens von den Teilnehmern Rückmeldungen eingeholt werden können. Auf deren Grundlage wäre dann zumindest eine Erfolgs- und Anwendungsprognose möglich. In einem gewissen Umfang ist mit der Verwendung der Feedback-Karten sogar eine ex post Erhebung möglich, denn die Erfahrung hat gezeigt, dass ein großer Teil der Besucher der CoP-Treffen sehr häufig an den Veranstaltungen teilnimmt. Es ist deshalb durchaus sinnvoll auf der Rückseite der Feedbackkarte Bewertungen zu einem schon mehrere Monate zurückliegenden Treffen abzufragen. Alle Personen, die die letzte Veranstaltung besucht haben, erhalten damit die Möglichkeit rückblickend die Anwendung und damit den tatsächlichen Erfolg zu beurteilen.

5 Fazit und Ausblick

Die bisherigen Erfahrungen lassen darauf schließen, dass eine systematische Planung vor allem im Vorfeld einer langlaufenden Wissensmanagementmaßnahme vielseitig Nutzen stiften kann. Sie führt zu einem besseren Verständnis und einer vereinfachten Bearbeitung, weil mit ihrer Hilfe die Gesamtproblematik besser strukturiert werden kann. Diese Strukturierung wiederum erleichtert die Aufgabenkoordination. Darüber hinaus hat sich bestätigt, dass diese Form der Planung der Risikoerkennung und Risikominimierung dienen kann, da Handlungsalternativen und deren Auswirkungen analysiert werden.

Es hat sich allerdings auch gezeigt, dass die Planung und Kontrolle von Maßnahmen mit einem nicht zu leugnenden Aufwand z.B. durch Opportunitätskosten verbunden ist. Dieser Kontrollaufwand muss jedoch insbesondere bei langfristig angelegten Maßnahmen im Verhältnis zu einer fehlerhaften Maßnahmenumsetzung gesehen werden. In wie fern dann der Kontrollaufwand langfristig getragen werden kann hängt zum einen von der Priorität der Maßnahme und zum anderen vom Reportingbedarf des Managements ab.

Durch das Maßnahmenreporting kann neben der Informationswirkung im Unternehmen ebenfalls eine Außenwirkung erzielt werden. So können durch die Einbindung der Maßnahmenergebnisse in das externe Unternehmensreporting den Kapitalmärkten konkrete Beispiele aufgezeigt werden, die Investitionen in das intellektuelle Kapital eines Unternehmens zur Folge haben und Informationsassymetrien zwischen den Stakeholdern abgebaut werden.

Das hier vorgestellte Konzept wurde zwar ursprünglich für das Management von Wissensbilanzmaßnahmen entwickelt, hat sich aber in den letzten drei Jahren auch bei Maßnahmen im allgemeinen Wissensmanagementkontext als nützlich herausgestellt. Offenbar hat es sogar universellen Charakter und ist deshalb auch bei Maßnahmen aus dem Qualitätsmanagement, der Arbeitssicherheit, dem Marketing, der Öffentlichkeitsarbeit, dem Personalmanagement usw. ohne größere Veränderungen einsetzbar. So können diese Funktionen ihre „weichen“ Aktivitäten mit „harten“ Kennzahlen unterlegen, um ihrem Management einen Erfolgsnachweis zu liefern und somit ihre Akzeptanz steigern.

6 Literatur

[1] Becker, F (2011): Grundlagen der Unternehmensführung – Einführung in die Managementlehre, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

[2] Bea, X; Haas, J (2009): Strategisches Management, UTB, Stuttgart.

[3] Birkle, AC (2010): Bachelorarbeit – Konzeption eines Maßnahmencontrollings im Anschluss an eine Wissensbilanzierung, Karlsruhe, Duale Hochschule Baden-Württemberg.

[4] Burr, W; Stephan, M; Werkmeister, C (2011): Unternehmensführung – Strategien der Gestaltung und des Wachstums von Unternehmen, Vahlen, München.

[5] Dillerup, R; Stoi, R (2013): Unternehmensführung. Vahlen, München.

[6] Hahn, D; Bleicher, K (2006): Organisationsplanung als Gegenstand der strategischen Planung, S. 313, in: Hahn, D; Taylor, B: Strategische Unternehmensplanung – Stand und Entwicklungstendenzen, Springer, Berlin/Heidelberg.

[7] Horváth, P (2009): Controlling, Vahlen, München.

[8] Hungenberg, H; Wulf, T (2011): Grundlagen der Unternehmensführung, Springer, Berlin/Heidelberg.

[9] Koppe, A (2011): Bachelorarbeit – Konzeption für ein Maßnahmencontrolling und darauf aufbauend die Entwicklung einer Messsystematik, Karlsruhe, Duale Hochschule Baden-Württemberg.

[10] Kieser, A; Walgenbach, P (2007): Organisation, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

[11] Lehner, F (2008): Wissensmanagement – Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung, Carl Hanser Verlag, München/Wien.

[12] Macharzina, K; Wolf, J (2010): Unternehmensführung – Das internationale Managementwissen. Konzepte, Methoden, Praxis; Gabler, Wiesbaden.

[13] Ossadnik, W (2009): Controlling, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.

[14] Schmidt, U (2013): Wissensbilanzierung und Unternehmenspublizität. In: Fischer, TM; Wulf, I (Hrsg), Wissensbilanzen im Mittelstand. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

[15] Schmidt, U; Birkle, AC; Koppe, A; Schmitt, M (2011): Wie bringt man mehr Licht ins Dunkel? Ein Konzept für die systematische Begleitung und Bemessung von Wissensmanagement-Maßnahmen. GfWM THEMEN, 1:16-25.

[16] Schmitt, M (2011): Bachelorarbeit – Weiterentwicklung des Konzeptes zum Maßnahmen-controlling und Durchführung dessen anhand der Maßnahme des Patensystems bei der EnBW AG, Karlsruhe, Duale Hochschule Baden-Württemberg.

[17] Schreyögg, G; Koch, J (2010): Grundlagen des Managements – Basiswissen für Studium und Praxis, Gabler, Wiesbaden.

[18] Steinmann, H; Schreyögg, G (2005): Management – Grundlagen der Unternehmensführung. Konzepte, Funktionen, Fallstudien, Gabler, Wiesbaden.

[19] Steinle, C: Systeme, Objekte und Bestandteile des Controlling, S. 321, in: Steinle, C.; Daum, A. (2007): Controlling – Kompendium für Ausbildung und Praxis, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

[20] Vanini, U (2009): Controlling, UTB, Stuttgart.

Protecting Organisational Knowledge: A Structured Literature Review (Abstract Only)

Markus Manhart

University of Innsbruck, Department of Information Systems, Production and Logistics Management, 6020 Innsbruck, E-Mail: markus.manhart@uibk.ac.at

Stefan Thalmann

University of Innsbruck, Department of Information Systems, Production and Logistics Management, 6020 Innsbruck, E-Mail: stefan.thalmann@uibk.ac.at

Abstract

Nowadays, organizations increasingly pay attention to protecting their data and information but at the same time the protection of their knowledge is neglected or underdeveloped in many cases. To maintain the competitive advantage, organisations should pay more attention to the protection of knowledge. Besides, scholarly knowledge management literature mainly concentrated on the facilitation of knowledge sharing so far and also neglected this topic. In this paper we perform a structured literature review to investigate the current state of research on knowledge protection and particularly develop a portfolio of knowledge protection measures. We only found scattered research on knowledge protection focusing on specific aspects. Thereby, research on how organisations could develop a holistic and comprehensive protection strategy is missing.

Barriers to Open Innovation and Knowledge Management: A Comparative Analysis of Western and Japanese Literature

Jouni A Laitinen

Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8550, Japan,
E-Mail: laitinen.j.aa@m.titech.ac.jp

Hiroaki Murakami

Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8550, Japan,
E-Mail: murakami.h.ae@m.titech.ac.jp

Jan M Pawlowski

Hochschule Ruhr West,
E-Mail: jan.m.pawlowski@gmail.com

Abstract

Open Innovation and Knowledge Management are closely related concepts. In this article, we analyze and discuss barriers towards knowledge creation and innovation in organizations. Our literature review has included key management and IS publications as well as Japanese language publications to achieve a holistic perspective on innovation in the Western and Japanese context. Based on an initial set of barriers, we discuss differences of innovation and knowledge management barriers in different contexts. This analysis can be used as a base for the creation of innovation partnerships across geographical and organizational borders.

1 Introduction

What are the key barriers and obstacles towards knowledge creation and innovation in different cultures? This is the main question of this article. We discuss differences between Western cultures and Japan. This article compares Western and Japanese literature to create a holistic view [57] on barriers and challenges in Open Innovation and Knowledge Management.

Innovation is a source of competitiveness for companies to gain a competitive edge in the market [42]. Innovation can provide new areas of revenue not just in the development of new technologies but also in the creation of new services, and business models among others. These are essential for success in global markets. Especially SMEs need to create those competitive advantages through innovations to survive [42]. Additionally, new business opportunities can emerge: New markets might be discovered through frugal [87] or inclusive [28] innovations. Main success factors for global innovation are knowledge management processes, strategies and instruments. Innovation can mainly be seen as a process of knowledge discovery, creation (cf. [86]) and sharing (cf. [12], [20], [72]). Thus it is necessary to create clear instruments which work in globally distributed settings [33]. However, many barriers towards innovation and related knowledge processes have been observed ([75], [74]). In global settings, culture plays a main role – there are many country specific differences influencing corporate performance [53]. Therefore, it is necessary to clearly understand cultural influences and perspectives to successful manage and realize innovation and knowledge processes across borders.

Surprisingly, innovation, and in particular Open Innovation, is usually studied from a Western perspective as the articles in journals related to innovation are presented from a Western point of view. To better understand cultural differences, and possible differences in research, we have compared Open Innovation articles released in Japanese journals to those that have been written in English.

This article aims to answer the following question: is there a difference between innovation barrier literature between Western and Japanese journals? A literary review consisting of both Western and Japanese journals was carried out in order to scope possible differences related to innovation and particularly in innovation barriers. First different innovation types are presented before discussing the barriers for innovation found in both Western and Japanese journals. In the next chapter, the innovation barriers found are compared and analyzed in regards to culture. The final chapter discusses conclusions and possible future research.

2 Background: Innovation and Knowledge Management

In this chapter we will first discuss innovation more thoroughly before presenting innovation barriers. We focus on Open Innovation processes [15] as a promising alternative to closed innovations.

2.1 Types of Innovation

A variety of innovation processes and instances can be observed and hence it is necessary to classify them to get a more thorough understanding. Trott [80] defines innovation as: "Innovation is the management of all activities involved in the process of idea generation, technology development, manufacturing and marketing of a new (or improved) product or manufacturing process or equipment." Hence, innovations are not just limited to technical innovations.

Innovation can also be broken down into different types of innovation resulting in three categories: the target of the innovation, methods used in the innovation and the innovation result type (see table 1).

Table 1: Innovation typology

Target ([1])	**Collaboration**	**Result** ([81])
Technological - Product, Process, Service **Market** - Product, Price, Place, Promotion **Administrative** - Strategy, Structure, System, People	**Closed** **Open** (Collaborative)	**Disruptive** **Sustaining**

The **target of innovation** is defined as the domain where innovation is carried out. Afuah [1] classified innovation into three categories: technological innovation, market innovation and administrative innovation. *Technological innovations* consist of three types of innovations: products, process and services satisfying a market need or aiming to improve processes in the defined context. *Market innovations* consist of four innovation types: product, place, price, and promotion. These types of innovations aim to improve aspects of the marketing-mix. The final category is *administrative innovation*, which consists of strategy, structure, systems and people.

Regarding the collaboration in **innovation**, we distinguish two categories based on the participation: open and closed. In closed innovation, processes are carried out within the organization without any help from outside resources. Open Innovation allows outside in processes to create new knowledge in organizations by external support (cf. [15]). By introducing Open Innovation, companies are not limited to internal development but instead can create, develop or license needed technologies and innovations from outside - this may lead to reduced R&D cost and increased innovativeness. The popularity of Open Innovation amongst organizations has been steadily increasing and promising results have been derived ([77], [27]). With increased global competition companies need to be able to innovate faster, hence in this article we focus on Open Innovation.

Finally, the **result of innovation** can be distinguished into disruptive or sustaining innovation Sustaining innovations are innovations target highly demanding customers and can be yearly updates to improve performance while disruptive innovations target customers in new market sections with new products and services[18].

2.2 Knowledge Management and Innovation

Knowledge Management is a key to successful innovation. Knowledge management is defined as a structured approach to knowledge as an organizational asset in order to improve organizations capabilities [20]. Innovation processes are by nature knowledge-intensive – thus, knowledge management strategies and processes need to be in place. Pawlowski [72] has conceptualized the relation between knowledge management and Open Innovation:

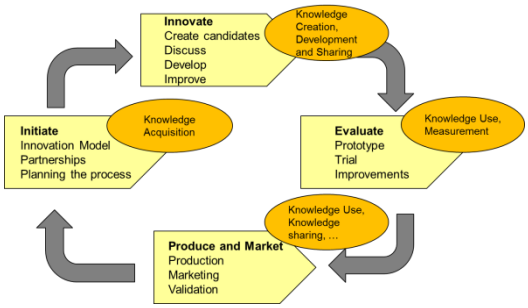


Figure 1: Innovation and Knowledge Management Process [72]

It is therefore necessary to clearly understand knowledge management processes. Furthermore, knowledge creation capability has a strong influence on innovation performance [86]. In addition, knowledge management practices have also been shown to have a positive link to the innovativeness of an organization [11]. At the same time, knowledge-related barriers occur in different phases of the innovation process. As Open Innovation takes place between organizations, additional efforts are needed to leverage the effect of these factors.

2.3 Barriers to Innovation and Knowledge-intensive Processes

Innovation processes are hindered by various factors, so called barriers. Pirkkalainen and Pawlowski [74] define barriers as "[…] any challenge, risk, difficulty, obstacle, restriction or hindrance that might prevent a single person, a group or an organization to reach an objective and success in a specific context when the challenge is related to acting or working in a collaborative cross border setting". Typical barriers in the knowledge management domain have been studied in various settings (cf. [8], [75]). Specific barriers emerge in particular for global settings (cf. [68], [71]). Generally, they can be divided into four main classes [74]:

- Cultural dimension – includes challenges related to cultural distance of workforce
- Organizational and contextual dimension – includes challenges that are tied to a certain context, organization or tasks
- Social dimension – includes challenges that relate to individual and group behavior
- Technical dimension – includes challenges that relate to technologies and the qualities of those

For the context of innovation, Li & Zheng [49] have identified main barriers, amongst them: "Do not know which kind of knowledge can be shared", "The privacy of personal profile and contributions", "Licensing details of the resources", "Lack of motivation to share", "Language misunderstanding", "problem to be dependent on others' resources". Further barriers occur specifically in the global context in innovation processes [72]:

- Trust: Partners need to build trust across organizational and cultural borders.
- Cultural differences: Collaboration across borders requires cultural knowledge and the willingness to understand, respect and adapt.
- Fear of imitation: The main barrier in Open Innovation is that product ideas are imitated, so the originator looses the benefits.
- Language: Not all participants might speak the same languages.
- Market knowledge: Both partners need to rely on the partner's knowledge about the target market

It can be stated that the cultural dimension is of urgent importance for global settings, in particular for the Japanese context. It is a key question which barriers are most important in different context.

3 Comparison between Open Innovation Barriers

The main assumption for the following analysis is that it is necessary to understand different perspectives on innovation and knowledge management in different countries, in our context the Western (European, North American) and Japanese perspectives. Our analysis differs from traditional literature reviews as we have done a thorough analysis of Japanese language literature to better understand this perspective as many Japanese findings are only represented in Japanese language

publications [57]. We treat articles published in western journals as showing a western perspective and, therefore, no differentiation between articles published by American and European researchers.

3.1 Methodology

Our analysis is based on a systematic literature review following the main steps of Webster & Watson [89]. We analyzed literature in the management and Information Systems domains based on the main databases Ebscohost, ISI Web of Knowledge ACM Digital Library, and IEEE Xplore Digital Library for barriers and Open Innovation in general and for the Japanese context. Based on the initial steps, we repeated the search in Japanese literature databases CiNii[1] and Rieti[2] (in particular the subject areas of IS, Management, and related) but also grey literature and technical reports to get a full picture how innovation and KM are seen from a Japanese. We have categorized the barriers into three categories: individual, organizational, and cultural barriers. However, as cultural barriers are observable in the organizational and individual level, it has been combined with the other two. Within the categories, first findings from the Japanese language articles are presented before presenting corresponding western articles and comparing the Japanese findings with western findings.

3.2 Organizational Barriers

The barrier of **Not-Invented-Here** (NIH) was defined by Katz and Allen [40] as "the tendency of a project group of stable composition to believe that it possesses a monopoly of knowledge in its field, which leads it to reject new ideas from outsiders to the detriment of its performance".

From a **Japanese** perspective, Motohashi et al. [62] refer to the problem that even within the companies leading in open outside ideas are met with opposition from the researchers. Okamoto [70] states that in Japanese companies researchers and engineers in technological development have strong authority to decide product development, therefore utilization of external technology is difficult compared to western companies. This problem is also mentioned by the Japan Patent Office [39] as an example of Japanese companies in which R&D department have initiatives to the introduction of new technology.

The articles published in Japanese are in line with results reported in **Western** articles such as Katz & Allen [40]. The findings of Motohashi et al. [62] correlate with Chesbrough and Crowther [16] who stated that a solution found in their research organizations was to clearly explain to the research staff that the current objectives could not be met with internal R&D alone. This approach will also increase internal alignment with Open Innovation [16]. Okamoto´s [70] results are in line with those of Lichtenthaler and Ernst [50], who noted that organizations with limited absorptive capacity and a strong NIH barrier will utilize a more closed innovation pathways

Overall it can be stated that the results in articles published in Japanese correlate with the results derived in Western journals. Not-Invented-Here is one of the main barriers in both Western organizations and in Japanese organizations. As has been shown previously, external knowledge is complement to internal capabilities ([10], [13]) and openness to external partners improves Open Innovation success [14]. Therefore, overcoming this barrier is important for improving innovative performance [14].

Lack of external partners to connect with in order to acquire external knowledge or to license innovations from can hinder innovations, as the organization needs to solve all of the problems with

[1] http://ci.nii.ac.jp/info/en/cinii_outline.html
[2] http://www.rieti.go.jp/en/index.html

the resources located within the organization instead of using an external solution. This barrier has been noted by researchers including Mohnen and Röller [60].

In the **Japanese** articles, Okamoto [70] describes small utilization of venture business strategies and startups in Japan in comparison to Western countries. Japanese companies tend to avoid relationships with startup ventures in order not to take risk, which in turn reduces the number of potential external partners. Motohashi et al [62] indicated that many companies have cooperation in research level with foreign universities but less with foreign public research organization. More effort should be made to promote the cooperation between Japanese companies and foreign public research organization as these organizations create more innovations than private organizations [62]. Maegawa and Miyamoto [53] show that central research institutes have been losing the engines of innovation inside for-profit organizations particularly in the U.S.A. This is due to managers, who prefer purchasing technology from the open market instead of developing the technologies themselves. Finally there is a lack of systems promoting the acceptance and absorption of external technologies and innovations [32]

From the point of view of **Western** articles, Nakamura et al. [66] argued that if collaborations were less stressed with institutional barriers the collaborations would grow and that a well-developed legal framework would most likely increase cooperation. Most companies that offered their internal technologies to external partners took an active role in technology licensing [50]. Companies looking for new technologies through a third party were more likely to use traditional channels instead of online services [50]. Nakamura et al. [66] noted that national culture matters in R&D collaborations due to the fact that Asian collaborations focus on long-term, particularly on relationship length whereas Western collaborations are short-term. This is supported by Cusumano and Takeishi's [19] findings.

The results from the articles show that lack of external partners is one of the main factors influencing Open Innovation. This result is supported by previous research ([76], [37]). While there does not seem to be a big difference between Japanese and Western articles, the practical implications of the results differ greatly. Both Japanese and Western articles discuss the length of cooperation and the results are the same: Japanese organizations operate in long-term whereas Western organizations operate in a short-term scope. This long-term interaction leads to closely connected relationships between manufacturers and suppliers in Japan. For Open Innovation, this means that Japanese organizations are more likely to collaborate within Japan and with previously established relationships. Western organizations are more likely to use Open Innovation with newly established partners. Based on these it seems that Japanese organizations are less likely to exploit all available technologies and knowledge.

Financial aspects represent another barrier. From a **Japanese** perspective, Nagaoka [67] showed the difference of capital supply for R&D between Japan and USA. The capital from government, venture capitalists and angel investors account for 8.6% in USA but only 2.6% in Japan. This hinders the creation of disruptive innovations [59]. Nagaoka [67] also mentions that R&D for reinforcement of base technologies and new business take large risk, therefore investments from the outside are important. The relatively low amount of venture capital is likely related to uncertainty avoidance, which predominant in Japan [35]. This results in avoiding taking on risky projects. However, smaller organizations cooperate more with external R&D sources than medium companies due to lack of funding [66].

From a **Western** perspective, Hall [31] states that innovation is seen as risky by many financiers, which could explain why a lack of venture capital available for many companies. For French firms,

Galia and Legros [24] found that those firms, which abandon projects, tend to be more subject to economic barriers (costs, risks and customer responsiveness) than to technological or organizational ones. For Dutch firms, Mohnen et al. [61] found that financial constraints tend to impede the initiation of projects.

Overall it can be stated that, financial barriers in Japan are perceived bigger than in the west. This is most likely due to risk avoidance. In regards to Open Innovation, difficulty to access more venture capital can hinder projects, where outcome is not certain or where relationship has just been established.

Mobility is seen as a barrier in the global context. According to **Japanese** publications, low mobility of employee creates advantage through continuous development and deepening of technology know-how. However, it causes low interaction and integration of knowledge with external organization. Therefore the likelihood of creation of new ideas is low [59]. Weak ties to other individuals can help to access new ideas outside one´s normal social group. However, the low mobility of researchers can prevent the creation of new weak ties to other individuals, who are not in one´s normal interaction group. Japanese organizations fight this by interacting with the competing organizations. Kodama [44] details how collaborations amongst Japanese mobile phone organizations aim to create new marketing and technological innovations. This interaction increases integration of diverse knowledge sources.

From a **Western** point of view Franco and Filson [23] low mobility of researchers leads to an inefficient resource allocation. Lacetera et al. [46] find that hiring high performing individuals helps to improve organization´s internal capabilities. In relation to the network analysis presented by Grannovetter [29] this means that weak connections are used to gain access to knowledge, which is not present in the previously established strong relations. By hiring individuals, who are not already closely connected with the organization, access to new knowledge sources can be gained. The most benefits can be gained when the hired individual comes from a noncore sector of the hiring firm [79]. This is supported by Alin et al. [3] who studied knowledge transformation.

Overall, it can be said that both Japanese and Western views on researcher mobility is that it can hinder innovation processes. Grannovetter´s [29] analysis on network theory supports this barrier as completely new influences and the latest ideas come from individuals who have a weak social connection between them. Therefore, low researcher mobility can negatively influence access to influences and ideas that exist outside of the organization. On one hand, interaction with individuals from other organizations can help to create new knowledge [3]. On the other hand, organizations are concerned with knowledge spillovers to other organizations via leaving employees. However, employee mobility from one organization to another does not seem to be a significant knowledge spillover channel [55]. Proper management of intellectual property rights can help to mitigate any potential threats [2]. Hence, employee mobility should not be only seen as a threat to the organization and to the knowledge resources but as an opportunity to expand available knowledge base.

Intellectual property rights (IPR) are important especially in Open Innovation. As described by Gassmann and Enkel [26] Open Innovation processes need support regarding intellectual property rights management. In an international collaboration, contracts between the actors have an increasingly important role. This is shown in the **Japanese** perspective as fear for leaking of technology hinder from collaborating with external organization and the use of Open Innovation [62]. In addition, collaboration amongst Japanese organizations relies on trust whereas contracts are used with foreign organizations [62]. Nishimura et al. [68] refers to the negative aspect aspects of IPRs for researchers. They voice an opinion criticizing that there are too many IPRs, especially in USA.

They also state that the number of IRP increase when the criteria of inventiveness for IRP is low. According to Nishimura et al. [68] such IPRs prevent from development of new technology and innovations. Report by The Institute of Intellectual Property [38] states that IPR hinder Open Innovation when an IPR is included in a standardized technology as the IPR needs to be licensed in order to use the standardized technology.

From a **Western** perspective, companies see intellectual property management posing serious challenges when other actors are also involved [51]. However, fear of technology of knowledge leaks can be countered with strategies such as layered collaboration scheme and licensing [7]. This can be used to address some of the concerns that were presented previously [62]. Collaborating actors need to take into account what can be shared and with whom by using confidentiality agreements, which can be used to address some of the fears of knowledge leaks [51]. Gassmann and Bader [25] have listed multiple success factors in IPR management in collaborative R&D projects and divide the factors into three categories: motivation related, structure related and performance related success factors. These can be used as a foundation to mitigate IPR related risks. The report by Institute of Intellectual Property states that IPRs involving multiple actors are becoming very complex [38]. Finally, the concerns over IPRs hindering innovation [68] are corroborated by Murray and Stern [64], who found that IPRs hinder flow of scientific knowledge.

Intellectual property rights have been discussed in both Japanese and Western articles. The themes within the articles broadly corroborate with one another. The differences in the IPR litigation have been studied in Japanese articles. Articles both in Japanese and in Western journals have discussed the concerns of IPRs to innovation. Overall, it can be stated that the two perspectives are close to each other and no major differences exist.

Trust is essential for collaborations and considerable resources should be spent on creating trust between the collaborators. For closed innovation, trust is limited to within the organization and to few essential suppliers. For Open Innovation trust is even more important as the number of actors increases. This is essentially similar for both Western and Japanese organizations.

From the perspective of **Japanese** companies, trust is an important factor for cooperation. Japanese companies have tendency to cooperate amongst themselves based on trust but more guarantees are needed when collaborating with foreign companies [62]. This is most likely due to emphasis on long-term commitments and relationships between the relationships of Japanese organizations. Sogawa et al. [78] consider trust as the basic element for organizational learning resulting in product innovation In order to come up such collaborations, relationship of mutual trust is indispensable.

Western articles also show the importance of trust for cooperation. As with Japanese articles, there is also support for repeated interaction amongst firms aiming at trust building [30]. However, as Western cultures place less emphasis on collectivism and long-term orientation [35], there can be more flexibility in the relationships between organizations. This can possibly provide easier access to new knowledge, which then the western organizations can use to gain a competitive edge. Usoro et al. [82] place emphasis on trust as an antecedent for knowledge sharing. Low trust between the organizations leads to increased transaction costs and legal contracts [7].

Both Western and Japanese articles point to trust being one of the biggest influences in collaborations. Japanese organizations tend to trust foreign companies less [62], hence the collaborations are less likely to be international. However, organizations committed towards a long-term collaboration would most likely lessen the barriers for international collaboration with a Japanese organization. Sogawa et al. [78] and Usoro et al. [82] emphasize the importance of trust as a key antecedent for innovation.

With increased sharing of knowledge, the quality of innovations and innovation speed are affected positively [84]. This is true also for Open Innovation.

3.3 Individual Barriers

Individual barriers describe mostly factors hindering innovation from an individual´s perspective. In addition to cultural barriers affecting individuals, communication barriers are often cited. **Communication barriers** are different in Japan and Western countries [6]. For example, communication is different in terms of politeness as well as between different hierarchy levels (such as employee and supervisor). The difference of communication way can cause problems in global projects [69]. Several communication strategies need to be changed in international settings [66]. Although Japanese global big companies actively undertake cooperation with foreign startup companies, they have difficulty with research cooperation because of language differences [63].

Communication barriers between individuals from different cultures were theorized by Bhagat et al. [6] stating that large cultural differences hinder transfer of knowledge. This is supported by Noll et al. [69] who highlighted the need for language differences between individuals and organizations to taken into account. Communication barriers can also occur between individuals, departments and organizations causing miscommunication and delays in projects[52]. Differences in communication barriers between Western organizations and Japanese organizations relate to difference in communication skills. As reported by Cordeiro-Nielsen & Hawamdeh [17], for example a Swedish style of handling information and openness related to it has caused confusion with Singaporean collaborators, which is in line with works of Bhagat et al. [6].

Overall, it can be said that literature referencing the communication barriers are consistent for both regions.. Nakamura´s [66] suggestion for the need of multiple communication strategies in international settings is in line with the works of Noll et al. [69]. The differences in the backgrounds of individuals and organizations can hinder communication [65]. In addition, culture influences the way communication is used [54] and big differences in language fluency can hinder knowledge sharing [22].

The effects of **incentives** are frequently cited in knowledge management literature ([75], [41]). For **Japanese** perspective, result-based incentive systems deter from taking on long-term projects that have an uncertain outcome at the start of the project [21]. Wage systems based on individuals' results leads to shortsighted objectives and prevent from challenging new and uncertain ideas [21]. Nagaoka [67] compares factors motivating inventions in Japan and the United States of America and shows that researchers from both countries regard monetary rewards as not important.

From a **Western** perspective, the different types of incentive systems have gained attention. For example, Kidd [41] discussed on the need for incentives and concluded that Western employees need incentives whereas Japanese employees do not. According to Hutchings and Michailova [36], incentive systems should target groups in Japan and individuals in Western organizations.. Job security and lifetime employment in japan most likely has a positive effect on how willing individuals are to share their knowledge. However, individuals are more motivated when there is a link between the rewards used and the effort that the individual made [5]. Laursen and Foss [47] suggested a link between individual incentives and team innovation performance. In addition, there is a positive relationship between using long-term incentive systems and organizational innovation ([4], [9]). However, non-monetary incentives should also be considered [90] to get best results. .

Incentive usage is quite controversial as there have been mixed results on the need for incentives ([34], [56], [45]). The types of incentives used, who are the targets and what is the basis for rewards all need to be considered thoroughly when creating an incentive system ([36], [41], [83]). Long-term orientation in incentive use has been shown to be linked to the creation of heavily cited patents ([48], [21]). Short-term incentives push for projects, which can be concluded with relative good results in a short period [57]. Radical innovations take a longer time to develop but are crucial for the long-term success of the organization [57]. Hence, using incentive systems, which encourage long-term planning, will have a positive impact on innovations ([43], [9], [4]).

4 Conclusions

To our knowledge, this analysis is the first review on innovation and knowledge management, which considers important findings from Japanese sources. Our analysis has shown that these findings create a more complete and some areas different perspective than just considering Western, English language journals.

We have discussed barriers from an organizational and individual point of view. This discussion has created a holistic view describing the main challenges and barriers to Open Innovation and knowledge management. This analysis can be used to better understand collaboration and innovation procedures towards Japan.

Naturally, this is only the first step in our research. Following the literature review, we intend to set up a mixed method study to better understand the importance and relations of barriers. Secondly, it needs to be studied how processes and interventions should be designed using ICT tools and systems. Our study thus serves as an in-depth basis for future studies to better facilitate knowledge management in innovation processes across geographical and cultural borders.

5 References

[1] Afuah, A. (1998). Innovation management: Strategies, implementation, and profits. New York: Oxford University Press.

[2] Agarwal, R., Ganco, M., & Ziedonis, R. H. (2009). Reputations for toughness in patent enforcement: implications for knowledge spillovers via inventor mobility. Strategic Management Journal, 30(13), 1349-1374.

[3] Alin, P., Taylor, J. E., & Smeds, R. (2011). Knowledge transformation in project networks: A speech act level cross-boundary analysis. Project Management Journal, 42(4), 58-75.

[4] Balkin, D., Markman, G. and Gomez-Mejia, L. (2000) Is CEO pay in high technology firms related to innovation? Academy of Management Journal, 43, 1118–1129.

[5] Baron R. & Byrne, D. (1997). Social Psychology (8th eds.) Boston: Allyn & Bacon.

[6] Bhagat, R. S., Kedia, B. L., Harveston, P. D., & Triandis, H. C. (2002). Cultural variations in the cross-border transfer of organizational knowledge: An integrative framework. Academy of Management Review, 27(2), 204-221.

[7] Bogers, M. (2011). The open innovation paradox: knowledge sharing and protection in R&D collaborations. European Journal of Innovation Management, 14(1), 93-117.

[8] Bick, M. (2004). Knowledge Management Support System, Doctoral Thesis, University of Duisburg-Essen.

[9] Cabrales, A. L., Medina, C. C., Lavado, A. C., & Cabrera, R. V. (2008). Managing functional diversity, risk taking and incentives for teams to achieve radical innovations. R&d Management, 38(1), 35-50.

[10] Caloghirou, Y., Kastelli, I., & Tsakanikas, A. (2004). Internal capabilities and external knowledge sources: complements or substitutes for innovative performance?. Technovation, 24(1), 29-39.

[11] Cantner, U., Joel, K. & Schmidt, T. (2011). The effect of knowledge management on innovative success – An empirical analysis of German firms. Research Policy, 40(10), 1453-1462.

[12] Carneiro, V. (2000). How does knowledge management influence innovation and competitiveness? Journal of Knowledge Management, 4(2), 87-98.

[13] Cassiman, B., & Veugelers, R. (2006). In search of complementarity in innovation strategy: internal R&D and external knowledge acquisition. Management science, 52(1), 68-82.

[14] Chen, J., Chen, Y., & Vanhaverbeke, W. (2011). The influence of scope, depth, and orientation of external technology sources on the innovative performance of Chinese firms. Technovation, 31(8), 362-373.

[15] Chesbrough, H.W. (2004). Managing open innovation. Research-Technology Management, 47(1), 23-26.

[16] Chesbrough, H.W. & Crowther, A. K. (2006). Beyond high tech: early adopters of open innovation in other industries. R&D Management, 36(3), 229-236.

[17] Cordeiro-Nilsson, C. M., & Hawamdeh, S. (2011). Leveraging socio-culturally situated tacit knowledge. Journal of Knowledge Management, 15(1), 88-103.

[18] Christensen, C. (1997). The Innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail. Harvard Business Press.

[19] Cusumano, M. A., & Takeishi, A. (1991). Supplier relations and management: A survey of Japanese, Japanese-transplant, and US auto plants. Strategic Management Journal, 12(8), 563-588.

[20] Du Plessis, M. D. (2007). The role of knowledge management in innovation. Journal of knowledge management, 11 (4), 20-29.

[21] Endo, K. (2010): Seihin inobeshon no gensen to shite no soshikitekinoryoku ha naze kojo shinainoka. [Why organizational competence as the source of product innovation doesn't improve?]. Soka Management paper, 34, 69 - 87

[22] Ford, D. P., & Chan, Y. E. (2003). Knowledge sharing in a multi-cultural setting: a case study. Knowledge Management Research & Practice, 1(1), 11-27.

[23] Franco, A. M., & Filson, D. (2006). Spin-outs: knowledge diffusion through employee mobility. The RAND Journal of Economics, 37(4), 841-860.

[24] Galia, F., & Legros, D. (2004). Complementarities between obstacles to innovation: evidence from France. Research Policy, 33(8), 1185-1199.

[25] Gassmann, O., & Bader, M. A. (2006). Intellectual property management in inter-firm R&D collaborations. Taiwan Academy of Management Journal, 6(2), 123-40.

[26] Gassmann, O., & Enkel, E. (2004). Towards a theory of open innovation: three core process archetypes. In R&D management conference, 1-18.

[27] Gassmann, O., Enkel, E., & Chesbrough, H. (2010). The future of open innovation. R&d Management, 40(3), 213-221.

[28] George, G., McGahan, A. M. and Prabhu, J. (2012). Innovation for Inclusive Growth: Towards a Theoretical Framework and a Research Agenda. Journal of Management Studies, 49, 661–683.

[29] Granovetter, M. (1983). The strength of weak ties: A network theory revisited. Sociological theory, 1(1), 201-233.

[30] Gulati, R. (1995). Social structure and alliance formation patterns: A longitudinal analysis. Administrative science quarterly, 619-652.

[31] Hall, G. (1989). Lack of Finance as a Constrain on Expansion of Inventory Small Firms. In Barber, J., Mercalfe, J. & Porteous, M. (eds.) Barriers to Growth in Small Firms, London, Routledge.

[32] Hamaoka,Y.(2011): Nihon to kankoku niokeru opun inobeshon - pafomansu no kiteiyoin no tansakutekibunseki. [Open innovation in Japan and Korea - Exploratory analysis for determinant factor of performance]. Keio/Kyoto Global COE Discussion Paper Series, DP2011-022

[33] Hidalgo, A., & Albors, J. (2008). Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice. R&D Management, 38(2), 113-127.

[34] He, W., & Wei, K. K. (2009). What drives continued knowledge sharing? An investigation of knowledge-contribution and-seeking beliefs. Decision Support Systems, 46(4), 826-838.

[35] Hofstede, G. H. (1980). Culture's consequences: Comparing values, behaviors, institutions and organizations across nations. Sage.

[36] Hutchings, K., & Michailova, S. (2004). Facilitating knowledge sharing in Russian and Chinese subsidiaries: the role of personal networks and group membership. Journal of Knowledge Management, 8(2), 84-94.

[37] Hölzl, W., & Janger, J. (2012). Innovation Barriers across Firms and Countries(No. 426). WIFO.

[38] Institute of Intellectual Property (2010): Inobeshon no soshutu ni sisuru titekizaisankenseido no arikata ni kansuru chosa kenkyu hokokusho. [Report of the state of intellectual property right system which contribute creation of innovation]. Japan patent office industrial intellectual property right system research survey report.

[39] Japan Patent Office. (2009): Chitekizaisanken kara mita opun inobeshon sokushin notameno torikumijirei [Example for promoting the open innovation from perspective of intellectual property]. Japan Patent office report.

[40] Katz, R. & Allen, T. J. (1982). Investigating the Not Invented Here (NIH) syndrome: A look at the performance, tenure, and communication patterns of 50 R & D Project Groups. R&D Management, 12(1), 7 – 20.

[41] Kidd, J. (1999). Working together, but how? The need for intercultural awareness. In Japanese Multinationals Abroad: Individual and Organizational Learning. Beecher, S.L. & Bird, A. (eds). Oxford University Press; New York; 211 - 234.

[42] Knight, G. A., & Cavusgil, S. T. (2004). Innovation, organizational capabilities, and the born-global firm. Journal of International Business Studies, 35(2), 124-141.

[43] Kochhar, R., & David, P. (1996). Institutional investors and firm innovation: A test of competing hypotheses. Strategic Management Journal, 17(1), 73-84.

[44] Kodama, M. (2009). Boundaries Innovation and Knowledge Integration in the Japanese Firm. Long Range Planning, 42 (4), 463 – 494.

[45] Kubo, I., & Saka, A. (2002). An inquiry into the motivations of knowledge workers in the Japanese financial industry. Journal of Knowledge Management,6(3), 262-271.

[46] Lacetera, N., Cockburn, I. M., & Henderson, R. (2004). Do firms change capabilities by hiring new people? A study of the adoption of science-based drug discovery. Advances in strategic management, 21, 133-159.

[47] Laursen, K., & Foss, N. J. (2003). New human resource management practices, complementarities and the impact on innovation performance. Cambridge Journal of economics, 27(2), 243-263.

[48] Lerner, J., & Wulf, J. (2007). Innovation and incentives: Evidence from corporate R&D. The Review of Economics and Statistics, 89(4), 634-644.

[49] Li, J., & Zheng, C. (2009). The context and innovation performance in external knowledge network: An empirical study in software industry of China, IE&EM 2009, IEEE, 2049-2053).

[50] Lichtenthaler, U. & Ernst, H. (2008). Innovation intermediaries: why internet marketplaces for technology have not yet met the expectations. Creativity and innovation management, 17(1), 14-25

[51] Luoma, T., Paasi, J., & Valkokari, K. (2010). Intellectual Property In Inter-Organisational Relationships—Findings From An Interview Study. International Journal of Innovation Management, 14(03), 399-414.

[52] Lüttgens, D., Antons, D., Pollok, P., & Piller, F. (2012). Implementing Open Innovation Beyond the Pilot Stage: Barriers and Organizational Interventions.RWTH-TIM Working Paper, October.

[53] Maegawa,Y. & Miyamoto,T.(2008): Japanese Retro-Modern Engines of Innovation: The Kyoto Economic Review, 77(2), 157-171

[54] Magnier-Watanabe, R., Benton, C., & Senoo, D. (2011). A study of knowledge management enablers across countries. Knowledge management research & practice, 9(1), 17-28.

[55] Maliranta, M., Mohnen, P., & Rouvinen, P. (2009). Is inter-firm labor mobility a channel of knowledge spillovers? Evidence from a linked employer–employee panel. Industrial and Corporate Change, 18(6), 1161-1191.

[56] Matsuo, M., & Easterby-Smith, M. (2008). Beyond the knowledge sharing dilemma: the role of customisation. Journal of Knowledge Management, 12(4), 30-43.

[57] McDermott, C. M., & O'Connor, G. C. (2002). Managing radical innovation: an overview of emergent strategy issues. Journal of product innovation management, 19(6), 424-438.

[58] Meneghini, R., & Packer, A. L. (2007). Is there science beyond English? Initiatives to increase the quality and visibility of non-English publications might help to break down language barriers in scientific communication. EMBO reports, 8(2), 112.

[59] Ministry of Economy of Japan. (2008): Nihon no tuyomi wo ikasita genki no deru inobesyon ekosisutemu – Nihon no R&D wo torimaku genjo to kadai. [Lively Innovation eco system making the best use of strong point of Japan]. Ministry of Economy report.

[60] Mohnen, P., & Röller, L. H. (2005). Complementarities in innovation policy.European Economic Review, 49(6), 1431-1450.

[61] Mohnen, P., Palm, F. C., Van Der Loeff, S. S., & Tiwari, A. (2008). Financial constraints and other obstacles: are they a threat to innovation activity?. De Economist, 156(2), 201-214.

[62] Motohashi, K., Ueda, Y.,& Mino,M. (2012): Nihonkigyo no oopun inobeshon ni kannsuru shin choryuu – oote meekaa ni taisuru intabyu chosa no kekka to kousatu. [New stream about Japanese companies' Open Innovation-Result and study about interview research toward large enterprise]. RIETI Policy Discussion Paper Series 12-P-015

[63] Motohashi, K (2005): Chushokigyo no sangakurenkei to kenkyukaihatu nettowaku : henkakuki niaru Nihon no inobeshonsisutemu niokeru ichiduke [Business-Academia Cooperation and R&D network of Small and Medium Entreprises: Their positioning in the Japanese innovation system in upheaval]. RIETI Policy Discussion Paper Series 05-J-002

[64] Murray, F., & Stern, S. (2007). Do formal intellectual property rights hinder the free flow of scientific knowledge?: An empirical test of the anti-commons hypothesis. Journal of Economic Behavior & Organization, 63(4), 648-687.

[65] Möller, K., & Svahn, S. (2004). Crossing East-West boundaries: Knowledge sharing in intercultural business networks. Industrial Marketing Management, 33(3), 219-228.

[66] Nakamura, M., Vertinsky, I., & Zietsma, C. (1997). Does Culture Matter in Inter-Firm Cooperation? Research Consortia in Japan and the USA. Managerial and Decision Economics, 18(2), 153-175.

[67] Nagaoka,S. (2010): Nichibei no inobeshon katei - Nichibei hatsumeisha sabei karano chiken. [Process of Innovation in Japan and USA – Findings from the survey toward researchers in Japan and USA]. RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-013

[68] Nishimura,J., Wang,T., & Nagaoka,S. (2009): Hatsumeisha kara mita nihon no kenkyukaihatsu no kadai –hatsumeisha sabei jiyuukijyutsuchosa kara. [Issue of R&D in Japan from perspective of researcher –From the free description survey toward researchers]. RIETI Discussion Paper Series 09-J-031

[69] Noll, B.J., Beecham, S. and Richardson, I. (2010). Global Software Development and Collaboration: Barriers and Solutions. ACM Inroads, 1(3), 66-78.

[70] Okamoto, M. (2012). Nihon denki meka to opun inobeshon. [Open Innovation in Japanese electric industry]. Journal of Innovation Management, No.9, 105-122.

[71] Pallot, M., Bergmann, U., Kühnle, H., Pawar, K. & Riedel, J. (2010). Collaborative Working Environments: Distance Factors Affecting Collaboration, 16th International Conference on Concurrent Enterprising, Lugano–Switzerland.

[72] Pawlowski, J.M. (2013). Towards Born-Global Innovation: the Role of Knowledge Management and Social Software, Proc. of ECKM 2013, Kaunas, Lithuania.

[73] Phillips, J. (2010). Open Innovation Typology. International Journal of Innovation Science, 2(4), 175-183.

[74] Pirkkalainen, H., & Pawlowski, J. M. (2013). Global social knowledge management – Understanding barriers for global workers utilizing social software. Computers in Human Behavior.

[75] Riege, A. (2005). Three-dozen knowledge-sharing barriers managers must consider, Journal of Knowledge Management, Emerald Group Publishing Limited, 9(3), 18-35.

[76] Savitskaya, I., Salmi, P., & Torkkeli, M. (2010). Barriers to open innovation: Case China. Journal of technology management & innovation, 5(4), 10-21.

[77] Schroll, A & Mild, A. (2012). A critical review of empirical research on open innovation adaptation. Journal für Betriebswirtschaft, 62(2), 85-118.

[78] Sogawa,H., Aoki, M., Kambe, K., Endo, T., Baba, S., Shimizu, K., Konno, Y., Yamasaki, H., Yamada, T., Sakamoto, Y., Choo, H., Yokoo, H., Ozawa, I., & Nagano, H. (2011): Seihin inobeshon notameno koraboreshon. [Collaboration for product innovation]. Social innovation research, Vol6.

[79] Song, J., Almeida, P., & Wu, G. (2003). Learning–by–Hiring: When Is Mobility More Likely to Facilitate Interfirm Knowledge Transfer? Management Science, 49(4), 351-365.

[80] Trott, P. (2005). Innovation Management and New Product Development (3rd ed.) Pearson Education Limited, New York, NY.

[81] Tushman, M. L., Anderson, P. C., & O'Reilly, C. (1997). Technological cycles, innovation streams, and ambidextrous organizations: organizational renewal through innovation streams and strategic change. In M. L. Tushman, & P. Anderson (Eds.), Managing strategic innovation and change: A collection of readings. New York: Oxford University Press.

[82] Usoro, A., Sharratt, M. W., Tsui, E., & Shekhar, S. (2007). Trust as an antecedent to knowledge sharing in virtual communities of practice. Knowledge Management Research & Practice, 5(3), 199-212.

[83] Voelpel, S. C., & Han, Z. (2005). Managing knowledge sharing in China: the case of Siemens ShareNet. Journal of Knowledge Management, 9(3), 51-63.

[84] Wang, Z., & Wang, N. (2012). Knowledge sharing, innovation and firm performance. Expert Systems with Applications, 39(10), 8899-8908.

[85] Webster J, Watson RT (2002). Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. MIS Quarterly 26(2), xiii-xxiii.

[86] Zelaya-Zamora, J., & Senoo, D. (2013). Synthesizing seeming incompatibilities to foster knowledge creation and innovation. Journal of Knowledge Management, 17(1), 106-122.

[87] Zeschky, M., Widenmayer, B., & Gassmann, O. (2011). Frugal Innovation in Emerging Markets. Research-Technology Management, 54(4), 38-45.