

Markus Placzek

Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung

Approach for a business model oriented technology intelligence

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Band 381 der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts

© Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn – Paderborn – 2018

ISSN (Print): 2195-5239

ISSN (Online): 2365-4422

ISBN: 978-3-947647-00-2

Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Herausgeber und des Verfassers unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Als elektronische Version frei verfügbar über die Digitalen Sammlungen der Universitätsbibliothek Paderborn.

Satz und Gestaltung: Markus Placzek

Hersteller: readbox unipress in der readbox publishing GmbH
Münster

Printed in Germany

Geleitwort

Das Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn ist ein interdisziplinäres Forschungszentrum für Informatik und Technik. Unser generelles Ziel ist die Steigerung der Innovationskraft von Industrieunternehmen im Informationszeitalter. Ein Schwerpunkt der Arbeiten am Heinz Nixdorf Institut ist die Strategische Planung von Technologien und Geschäftsmodellen im Kontext der industriellen Produktion.

Vor dem Hintergrund der Digitalisierung gilt es für produzierende Unternehmen mehr denn je, neben Produkten auch das Geschäftsmodell kontinuierlich weiterzuentwickeln. Dies verspricht nicht nur eine bessere Differenzierung im Wettbewerb, sondern führt häufig zu überdurchschnittlicher Profitabilität. Die hohe Dynamik in der Entwicklung digitaler Technologien ist ein wichtiger Treiber für die Geschäftsmodellweiterentwicklung. Sie stellt Unternehmen allerdings auch vor die Herausforderung, den technologischen Fortschritt stetig im Blick zu behalten.

Vor diesem Hintergrund hat Herr Placzek eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung entwickelt. Die Systematik versetzt produzierende Unternehmen in die Lage, an technologischen Entwicklungen zu partizipieren, die sich aus der Digitalisierung ergeben. Hierzu werden bewährte Aspekte der Geschäftsmodellentwicklung mit Methoden der Technologiefrühaufklärung kombiniert und mit einem IT-Werkzeug unterstützt. Die Systematik verspricht eine effiziente Suche nach Technologien, die zur Weiterentwicklung eines Geschäftsmodells als Relevant erachtet werden. Die Systematik wurde anhand eines aktuellen Beispiels aus der Industrie validiert. Die Ergebnisse werden in der vorliegenden Arbeit in Auszügen vereinfacht und anonymisiert dargestellt.

Mit seiner Arbeit hat Herr Placzek einen bedeutenden Beitrag zur strategischen Führung von Unternehmen geleistet. Die Systematik zeichnet sich u.a. durch ihre Praxisrelevanz aus und fügt sich in das Instrumentarium zur strategischen Planung von Marktleistungen des Heinz Nixdorf Instituts ein.

Paderborn, im März 2018

Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier

Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung

zur Erlangung des akademischen Grades eines
DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN (Dr.-Ing.)
der Fakultät für Maschinenbau
der Universität Paderborn

genehmigte
DISSERTATION

von
M.Sc. Markus Placzek
aus Bielefeld

Tag des Kolloquiums:
Referent:
Korreferent:

21. Dezember 2017
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe für Strategische Planung und Systems Engineering am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Sie ist das Ergebnis meiner wissenschaftlichen Arbeit im Rahmen von Forschungs- und Industrieprojekten.

Mein großer Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, der mir eine Promotion als Wirtschaftsinformatiker erst ermöglichte. Seine hohen Ansprüche in Qualität und Quantität weiß ich in meiner aktuellen beruflichen Situation sehr zu schätzen. Die stets konstruktive und zumeist positive Kritik motivierte mich Tag für Tag aufs Neue. Auch die vielen Möglichkeiten sich in neue Fragestellungen einzuarbeiten, war wichtig für meine berufliche Entwicklung. Für die Übernahme des Korreferats danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu von Lehrstuhl Advanced Systems Engineering der Universität Paderborn.

Ich danke auch allen Mitarbeitern der Fachgruppe und des Fraunhofer IEM für die spannende und hervorragende Zusammenarbeit. Hier möchte ich insbesondere Christoph Peitz hervorheben: Das Weißwurstfrühstück am Isartor, das einen wichtigen Motivationsschub zur Fertigstellung der Dissertation gab, wird mir ewig in Erinnerung bleiben. Umso mehr freue ich mich, dass sich unsere beruflichen Wege wieder kreuzen und wir gemeinsam an dem erfolgreichen Launch der IoT-Plattform LIGHTELLIGENCE® arbeiten. Auch René Rübbelke und Stefan Peter möchte ich hervorheben, mit denen eine überaus vertrauensvolle und fruchtbare Zusammenarbeit möglich war. Zudem möchte ich mich noch bei den Kollegen bedanken, die mich insbesondere in der finalen Phase der Dissertation unterstützt haben: Alexandra Dutschke, Julian Echterfeld, Christian Koldewey und Sarah Mrosek.

Zudem möchte ich meinen wichtigsten beruflichen Wegbegleitern, Veiko Pfeffer und Wolfram Unold danken. Veiko war in der Zeit zwischen 2006 und 2017 mein wichtigster Förderer und bestärkte mich damals in der Entscheidung promovieren zu wollen. Durch die lange und vertrauensvolle Zusammenarbeit war Veiko maßgeblich für meine persönliche Entwicklung verantwortlich. Auch möchte ich explizit Wolfram danken, der mir während der Anfertigung der Dissertation sowie zur Prüfungsvorbereitung den Rücken freigehalten und mit seinen fachlichen Diskussionen einen wichtigen Beitrag zum Erfolg geleistet hat.

Mein letzter, aber auch größter Dank gilt meinen Eltern Gertrud und Bernhard sowie meiner Freundin Milena Friebe. Meine Eltern haben bereits früh angefangen, mich zu fördern und fordern. Damit haben sie die Promotion erst ermöglicht. Milena hat mich während der gesamten Zeit an der Fachgruppe unterstützt und motiviert. Sie wusste ihre großartigen Fähigkeiten stets einzusetzen: Ihre mathematisch-physikalischen Fähigkeiten zur Prüfungsvorbereitung meiner Maschinenbauklausuren, ihre grafischen Fähigkeiten zur Unterstützung bei der Überarbeitung der Bilder dieser Dissertation und ihre Fähigkeiten mich in stressigen Phasen abzulenken, um einen wichtigen Ausgleich zu schaffen. Vielen Dank!

Vorveröffentlichungen

- [EP13] ECKELT, D.; PLACZEK, M.: Mechanismen interdisziplinärer Zusammenarbeit in der Produktfindung – Ansätze zur kollaborativen Ideengenerierung. In: ARNS, T.; BENTELE, M.; NIEMEIER, J.; SCHÜTT, P.; WEBER, M. (Hrsg.): 15. Kongress für Wissensmanagement und Social Media: Wissensmanagement und Social Media – Markterfolg im Innovationswettbewerb. 8.-9. Oktober, Hanau, 2013
- [GP16] GAUSEMEIER, J.; PLACZEK, M.: Potentialfindung. In: HEINZ NIXDORF INSTITUT (Hrsg.): Strategische Produktplanung – Adaptierbare Methoden, Prozesse und IT-Werkzeuge für die Planung der Marktleistungen von morgen. Paderborn, 2016
- [PEG15] PLACZEK, M.; EBERLING, C.; GAUSEMEIER, J.: Conception of a Knowledge Management System for Technologies. In: PRETORIUS, L.; THOPIL, G. A. (Hrsg.): IAMOT 2015 – Proceedings of the 24th International Association for Management of Technology Conference. June 8-11, Cape Town, 2015
- [PEG+15] PLACZEK, M.; ECHTERHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.; HIRSCHTER, T.: Deriving Technology Search Fields from Business Models. In: TIDD, J.; HUIZINGH, E.; CONN, S. (Hrsg.): ISPIM Innovation Summit – Changing the Innovation Landscape, December 6-9, Brisbane, 2015
- [PGO+16] PLACZEK, M.; GAUSEMEIER, J.; OVTCHAROVA, J.; ELSTERMANN, M.; WIEDERKEHR, O.: IT-Systeme. In: HEINZ NIXDORF INSTITUT (Hrsg.): Strategische Produktplanung – Adaptierbare Methoden, Prozesse und IT-Werkzeuge für die Planung der Marktleistungen von morgen. Paderborn, 2016
- [PZ12] PLACZEK, M.; ZIMMERMANN, S.: Informationstechnische Schutzmaßnahmen. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.); GLATZ, R.; LINDEMANN, U.: Präventiver Produktschutz – Leitfaden und Anwendungsbeispiele. Carl Hanser Verlag, München, 2012

Zusammenfassung

Geschäftsmodelle beschreiben die charakteristischen Facetten der Geschäftslogik einer Unternehmung. Im Maschinen- und Anlagenbau sowie verwandten Branchen werden Geschäftsmodelle jedoch immer vielfältiger und komplexer. Ein Grund ist die zunehmende Durchdringung der Digitalisierung in die Geschäftstätigkeit. Vernetzende Technologien sind zu wichtigen Impulsen zur Weiterentwicklung der Geschäftstätigkeit geworden. Solche Impulse frühzeitig zu erkennen ist nicht trivial und bedarf systematischer Unterstützung. Existierende Ansätze zur Technologiefrühaufklärung greifen zu kurz, da sie sich nur an einzelnen Aspekten des Geschäftsmodells orientieren. Es bedarf einer Technologiefrühaufklärung, die sich ganzheitlich an der Geschäftstätigkeit ausrichtet.

Ziel der Arbeit ist eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung im Kontext der Strategischen Planung. In der ganzheitlichen Orientierung am Geschäftsmodell liefert die Technologiefrühaufklärung Impulse zur Weiterentwicklung in allen Facetten des Geschäftsmodells. Das entwickelte Vorgehensmodell umfasst fünf Phasen beginnend in der Analyse des Geschäftsmodells. Anschließend wird eine Technologiesuche vorbereitet und durchgeführt. Die Identifikation von Technologien findet mit Hilfe von Text Mining statt und ermöglicht ein effizientes Aufdecken Schwacher Signale. Identifizierte Technologien werden bewertet und anschließend ein Plan zur Erschließung der Technologien erstellt.

Abstract

Business models describe the characteristics of the business logic of a company. In mechanical and plant engineering and related industries, business models become more complex. An important reason is the progressive penetration of digitalization in business operations. Connected technologies deliver an important momentum for a further development of business operations. Recognizing such a momentum early is not trivial and demands a systematic support. Existing methods and tools for technology intelligence fall short, but there is a demand for a holistic approach.

Thus, the goal of this thesis is a systematic approach for a business model-oriented technology intelligence in the context of strategic planning. Due to a holistic orientation towards a business model, technology intelligence provides impulses for further development in all facets of the business model. The developed procedure consists of five phases, beginning with the analysis of the business model. Afterwards a technology search is prepared and conducted. The identification of technologies is done by text mining and allows an efficient detection of weak signals. Identified technologies are evaluated and a technology exploration is planned.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung.....	1
1.1 Problematik	1
1.2 Zielsetzung.....	3
1.3 Vorgehensweise	4
2 Problemanalyse.....	5
2.1 Begriffsdefinition und -abgrenzung	5
2.1.1 Geschäftsmodelle	5
2.1.2 Geschäftsprozesse	9
2.1.3 Technologie und Technologiepotential.....	12
2.1.4 Technologiefrühaufklärung.....	15
2.1.5 Daten, Informationen und Wissen.....	17
2.1.6 Text Mining, Maschinelles Lernen, und Named Entity Recognition	18
2.2 Referenzmodell der Strategischen Planung und integrativen Entwicklung von Marktleistungen nach GAUSEMEIER.....	22
2.3 Geschäftsmodellentwicklung.....	25
2.3.1 4-Ebenen-Modell zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung nach GAUSEMEIER.....	26
2.3.2 Ebenen von Geschäftsmodellen	27
2.3.3 Funktionsbereiche in produzierenden Unternehmen	29
2.4 Technologiefrühaufklärung.....	30
2.4.1 Technologieplanungskonzept des HEINZ NIXDORF INSTITUTS ...	31
2.4.2 Idealtypischer Prozess zur Strategischen Frühaufklärung	33
2.4.3 Phasen der Technologiefrühaufklärung	35
2.5 Herausforderungen bei der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung – in der Theorie und Praxis.....	36
2.5.1 Verbundprojekt ADISTRA	36
2.5.2 Herausforderungen in den Pilotunternehmen	38
2.5.3 Herausforderungen aus Sicht der Geschäftsmodell- entwicklung	38
2.5.4 Herausforderungen aus Sicht der Technologiefrühaufklärung	39
2.6 Anforderungen an eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung.....	40
2.6.1 Übergeordnete Anforderungen	40

2.6.2	Anforderungen aus Sicht der Geschäftsmodellentwicklung	41
2.6.3	Anforderungen aus Sicht der Technologiefrühaufklärung	41
3	Stand der Technik	43
3.1	Ansätze zur Geschäftsmodellentwicklung.....	43
3.1.1	Geschäftsmodellentwicklung in der Produktentstehung nach KÖSTER.....	43
3.1.2	Entwicklung einer produktlebenszyklusorientierten Geschäftsmodell-Roadmap nach PEITZ	46
3.1.3	Musterbasierte Entwicklung technologie-induzierter Geschäftsmodelle nach AMSHOFF	49
3.1.4	St. Galler Business Model Navigator™ nach GASSMANN ET AL.	52
3.1.5	Lebenszyklusorientierte Frühaufklärung für Geschäftsmodelle nach ZOLLENKOP.....	53
3.2	Ansätze zur Technologiefrühaufklärung.....	56
3.2.1	Issueorientierte Frühaufklärung nach HÄRTEL	56
3.2.2	Technologiefrühaufklärung nach PFEIFFER.....	58
3.2.3	Kooperative Technologiefrühaufklärung mittels szenariobasiertem Technologie-Roadmapping nach MIEKE....	59
3.2.4	Technologiefrühaufklärung mit Data Mining nach ZELLER	62
3.2.5	Systematik zur Suche nach technologischen Entwicklungen nach SCHLOEN und SCHMITZ	64
3.2.6	Technologie-Monitoring des FRAUNHOFER IAO	65
3.2.7	Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps nach VIENENKÖTTER	67
3.3	Methoden und Hilfsmittel zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung.....	70
3.3.1	KNIME.....	70
3.3.2	Query Expansion	72
3.3.3	OpenNLP NE	73
3.3.4	TechnologieRadar – Technologien beobachten nach LANG- KOETZ und PASTEWSKI.....	74
3.4	Handlungsbedarf.....	76
4	Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung ...	79
4.1	Analyse der Geschäftstätigkeit.....	84
4.1.1	Tätigkeitsorientierte Beschreibung des Geschäftsmodells.....	84
4.1.2	Abbildung der Prozesse der Geschäftstätigkeit	85
4.1.3	Ableitung und Bewertung von technologieorientierten Verbesserungspotentialen	88
4.2	Suchvorbereitung.....	91

4.2.1	Beschreibung technologischer Suchfelder	91
4.2.2	Beschreibung von Suchbegriffen	93
4.2.3	Erweiterung der Suchbegriffe mit einem Thesaurus	94
4.2.4	Definition und Auswahl von Suchquellen	95
4.2.5	Definition von Suchaufträgen	101
4.3	Durchführung der Technologiesuche	102
4.3.1	Konfiguration von Suchmodulen	103
4.3.2	Durchführung der modularen Suche	105
4.3.3	Technologieextraktion	106
4.3.4	Anreichern von Technologieinformationen	112
4.3.5	Klassifikation der Technologien	124
4.4	Bewertung der Technologien	126
4.4.1	Manuelle Ergänzung von Technologieinformationen	126
4.4.2	Bewertung der Technologieattraktivität	130
4.4.3	Radar-basierte Priorisierung der Technologien	133
4.5	Planung der Technologie-Exploration	135
4.5.1	Erstellung einer integrierten Technologie-Projekt-Roadmap	136
4.5.2	Definition von Projektaufträgen für Machbarkeitsstudien	138
4.6	Allgemeine Informationen zur Systematik	141
4.6.1	Iterationspfad: Monitoring der Technologieentwicklung	141
4.6.2	Datenmodell	142
4.6.3	Systemarchitektur	143
4.7	Bewertung der Systematik anhand der Anforderungen	144
5	Zusammenfassung und Ausblick	147
6	Abkürzungsverzeichnis	151
7	Literaturverzeichnis	155
8	Anhang	169

1 Einleitung

Diese Arbeit entstand am HEINZ NIXDORF INSTITUT der Universität Paderborn auf Basis der Ergebnisse des mittlerweile abgeschlossenen BMBF-Verbundprojektes „ADISTRA – ADAPTIERBARES INSTRUMENTARIUM FÜR DIE STRATEGISCHE PRODUKTPLANUNG“. ADISTRA war eines von 13 Projekten im Rahmen der BMBF-Bekanntmachung „Innovative Produkte effizient entwickeln“ [Bun10], [Bun12]. Es behandelte Themen in Methodik und Werkzeugunterstützung in der Strategischen Produktplanung.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dieser Problemstellung, Technologiepotentiale zur Verbesserung von Geschäftsmodellen aufzudecken – insbesondere in einer ganzheitlichen Betrachtung des Geschäftsmodells. Die Einleitung erläutert in **Abschnitt 1.1** die Problematik, auf deren Grundlage in **Abschnitt 1.2** die Zielsetzung der Arbeit formuliert wird. **Abschnitt 1.3** gibt einen Überblick über den Aufbau der Arbeit.

1.1 Problematik

Industrielle Unternehmen stellen das Rückgrat der deutschen Volkswirtschaft und somit die Basis des Wohlstands dar. So trägt der deutsche Maschinen- und Anlagenbau etwa 11% zur Industrieproduktion weltweit und etwa 40% zum europäischen Industrieumsatz bei [GO16], [VM14]. Der gesamte Industriesektor in Deutschland betreibt sogar 16% der weltweiten Gesamtwirtschaftsleistung [Bun17]. Das produzierende Gewerbe in Deutschland ist mit den Herausforderungen der Digitalisierung und der zunehmenden Durchdringung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) konfrontiert [Bun14, S. 2f.]. Die Chancen, aber auch Herausforderungen, die sich daraus ergeben sind immens. ROLAND BERGER schätzt das kumulierte Wertschöpfungspotential durch Digitalisierung in Deutschland bis 2025 auf 425 Milliarden Euro, prognostiziert eine Produktivitätssteigerung von bis zu 30%, jährliche Effizienzsteigerung von 3,3% und Kostensenkungen von jährlich 2,6% [Bun17], [RB15]. Den Unternehmen fällt es jedoch schwer, diese technologischen Potentiale im Rahmen ihrer Geschäftsmodelle zu erschließen. Insbesondere die Wichtigkeit der kleinen und mittleren Unternehmen wird dabei in Studien häufig hervorgehoben: Ihr Anteil beträgt zwischen 90% und 95% der Gesamtwirtschaftsleistung [BDI+05], [Bun14], [GO16], [Söl14]. Etablierte Strukturen und Prozesse erschweren die Weiterentwicklung des Geschäfts sowohl in großen als auch in kleinen und mittleren Unternehmen. So sind laut einer Erhebung zum Beispiel 45% der Unternehmen der Automobil- und Pharmaindustrie oder 53% der Unternehmen der Finanzbranche in ihrem Geschäftsmodell und Kerngeschäft durch neue Marktteilnehmer bedenklich angreifbar geworden [Bit15]. Es bedarf daher guter Methodik und Werkzeuge für Unternehmen, um das Geschäft an den technologischen Chancen der Zeit auszurichten. Dieser Problematik stellt sich die vorliegende Arbeit, in der fortan zwei Blickwinkel eingenommen werden: Die Geschäftsmodellentwicklung und die Technologiefrühaufklärung – diese werden im Folgenden näher erörtert.

Ein Blickwinkel auf die Problematik ist die **Geschäftsmodellentwicklung**. Geschäftsmodelle beschreiben „*wie ein Unternehmen Werte schafft und Kunden motiviert, Geld dafür zu zahlen*“ [Kös14, S. 5], [GFO10, S.8]. Es stellt somit ein aggregiertes Abbild der Geschäftslogik eines Unternehmens dar und beinhaltet alle wesentlichen Aspekte zur Erbringung einer Marktleistung [SBK+11, S. 97]. Politik und Branchenverbände möchten dazu die Effektivität sowie die Effizienz von Geschäftsmodellen deutscher Unternehmen steigern [Bun14], [Bit15]. Das BMBF schlägt vor, zum einen die hybride Wertschöpfung¹ in den Fokus der Geschäftsmodellentwicklung zu rücken und zum anderen sich mit Prozessinnovationen für die Arbeit von morgen zu befassen. Diese Initiativen adressieren in erster Linie Unternehmen, die ein bestehendes Geschäftsmodell besitzen und dieses weiterentwickeln müssen, um den unternehmerischen Erfolg sicherzustellen. Hierbei wird zwischen evolutionären und disruptiven Geschäftsmodellweiterentwicklungen unterschieden. Der evolutionäre Ansatz verbessert ein bestehendes Geschäftsmodell und trägt – im Gegensatz zu disruptiven Geschäftsmodellinnovationen – zu einem Großteil des erfolgreichen Geschäfts in Deutschland bei [KÖ07, S. 7], [Pei15, S. 2]. Ein wichtiger Treiber für Verbesserungspotentiale in Geschäftsmodellen stellen digitale Technologien dar [RU17, S. 77ff.]. Hierbei gilt es, das bestehende Geschäftsmodell vor dem Hintergrund technologischer Verbesserungspotentiale zu untersuchen. Existierende Systematiken für die Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen greifen nicht weit genug, da sie den Einsatz von Technologien nicht ganzheitlich betrachten.

Der zweite Blickwinkel ist die **Technologiefrühaufklärung**. Unternehmen, die die Fähigkeit besitzen, neue und Erfolg versprechende Technologien frühzeitig zu identifizieren und zu nutzen, können zukünftige Wettbewerbsvorteile realisieren [BRA08, S. 27], [LAW08, S. 133]. Die Technologiefrühaufklärung deckt rechtzeitig potentielle Technologien auf [RG06, S. 160]. Dabei werden zum einen Technologien und zum anderen Technologieentwicklungen identifiziert [WSH+11, S. 89], [Ger05, S. 109]. Die hohe Anzahl an digital verfügbaren technologischen Informationen begünstigt die Technologiefrühaufklärung. Gleichzeitig stellt sie aber auch Herausforderungen an die Systematik, die großen Daten- und Informationsmengen effizient und effektiv zu verarbeiten. CASPERS definiert diesen Sachverhalt als globale Wissensexplosion, d.h. die steigende Menge an verfügbarem, potentiell relevantem Wissen² nimmt stetig zu [Cas04, S. 63f.]. Aufgrund der dynamischen Entstehung von Daten- und Informationsquellen ist es kaum möglich, diese großen Datenmengen manuell zu überschauen oder auszuwerten [WSH+11, S. 89], [MW00], [Zwe09, S. 198]. Hier ergeben sich aber Möglichkeiten im Rahmen einer Technologiefrühaufklärung, vorhandenes technologisches Wissen gezielt zu suchen

¹ „Das Zusammenführen von Sachgütern und Dienstleistungen zu hybriden Leistungs Bündeln führt zu neuen Wertschöpfungsformen und damit neuen Marktchancen.“ [BMBF14, S. 3]

² Häufig wird in der Literatur von Technologiewissen gesprochen. Dies impliziert, dass die vorhandenen Technologieinformationen bereits in den Kontext des Geschäftsgegenstandes eingeordnet sind. Im Rahmen der Einleitung wird mit den Begrifflichkeiten der Literatur weitergearbeitet.

[KSA11, S. 6], [PGO+16], [WSH+11, S. 90]. Primär besteht die Herausforderung in der effektiven und effizienten Verarbeitung von verfügbaren Technologiequellen [KS12, S. 19].

Bisher mangelt es an einer umfassenden und systematischen Unterstützung zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung. In der Literatur erfolgt die Geschäftsmodellentwicklung in der Regel für bereits identifizierte Technologien. Technologien stellen somit den Ausgangspunkt vieler Methoden zur Geschäftsmodellentwicklung dar [Ams16, S. 5f.], [BH13, S. 422], [CR02, S. 532f.], [PG05, S. 168], [PH15, S. 98f.], [WSH+11].

Die Hypothese, die im Rahmen dieser Arbeit verfolgt wird, ist, dass die Technologiefrühaufklärung am Geschäftsmodell ausgerichtet sein sollte, denn wenn Technologien zu Geschäftsmodellverbesserungen führen und Geschäftsmodelle alle relevanten Aspekte zur Erbringung einer Marktleistung beinhalten, stellen Geschäftsmodelle die ideale Ausgangsbasis für eine Technologiefrühaufklärung dar. Deshalb muss sich die Technologiefrühaufklärung am Geschäftsmodell orientieren, um den unternehmerischen Erfolg zu generieren. Einhergehend mit dieser Hypothese stellt sich folgende Forschungsfrage, die im Rahmen der Dissertation beantwortet werden soll: Wie kann ein Unternehmen die technologische Entwicklung für die Weiterentwicklung seines Geschäftsmodells nutzen?

1.2 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung im Rahmen der Strategischen Planung. Die Systematik soll auf den langfristigen Fortbestand und Erfolg einer Unternehmung ausgerichtet sein. Zu diesem Zweck adressiert die Systematik die Herausforderung, unternehmerische Weiterentwicklungspotentiale in Form von Technologien aufzudecken und zu bewerten.

Als Betrachtungsgegenstand soll das **Geschäftsmodell** herangezogen werden. Dazu sind die Facetten der Geschäftslogik klar zu beschreiben, um sie einer Analyse auf Verbesserungspotentialen unterziehen zu können. Es sollen dabei insbesondere die für das Geschäftsmodell wesentlichen Prozesse behandelt werden, die die Geschäftslogik repräsentieren. Für jene Prozesse, die relevant für die Geschäftslogik sind, sollen schlussendlich technologische Verbesserungen vorgeschlagen werden. Die methodische Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen ist nicht Teil dieser Arbeit.

Technologien zur Verbesserung von Geschäftsmodellen sollen mit Hilfe einer methodischen und werkzeugunterstützten **Technologiefrühaufklärung** identifiziert werden. Die Methodik soll anhand der Analyse des Geschäftsmodells die Suche nach Technologien durch definierte Suchfelder initiieren, den Einsatz eines Software-Werkzeugs ermöglichen und eine abschließende Bewertung umfassen. Die wesentliche Funktionalität des Software-Werkzeugs ist eine Technologiesuche auf Basis großer Mengen heterogener Daten und Informationen. Nicht nur eine einmalige, sondern eine kontinuierliche Beobachtung von Quellen soll damit ermöglicht werden.

Kern der Systematik soll ein Vorgehensmodell sein. Es soll auf der Beschreibung eines bestehenden Geschäftsmodells fußen, um daran analytisch Verbesserungspotentiale abzuleiten und eine Grundlage für eine automatisierte Technologiefrühaufklärung zu schaffen. Resultat der Systematik ist ein transparenter Plan zur Erschließung geschäftsmodell-relevanter Technologiepotentiale. Die Systematik richtet sich an das Management von Geschäftsfeldern.

1.3 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit ist in fünf Kapitel gegliedert. **Kapitel 2** dient der Präzision der in der Einleitung zuvor erläuterten Problematik. Dazu werden zunächst die für diese Dissertation relevanten Begriffe definiert und abgegrenzt. Anschließend erfolgt eine Einordnung in die Handlungsfelder Geschäftsmodelle und Technologiefrühaufklärung. Daraufhin werden die Herausforderungen der Verschmelzung dieser beiden Handlungsfelder in produzierenden Unternehmen beschrieben. Dies dient wiederum als Grundlage für Anforderungen an die zu entwickelnde Systematik.

Kapitel 3 beinhaltet den Stand der Technik. Dabei werden zunächst die übergeordneten Vorgehenssystematiken zur Geschäftsmodellweiterentwicklung und Technologiefrühaufklärung beschrieben. Anschließend werden einzelne Methoden und Hilfsmittel für die geschäftsmodellorientierte Technologiefrühaufklärung untersucht. Dies umfasst IT-Werkzeuge zum Text Mining sowie Methoden zur Bewertung von Technologien. Alle Ansätze werden vor dem Hintergrund der Anforderungen bewertet und der Handlungsbedarf wird herausgestellt. Aufgrund der Vielzahl der Ansätze, werden hier ausschließlich die relevantesten Methoden beschrieben.

In **Kapitel 4** wird die Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung vorgestellt. Diese besteht aus dem Vorgehensmodell und einem Software-Werkzeug zur Unterstützung dieser Vorgehenssystematik. Die Phasen werden anhand eines Beispiels aus der Informationstechnologie veranschaulicht. Im Anschluss werden allgemeine Informationen zur Systematik gegeben, wie eine Beschreibung des Iterationspfades für das Monitoring sowie das zu Grunde liegende Datenmodell des Software-Werkzeugs.

Kapitel 5 umfasst abschließend die Zusammenfassung sowie einen Ausblick für zukünftige Arbeiten. Hierbei wird insbesondere auf Aspekte eingegangen, die Potentiale der Datenanalyse in weiteren Teilen der strategischen Produktplanung zu nutzen. Diese sollen vor dem Hintergrund immer datenintensiverer Produkte und Dienstleistungen in der hiesigen Industrie Einsatz finden.

2 Problemanalyse

Das folgende Kapitel beschreibt den thematischen Kontext der Arbeit. Es vereint die Themengebiete von Geschäftsmodellen mit der Technologiefrühaufklärung und zeigt die Herausforderungen in produzierenden Unternehmen auf. Ziel dieses Kapitels sind Anforderungen an die Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung. Dazu werden in **Abschnitt 2.1** zunächst die relevanten Begriffe definiert und abgegrenzt. **Abschnitt 2.2** dient der generellen Einordnung der Handlungsfelder in das Referenzmodell der Strategischen Planung und integrativen Planung von Marktleisten. In **Abschnitt 2.3** und **Abschnitt 2.4** erfolgt die Einordnung in die übergeordneten Handlungsfelder Geschäftsmodellentwicklung und Technologiefrühaufklärung. Anschließend werden in **Abschnitt 2.5** die Herausforderungen in produzierenden Unternehmen beschrieben, welche die Grundlage für die Anforderungen in **Abschnitt 2.6** darstellen.

2.1 Begriffsdefinition und -abgrenzung

In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Begriffe dieser Arbeit definiert und abgegrenzt. Da diese Begriffe in der Literatur teilweise kontrovers diskutiert werden, ist das Ziel dieses Abschnitts eine einheitliche Begriffsdefinition. Dazu wird zunächst in Abschnitt 2.1.1 das Geschäftsmodell erläutert, das einen wesentlichen Blickwinkel dieser Arbeit darstellt. Im Folgenden werden in Abschnitt 2.1.2 Geschäftsprozesse beschrieben und Modellierungssprachen voneinander abgegrenzt. Anschließend werden in Abschnitt 2.1.3 die unterschiedlichen Definitionen von Technologien sowie Technologiepotentialen beschrieben. In Abschnitt 2.1.4 werden Frühwarn- und Früherkennungs- sowie Frühaufklärungssysteme erläutert und voneinander abgegrenzt. Für die – mit der Frühaufklärung einhergehende Analyse großer Datenmengen – ist es wesentlich die Begriffe Daten, Informationen und Wissen in Bezug zu setzen (Abschnitt 2.1.5). Dies dient auch als Grundlage für die Definition von Maschinellern Lernen (Abschnitt 2.1.6).

2.1.1 Geschäftsmodelle

Geschäftsmodelle sind in der Literatur nicht einheitlich definiert [BK11, S. 2], [BM10, S. 156]. Der Begriff wurde in den 1950er-Jahren zum ersten Mal erwähnt von BELLMANN ET AL. [BCC+57, S. 8]. Eine aktuelle Gegenüberstellung der verschiedenen Ansätze und Definitionen in der Literatur liefert SCHALLMO [Sch13, S. 12ff.], [Sch13a, S. 19ff.].³

HOPPE und KOLLMER beschreiben ein Geschäftsmodell als zusammengesetzten Begriff aus Geschäft und Modell, was abstrakt als „eine vereinfachte Abbildung einer auf Gewinn

³ Für einen Überblick der Entwicklung des Geschäftsmodell-Begriffs liefert Köster eine Begriffshistorie [Kös14, S. 18ff.].

abzielenden Unternehmung“ bestehend aus „Elementen und deren Verknüpfung“ zu verstehen ist [HK10, S. 3]. BIEGER und REINHOLD greifen ebenfalls auf, dass Geschäftsmodelle aus Elementen bestehen und definieren es als „Grundlogik, wie eine Organisation Wert schafft“ [BR11, S. 32]. OSTERWALDER und PIGNEUR adressiert zusätzlich zur Wertschaffung die Bereitstellung und Sicherung von Wert⁴ [OP10, S. 14]. SCHUH ET AL. sehen Geschäftsmodelle auf einem hohen Abstraktionsniveau und definieren es als Abbild der Geschäftslogik [SBK+11, S. 97]. WIRTZ sieht Geschäftsmodelle als „eine stark vereinfachte und aggregierte Abbildung der relevanten Aktivitäten einer Unternehmung“ an [Wir10, S. 70].

KÖSTER definiert ein Geschäftsmodell in Anlehnung an ZOLLENKOP und WIRTZ folgendermaßen [Wir10, S. 70], [Zol06, S. 48]: „Geschäftsmodelle sind Werkzeuge zur ganzheitlichen und unternehmensübergreifenden Beschreibung, Analyse und Gestaltung unternehmerischer Geschäftstätigkeit. In stark vereinfachter Form fokussieren sie alle relevanten Aktivitäten, durch die vermarktungsfähige Marktleistungen entstehen und vertrieben werden“ [Kös14, S. 24]. PEITZ definiert das Geschäftsmodell in Anlehnung an SCHUMPETER⁵ wie folgt [Sch61, S. 91]: „Ein Geschäftsmodell ist eine vereinfachte Geschäftslogik innerhalb einer definierten Bezugsebene. Die Geschäftslogik basiert auf dem Zusammenspiel verschiedener Gestaltungselemente, um damit einen ökonomischen Erfolg zu erzielen. Geschäftsmodelle sind somit zum Beispiel notwendig, um Produktinnovationen zu Produktinnovationen zu führen oder um den wirtschaftlichen Erfolg von Produktinnovationen zu erhalten“ [Pei15, S. 8f.]. Es fällt auf, dass PEITZ das Geschäftsmodell produktbezogen definiert, KÖSTER dies hingegen offenlässt. Beide sehen allerdings den wirtschaftlichen Erfolg bzw. Wettbewerbsvorteile im Vordergrund. GAUSEMEIER ET AL. synthetisieren die beschriebenen Ansätze und definiert Geschäftsmodelle wie folgt:

„Ein Geschäftsmodell ist ein aggregiertes Abbild der Geschäftslogik eines Unternehmens. Es beschreibt, wie ein Unternehmen Werte schafft, die seinen Kunden Nutzen stiften und dazu motivieren, dafür Geld zu zahlen“ [GKR13, S. 9]

Dieser Definition wird im Rahmen dieser Arbeit gefolgt.

Geschäftsmodelldokumentation

Zur Dokumentation des Geschäftsmodells eignet sich grundsätzlich die Business Model Canvas nach OSTERWALDER und PIGNEUR [OP10, S. 16ff.]. Die Business Model Canvas

⁴ GABLER definiert Wert als „Ausdruck der Wichtigkeit eines Gutes, die es für die Befriedigung der subjektiven Bedürfnisse besitzt, wie sie sich etwa in seinem Nutzen und in der betreffenden Präferenzordnung des Wirtschaftssubjektes widerspiegelt“ und bezieht sich auf den Aspekt der Knappheit [Gab17-ol].

⁵ PEITZ definiert Geschäftsmodelle in Anlehnung an die Definition von Innovation und Invention von SCHUMPETER [Pei15, S. 8f.], [Sch61, S. 91].

besteht aus den Partialmodellen Kundenmodell, Wertschöpfungsmodell und Finanzmodell, welche die neun folgenden Geschäftsmodellkomponenten zusammenfassen [GP14, S. 205]:

- **Nutzenversprechen:** Dieses Geschäftsmodellelement ist zentral und beschreibt die angebotene Marktleistung. In der Regel werden hiermit Bedürfnisse des Kunden befriedigt und Probleme gelöst [OP10, S. 22ff.]. Das Nutzenversprechen sollte differenzierende Elemente beinhalten.
- **Kundensegmente:** Die Beschreibung der Kundensegmente dient der Offenlegung, welche Kunden(gruppen) mit der angebotenen Marktleistung adressiert werden. Ein spezifischer Kundennutzen kann hier häufig zugeordnet werden [OP10, S. 20f.].
- **Distributionskanäle:** Hier wird beschrieben, welche Kanäle genutzt werden, um die Marktleistung samt Nutzenversprechen zur Verfügung zu stellen [OP10, S. 26f.].
- **Kundenbeziehungen:** Sie beschreiben, wie das Unternehmen im Rahmen des Geschäftsmodells mit seinen Kunden in Kontakt tritt und wie die Beziehung aufrechterhalten wird [OP10, S. 28f.]. Gemeinsam mit den Kundensegmenten sowie den Distributionskanälen bilden sie das Partialmodell **Kundenmodell**.
- **Schlüsselressourcen:** Hier sind die relevantesten Ressourcen beschrieben, die ausschlaggebend sind, um das Nutzenversprechen profitabel zu erfüllen. Darunter fallen u.a. Anlagen, Mitarbeiter sowie Technologien [OP10, S. 34f.]. Es sind allerdings ausschließlich zentrale Technologien zur Bedienung der Marktleistung aufgeführt.
- **Schlüsselaktivitäten:** Diese Geschäftsmodellkomponente beschreibt die wichtigsten Tätigkeiten zur Wertschöpfung und Differenzierung im Rahmen des Nutzenversprechens [OP10, S. 36f.].
- **Schlüsselpartner:** Hier stehen alle Stakeholder, wie Lieferanten und weitere Partner, die zur Erbringung des Nutzenversprechens notwendig sind [OP10, S. 38f.]. Schlüsselressourcen, Schlüsselaktivitäten und Schlüsselpartner bilden gemeinsam das Partialmodell **Wertschöpfungsmodell**. In der Regel sind hier die Partner aufgeführt, die eine zentrale Rolle für die Wertschöpfung aufweisen.
- **Kostenmodell:** Das Kostenmodell listet alle relevanten Kostenpositionen auf, die durch die Initialisierung oder den Betrieb anfallen [OP10, S. 40f.].
- **Ertragsmodell:** Hier werden analog zum Kostenmodell die Ertragspositionen des Geschäftsmodells aufgelistet [OP10, S. 30ff.]. Kosten- und Ertragsmodell werden als Partialmodell **Finanzmodell** zusammengefasst. Das Finanzmodell enthält Indikationen, wie profitabel ein Geschäftsmodell sein kann.

Mittlerweile existieren viele leicht modifizierte Darstellungen, u.a. [EAG15, S. 2297], [GKR13, S. 7], [Kös14, S. 97], [Pei15, S. 93]. Im Folgenden wird der Darstellung nach ECHTERFELD ET AL. gefolgt, da diese sich in der Praxis bewährt hat. Bild 2-1 zeigt die Geschäftsmodellstruktur.

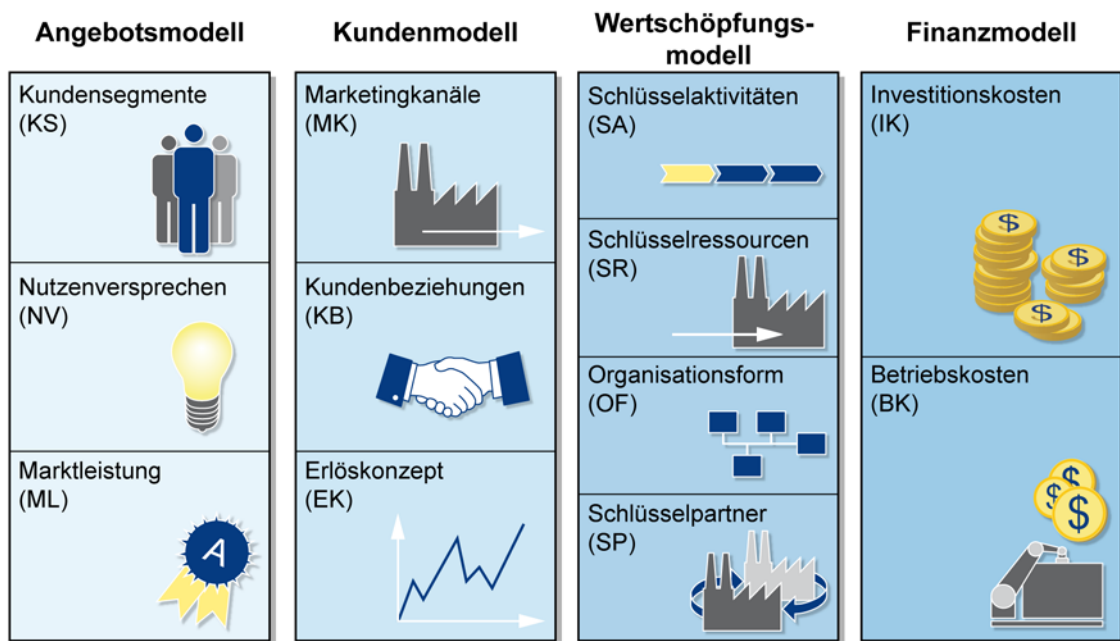


Bild 2-1: Geschäftsmodellstruktur nach ECHTERFELD ET AL. [EAG15, S. 2297] in Anlehnung an KÖSTER [Kös14, S. 97]

Jede Geschäftsmodellkomponente kann im Rahmen der Ausdetaillierung durch Geschäftsmodellvariablen (Merkmale) und Gestaltungsoptionen (Ausprägungen) beschrieben werden [Leh14b, S. 113ff.]. Die Kombination von Geschäftsmodellvariable und Gestaltungsoption charakterisiert das Geschäftsmodell [ADE+14, S. 17], [Ams16, S. 108]. Im Rahmen dieser Arbeit wird auf dieses Beschreibungskonstrukt zurückgegriffen.

Geschäftsmodellentwicklung

Die Geschäftsmodellentwicklung⁶ beschreibt die Tätigkeit zur Ausgestaltung oder Weiterentwicklung eines neuen bzw. bestehenden Geschäftsmodells. Die Geschäftsmodellstruktur liefert dafür einen geeigneten Rahmen zur Überprüfung des Status Quo [GP14, S. 205]. Treiber für eine Geschäftsmodellentwicklung ergeben sich in der Regel aus dem Umfeld des Geschäftsmodells. Hierfür existieren unterschiedliche Ansätze zur Definition von Einflussfaktoren. WIRTZ regt an, das *technologische, ökonomische und gesellschaftliche Umfeld* zu analysieren [Wir10, S. 211ff.]. Ferner werden eine *Branchen- und Markt-*

⁶ Unter Geschäftsmodellentwicklung wird ebenfalls die Weiterentwicklung verstanden. Die Systematik, die im Rahmen dieser Arbeit erarbeitet wird, fußt auf einem bestehenden Geschäftsmodell. Aus diesem Grund ist im Folgenden ausschließlich die Geschäftsmodellweiterentwicklung gemeint.

analyse sowie eine Wettbewerbsanalyse vorgeschlagen. OSTERWALDER und PIGNEUR untergliedern die Umfeldanalyse in die Aspekte *Haupttrends*, *Markttreiber*, *Makroökonomische Treiber* sowie *Industrietreiber* [OP10, S. 200f.]. KNYPHAUSEN-AUFSEß und ZOLLENKOP definieren die Dimensionen *Unternehmens-Umwelt* sowie *Wettbewerbs-Umwelt* [ZZ11, S. 114]. Die Ansätze zur Umwelt-Analyse liefern Informationen, um das Geschäftsmodell in den drei Stoßrichtungen kunden-, unternehmens-, wettbewerbsorientiert weiterzuentwickeln [Sch13a, S. 39]. Bild 2-2 zeigt die jeweiligen Aspekte dieser drei Stoßrichtungen auf. Diese Arbeit ermittelt Geschäftsmodellentwicklungen in allen drei Bereichen.

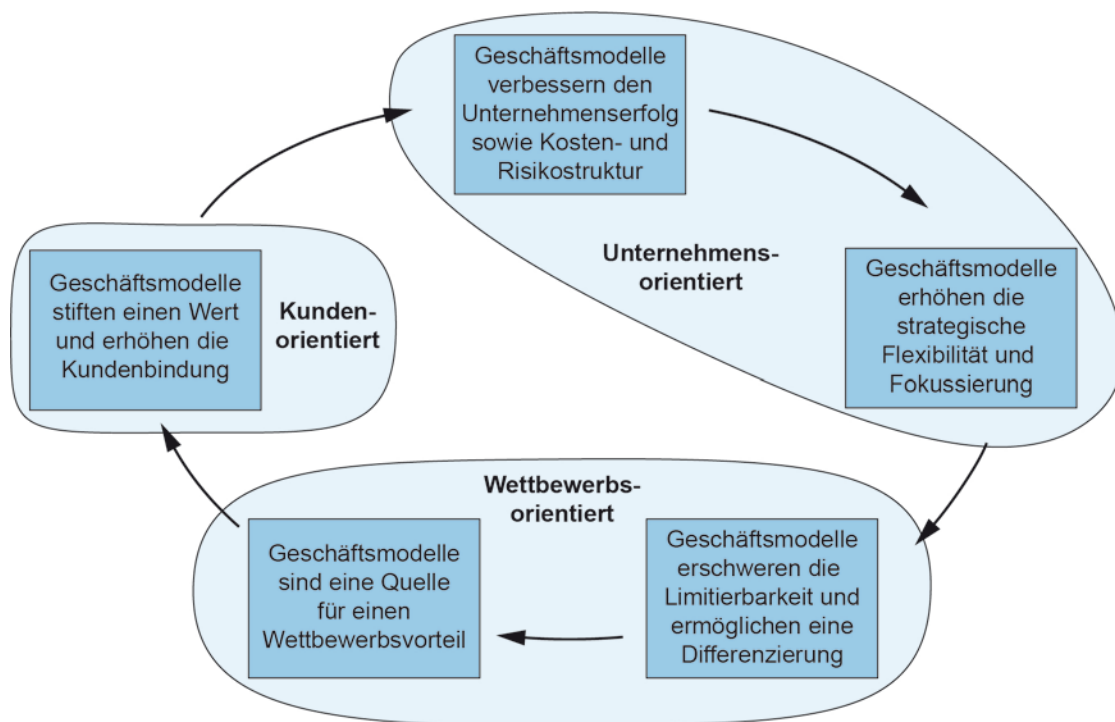


Bild 2-2: Stoßrichtungen für die Geschäftsmodellentwicklung nach SCHALLMO [Sch13a, S. 40]

2.1.2 Geschäftsprozesse

Geschäftsprozesse werden in der Literatur kontrovers diskutiert. GATATSCH liefert hierfür eine Übersicht der Historie der unterschiedlichen Definitionen und Ansätze [Gad17, S. 35ff.]. So vertreten HAMMER und CHAMPY eine kundenorientierte Sichtweise und definiert Geschäftsprozesse als Unternehmensprozesse, die eine Eingabemenge (Input) aufnehmen, verarbeiten und für einen Kunden Wert schaffen [HC94, S. 5f.]. SCHEER und JOOST beschreiben eine funktionsorientierte Sichtweise und heben die zeitliche und inhaltliche Abhängigkeit von durchzuführenden Funktionen im Unternehmen hervor [SJ96, S. 27ff.]. Dabei werden Geschäftsprozesse mit einer Prozesskette gleichgesetzt und der funktionsübergreifende Charakter hervorgehoben. ÖSTERLE greift diesen Charakter auf und definiert Geschäftsprozesse als eine Folge von organisatorisch übergreifenden Auf-

gaben, die durch Informationstechnologie unterstützt werden können [Öst95, S. 3ff.]. ÖSTERLE wirft somit den Gedanken der konkreten technischen Prozessunterstützung auf und verortet die Geschäftsprozesse in der Schnittstelle zwischen der Unternehmensstrategie und den unterstützenden Informationssystemen [Gad17, S. 40].

In der Folge existieren domänenspezifische Ausprägungen der Geschäftsprozessdefinition. BERKAU untergliedert Prozesse als *Technische Prozesse* (z.B. Fräsen eines Zylinderkopfes) und *Betriebswirtschaftliche Geschäftsprozesse* (z.B. Einstellen eines Mitarbeiters), die für die primäre Leistungserstellung relevant sind [Ber98, S. 27]. Diese Definition stellt die Grundlage für die Literatur aus der Produktionsplanung dar, die den technischen Aspekt aufgreifen. SCHLÜTER und SCHNEIDER definieren Geschäftsprozesse als „*sachlogisch zusammenhängende Aktivitäten, die eine in sich geschlossene Aufgabe realisieren*“ mit dem Ziel „*Materialien und Informationen in eine Kunden gewünschte Form zu bringen*“ [SS00, S. 366]. Hierbei stehen allerdings technische Prozesse im Vordergrund, die der Erstellung einer Marktleistung dienen.

Für eine konkrete Einordnung dieser Arbeit ist zunächst der Zusammenhang zwischen Geschäftsmodellen und Geschäftsprozessen relevant. Hier wird der Ansicht von AL-DEBEI und AVISON gefolgt, die **Geschäftsmodelle** als Schnittstelle zwischen **Geschäftsstrategie** und **Geschäftsprozessen** ansehen [AA10, S. 371]. Geschäftsmodelle stellen somit eine Vermittlungsebene dar. Bild 2-3 veranschaulicht dieses Prinzip.

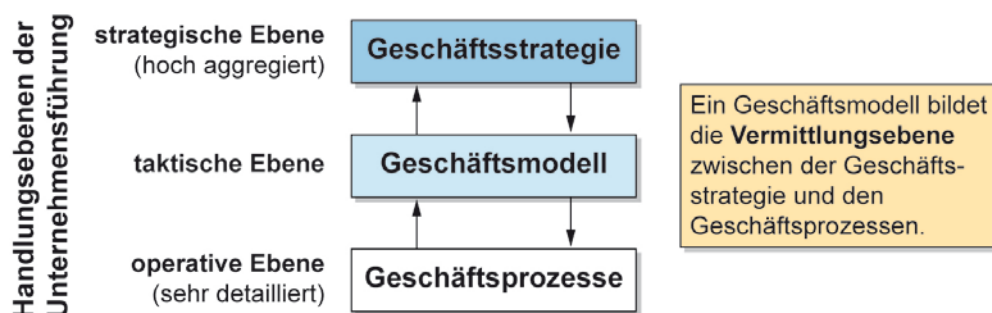


Bild 2-3: Beziehung zwischen Strategie, Geschäftsmodell und Geschäftsprozessen nach AL-DEBEI und AVISON [AA10, S. 371]; Darstellung nach [Leh14b, S. 21]

Geschäftsprozesse gestalten somit ein Geschäftsmodell ganzheitlich aus (vgl. Abschnitt 2.1.1). Das bedeutet, dass sie sowohl technisch als auch betriebswirtschaftlich zu betrachten sind. Gefolgt wird der Definition nach SCHMELZER und SESSELMANN, die die oben genannten Definitionen synthetisieren:

„Ein Geschäftsprozess besteht aus einer funktions- und organisations-überschreitenden Verknüpfung wertschöpfender Aktivitäten, die von Kunden erwartete Leistungen erzeugen und die aus der Geschäftsstrategie abgeleiteten Prozessziele umsetzen.“ [SS10, S. 63]

Geschäftsprozessdokumentation

Für die Dokumentation von Geschäftsmodellen existieren verschiedene Ansätze, die sich im Detaillierungs- und Formalisierungsgrad unterscheiden [GP14, S. 246ff.].⁷ Im Rahmen dieser Arbeit wird die Modellierungsmethode OMEGA⁸ genutzt. Diese Methode erlaubt es nicht nur Geschäftsprozesse zu modellieren, sondern stellt auch ein mächtiges Werkzeug zur Geschäftsprozessanalyse dar. OMEGA nutzt verschiedene Konstrukte, wie Objekte, um den Geschäftsprozess zu konkretisieren. Bild 2-4 zeigt eine Übersicht dieser Konstrukte [GP14, S. 254ff.]:⁹

- **Geschäftsprozess:** Ein Geschäftsprozess beschreibt die Folge von logisch zusammenhängenden wertschöpfenden Aktivitäten, um ein Ergebnis zu erbringen oder ein Objekt zu transformieren. Er besitzt einen Auslöser (Input) sowie ein Ergebnis (Output) [GP14, S. 254f.].
- **Organisationseinheit:** Dieses Konstrukt zeigt die Aufbauorganisation, in der der Geschäftsprozess durchgeführt wird. Sie ist farblich gekennzeichnet. Identische Organisationseinheiten besitzen eine identische Farbcodierung zur besseren Lesbarkeit [GP14, S. 255].
- **Externe Objekte:** Diese Objekte sind unterteilt in externe Objekte innerhalb der Organisation, aber außerhalb des Untersuchungsbereichs sowie Objekte außerhalb der Organisation. Sie stellen Einheiten des Systemumfelds dar und dienen somit als Schnittstelle zum Geschäftsprozess [GP14, S. 255].
- **Bearbeitungsobjekte:** Hier werden die Objekte subsummiert, die von einem Geschäftsprozess erzeugt bzw. transformiert werden. Es handelt sich hierbei um Input- und Outputgrößen von Geschäftsprozessen. Bearbeitungsobjekte sind IT-Objekte, Papierobjekte, mündliche Informationsobjekte, Materialobjekte sowie Informationsgruppen [GP14, S. 255f.].
- **Technische Ressourcen:** Unter technischen Ressourcen werden die Konstrukte, die die Durchführung von Geschäftsprozessen unterstützten, verstanden. Dies sind Materialspeicher, Papierspeicher, Betriebsmittel sowie IT-Applikationen (Systeme bzw. Speicher) [GP14, S. 256].
- **Potential:** Potentiale kennzeichnen Schwachstellen bzw. Verbesserungspotentiale. Dies ist relativ allgemein gehalten [GP14, S. 259].

⁷ Eine Übersicht über die gängigsten Ansätze zur Geschäftsprozessdokumentation liefern GAUSEMEIER und PLASS [GP14, S. 246].

⁸ Objektorientierte Methode zur Geschäftsprozessmodellierung und -analyse nach FAHRWINKEL [Fah95]

⁹ GAUSEMEIER und PLASS zählen noch weitere Konstrukte im Rahmen der Methodenbeschreibung auf, die in Bild 2-4 nicht dediziert aufgeführt werden. Für eine vollständige Auflistung der Konstrukte wird auf die Literatur verwiesen [Fah95], [GP14, S. 254ff.].

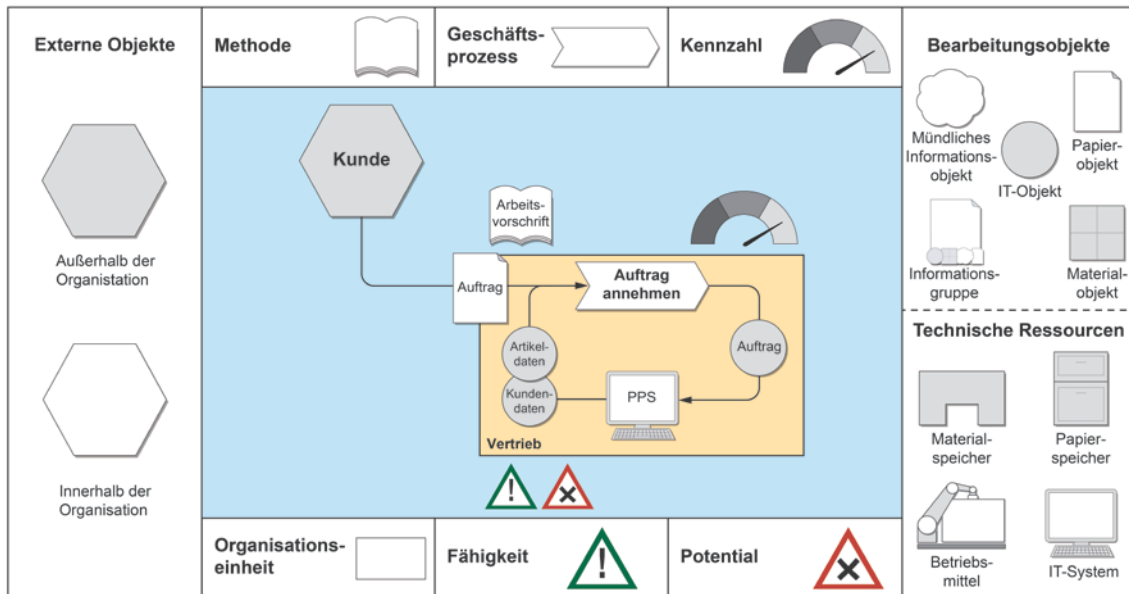


Bild 2-4: Überblick über die Konstrukte der Methode OMEGA nach GAUSEMEIER und PLASS [GP14, S. 254]

- **Fähigkeit:** Dieses Konstrukt stellt eine besonders relevante Fähigkeit hervor, die zwingend notwendig für die Durchführung des Geschäftsprozesses ist. Dabei kann diese bereits vorhanden oder noch erforderlich sein [GP14, S. 259].
- **Methode:** Unter einer Methode wird eine bewährte Abfolge von Arbeitsschritten verstanden, um ein Ergebnis zu erreichen. Diese unterstützen den Geschäftsprozess und sind entsprechend zu kennzeichnen [GP14, S. 259].
- **Kennzahl:** Kennzahlen sind Instrumente, die der Steuerung der Geschäftsprozesse und dem Controlling dienen. In der Regel wird damit die Leistungsfähigkeit oder die Ergebnisse eines Geschäftsprozesses gemessen [GP14, S. 260].

2.1.3 Technologie und Technologiepotential

Der Begriff Technologie wird in der Literatur nicht einheitlich verwendet [Bul94, S. 32], [Ger05, S. 17ff.], [Pei15, S. 11], [VB13, S. 1f.]. Dies liegt daran, dass die Begriffe Technologie und Technik ein unterschiedliches Begriffsverständnis adressieren [KNS+11, S. 33f.], [SKS+11, S. 33]. Es existiert ein traditionelles sowie ein integratives Begriffsverständnis.

Das **traditionelle Begriffsverständnis** sieht Technologien als anwendungsbezogenes Wissen von naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen zur technischen Problemlösung [Per87], [Ger05, S. 17], [VB13, S. 2]. SPECHT ET AL. greifen dies auf und definieren Technologien als „das Wissen über naturwissenschaftlich-technische Wirkbeziehungen, das bei der Lösung praktischer Probleme Anwendung finden kann“ [SBA02, S. 13]. Dementsprechend stellen Technologien keine praktische Lösung dar, sondern werden erst in einem Problemlösungsprozess in ein materielles Artefakt überführt. Dies

wird als Technik bezeichnet [Bul94, S. 33], [Ger05, S. 18], [KNS+11, S. 34], [Per07, S. 17], [SKS+11, S. 34]. [SLS11, S. 19]. BULLINGER fasst Technik als „*die materiellen Ergebnisse technischer Problemlösungsprozesse, ihre Herstellung und ihren Einsatz*“ zusammen [Bul94, S. 34]. GERPOTT konkretisiert dies und versteht Technik als „*in Produkten oder Verfahren materialisierte und auf die Lösung bestimmter praktischer Probleme ausgerichtete Anwendung von Technologien*“ [Ger05, S. 18]. Bild 2-5 stellt diesen Sachverhalt dar.

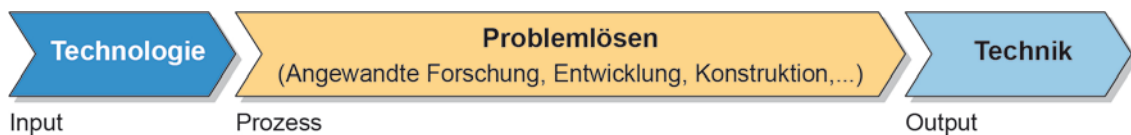


Bild 2-5: Zusammenhang zwischen Technologie und Technik nach Bullinger [Bul94, S. 34], [Ech14, S. 13]

BINDER und KANTOWSKY stellen ein **integratives Begriffsverständnis** vor, das Technologie als übergeordneten Begriff nennt und Technik als eine Teilmenge ansieht [BR96, S. 87ff.]. Dies löst die „*strikte Trennung von Technologie als Wissen und Technik als Anwendung*“ auf [SKS+11, S. 34]. Technologie umfasst somit „*Wissen, Kenntnisse und Fertigkeiten zur Lösung technischer Probleme sowie Anlagen und Verfahren zur praktischen Umsetzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse*“ [KNS+11, S. 34]. Die Technik wird hierbei als Materialisierung von Technologie angesehen [SKS+11, S. 34]. Diese Definition wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit genutzt. Bild 2-6 stellt das Prinzip des traditionellen und integrativen Begriffsverständnisses gegenüber.

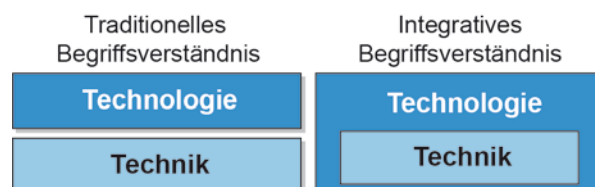


Bild 2-6: Traditionelles und integratives Begriffsverständnis von Technologie und Technik [SKS+11, S. 34], [Pei15, S. 12]

Für Technologien existieren eine Reihe von **Klassifizierungsansätzen**, anhand derer Technologien unterschieden werden können [BK96, S. 33], [Ger05, S. 44], [SKS+11, S. 35], [TK98, S. 44], [Wol00, S. 45]. Für die Klassifizierung existieren verschiedene Merkmale, wie Einsatzgebiete und Funktionen, Interpendenzen, branchenbezogene und interne Anwendungsbreite, Grad des Produktbezugs sowie Lebenszyklusphase [Ger05, S. 26f.], [SKS+11, S. 35f.]. Das Einsatzgebiet und die Funktion stellt für diese Arbeit eine besonders hohe Relevanz dar. In der Literatur wird zwischen Querschnittstechnologien und spezifischen Technologien unterschieden [SKS+11, S. 35f.]:

- **Querschnittstechnologie:** Eine Querschnittstechnologie bezeichnet branchenübergreifende Technologien. In der Historie haben diese Technologien das stärkste Wirtschaftswachstum initiiert [BH98, S. 50]. Häufig handelt es sich um

Oberbegriffe aus den IuK [Stä02]. Beispiele hierfür sind nach GASSMANN ET AL. Cloud Computing oder das Internet der Dinge [GFC13, S. 12].

- **Spezifische Technologie:** Spezifische Technologien sind branchenspezifisch und für einzelne Anwendungen geeignet. Ein Beispiel ist eine Zündtechnologie für einen Dieselmotor.

Diese Definitionen zeigen ein Dilemma auf: Auf der einen Seite weisen die Querschnittstechnologien ein hohes Produktivitätssteigerungspotential auf, auf der anderen Seite sind sie zu breit gefasst, um sinnvoll vor dem Hintergrund einer Geschäftsmodellanalyse eingesetzt zu werden. So irritieren die Beispiele von GASSMANN ET AL. eher, da sie den Anschein haben, eine hohe Problemlösungsrelevanz aufzuweisen. Im Rahmen dieser Arbeit werden spezifische Technologien, aber auf Querschnittstechnologien betrachtet. Letztere werden allerdings auf ein sinnvolles Konkretisierungsniveau gebracht.

Technologiepotential

Zur Einordnung des Begriffs Technologiepotential wird zunächst der Teilbegriff **Potential** definiert. Ursprünglich stammt er aus dem lateinischen *potentia* und bedeutet Vermögen, Macht bzw. Kraft. *Potentia* basiert wiederum auf dem Verb *posse* (können). Somit bedeutet Potential im weitesten Sinne so viel, wie einen Sachverhalt ausführen können. MÜLLER setzt Potential mit Leistungsfähigkeit gleich [Mül82]. Im technologischen Kontext existieren unterschiedliche Auffassungen. WOLFRUM sieht ein Potential als „die Gesamtheit aller für einen Zweck zur Verfügung stehender Mittel“ [Wol93, S. 65]. BINDER und KATOWSKY definieren Potentiale als „Fähigkeiten zur Beherrschung von Produkt- und Prozesstechnologien“ [BK96, S. 70]. Diese Definition ist offen gestaltet und somit keiner wissenschaftlichen Fachrichtung zuzuordnen.

BULLINGER versteht das **Technologiepotential** als Teilsystem eines Unternehmenspotentials [Bul96, S. 4ff.]. TSCHIRKY sieht ein Technologiepotential als „die unternehmensspezifischen Nutzungsmöglichkeiten sämtlicher verfügbarer Technologien und deren Synergien“ an [Tsc90, S. 12]. REMINGER sieht Technologiepotentiale als Chance zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, umgekehrt aber auch als Gefahr, falls Technologiepotentiale nicht gehoben werden [Rem90, S. 60]. Technologiepotentiale können mit bestehenden Technologien in einem diversifizierten Kontext oder mit subjektiv neuen Technologien gehoben werden [Ble11, S442]. Im Rahmen dieser Arbeit werden insbesondere subjektiv neue Technologien gesucht, um Erfolgspotentiale¹⁰ für das bestehende Geschäftsmodell zu identifizieren.

¹⁰ GÄLWEILER sieht Technologiepotentiale als Erfolgspotentiale an, sofern das Unternehmen die Technologie beherrschen kann [Gäl87, S. 28ff.], [Pei15, S. 12].

2.1.4 Technologiefrühaufklärung

Für eine Einordnung des Begriffs Technologiefrühaufklärung wird zunächst die Entwicklung des Begriffs Frühaufklärung erläutert und anschließend mit Technologie in Bezug gesetzt. Der Begriff Frühaufklärung stammt ursprünglich aus dem Militär [Las11, S. 17]. Ziel war es, Aktionen des Gegners frühzeitig zu antizipieren [Ham92, S. 171], [Kla83, S. 40], [Mül81, S. 62], [Sim86, S. 14]. Ferner wurde der Begriff in der Medizin im Rahmen der Krebsfrüherkennung sowie in der Wettervorhersage genutzt [Ham92, S. 171], [Kla83, S. 40], [Mar83, S. 4]. In der Industrie wurde die Frühaufklärung erst in den 1970er Jahren¹¹ zur Identifikation von Trends genutzt, in dem **Schwache Signale** systematisch untersucht wurden. Nach ANSOFF sind Schwache Signale „*vage Informationen über eventuell eintretende Situationen*“ [Ans81, S. 233]¹².

Die Literatur unterscheidet drei Entwicklungsstufen: Frühwarnung, Früherkennung und Frühaufklärung [KM93, S. 21]. Im Folgenden werden diese drei Stufen voneinander abgegrenzt:

- **Frühwarnung:** Die Frühwarnung ist die erste Generation dieser Art der Analyse und beschreibt einen kennzahlen- und hochrechnungsorientierten Ansatz zur Identifikation von Bedrohungen [Kla83, S. 41], [Sim86, S. 28ff.], [WB00, S. 11]. Das Über- bzw. Unterschreiten von Schwellenwerten löst eine Warnmeldung aus [Lie91, S. 4]. Aufgrund der Orientierung auf die Vergangenheit werden hier ausschließlich Bedrohungen aufgedeckt [Gar94, S. 41f.].
- **Früherkennung:** Die zweite Generation, die Früherkennung, wird um die Identifikation von Chancen erweitert [Sim86, S. 28ff.], [WB00, S. 11]. Hierbei wird ein indikatorenbasierter Ansatz gewählt, der es erlaubt, Bänder festzulegen, in denen sich die Werte bewegen dürfen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, frühzeitig die Entwicklungsrichtung der Indikatoren zu bestimmen [Kla83, S. 42ff.]. ANSOFF beruft sich bei der Identifikation von Chancen und Bedrohungen auf das Aufspüren von Diskontinuitäten [Ans76, S. 129ff.]. Die Herausforderung in dieser Methode liegt in der korrekten Definition der Indikatoren samt Wertebändern [Las11, S. 18].
- **Frühaufklärung:** Die Frühaufklärung stellt die dritte Generation dar und erweitert die Früherkennung um das Initiieren von Maßnahmen zur Abwehr von Bedrohungen sowie zur Nutzung von Chancen [Sim86, S. 28ff.], [WB00, S. 11].

¹¹ Treiber für die industrielle Frühaufklärung waren ein rückgängiges Wirtschaftswachstum, eine wachsende Instabilität sowie unvorhergesehene Veränderungen des Umfelds, sodass Unternehmen die interne und externe Entwicklung in ihre Strategische Planung aufgenommen haben [Las11, S. 17].

¹² Beobachtungsbereiche sind nach ANSOFF das externe globale sowie das unternehmensspezifische Umfeld, interne Potentialquellen sowie funktionsorientierte interne Beobachtungsbereiche [Ans81, S. 233ff.]. HÄRTEL ergänzt noch Internet- oder Zeitungsberichte, Patente sowie Seminarvorträge [Här02, S. 11]

Hierbei steht nicht nur die Methode im Vordergrund, vielmehr dient es als Instrument zur Sensibilisierung des Top-Managements, frühzeitig Schwache Signale zu identifizieren [GP14, S. 98], [ML03, S. 380].

Diese drei Stufen werden häufig mit dem Begriff System in Verbindung gebracht. Bereits zu Beginn handelte es sich um Werkzeuge mit einer Software-Unterstützung. Bild 2-7 zeigt diese drei Entwicklungsstufen auf.

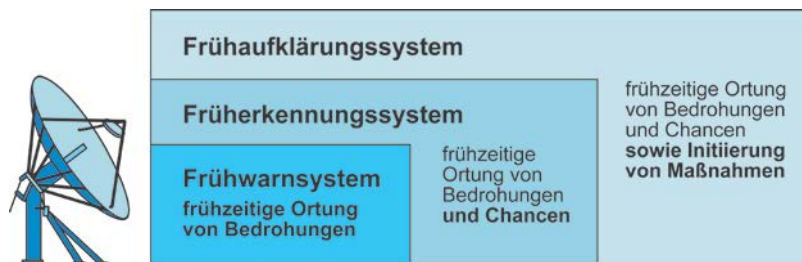


Bild 2-7: Historische Entwicklung zum Frühaufklärungssystem in Anlehnung an RAFFÉE und WIEDMANN, überarbeitet durch GAUSEMEIER und PLASS [GP14, S. 98], [RW89, S. 303]

Für den Begriff Technologiefrühaufklärung existiert in der Literatur keine einheitliche Definition [Lic02, S. 15]. In Anlehnung an die Definition der Frühaufklärung handelt es sich um das frühzeitige Erkennen von Chancen und Bedrohungen aufgrund Schwacher Technologiesignale sowie das Initiieren von Maßnahmen [Lau09, S. 46]. Dabei zielt die Technologiefrühaufklärung darauf ab, nicht nur neue Technologien zu erkennen, sondern auch Brüche in Technologieentwicklungen zu identifizieren. ZELLER sieht die Technologiefrühaufklärung eng verknüpft mit dem Strategischen Management, da hier insbesondere Umwelt-Trends und -Entwicklungen betrachtet werden [Zel03, S. 22]. LICHTENTHALER definiert die Technologiefrühaufklärung¹³ wie folgt: „Die *Technology Intelligence* umfasst die Aktivitäten der Beschaffung, der Analyse und der Kommunikation relevanter Informationen über technologische Trends zur Unterstützung von Technologieentscheidungen des Unternehmens und allgemeiner Unternehmensentscheidungen“ [Lic02, S. 19]. Im Rahmen dieser Arbeit wird in Anlehnung an die Literatur folgende Definition genutzt: *Die Technologiefrühaufklärung beschreibt das Identifizieren von subjektiv, neuen Technologien auf Basis Schwacher Signale zur Hebung von Technologiepotentialen. Sie umfasst die Aktivitäten der Beschaffung, der Analyse und der Verarbeitung relevanter Informationen.*

Im Rahmen der Technologiefrühaufklärung wird zwischen Scanning, Monitoring und Scouting unterschieden. Diese Begriffe werden im Folgenden abgegrenzt [Zel03, S. 23f.]:

¹³ LICHTENTHALER nutzt als Begriff das englischsprachige Synonym *Technology Intelligence*.

- **Scanning:** In der Literatur wird das Scanning als ungerichtete und unfokussierte Suche des technologischen Unternehmensumfeldes angesehen. Ungerichtet bedeutet, dass kein Betrachtungsrahmen definiert wird [Zel03, S. 23].
- **Monitoring:** Das Monitoring sucht gerichtet und schwach fokussiert auf Basis bestimmter Technologiefelder. Ziel ist die Verfolgung der Entwicklungen in relevanten Technologiefeldern [Zel03, S. 23].
- **Scouting:** Scouting bezeichnet die gerichtete und stark fokussierte Suche nach bestimmten Technologiethemen, um detaillierte Technologieinformationen zu beschaffen. Dabei können die Teilaufgaben Scanning und Monitoring Teilprozesse des Scoutings darstellen [Zel03, S. 23f.].

Diese drei Teilaufgaben der Technologiefrühaufklärung werden in der Literatur häufig vor dem Hintergrund der Identifikation von Technologie-Trends angesehen. Ein Scanning ohne Betrachtungsgegenstand funktioniert in der Praxis nicht. Da im Rahmen dieser Arbeit konkrete Technologien ermittelt werden sollen, wird das Scanning als *gerichtete Suche* auf Technologiefeldern definiert. Monitoring wird im Rahmen dieser Arbeit als *Beobachtung* von Technologiefeldern angesehen, die im Scanning initial abgearbeitet werden. Scouting stellt im Rahmen dieser Arbeit keine Relevanz dar.

2.1.5 Daten, Informationen und Wissen

Die automatisierte Technologiefrühaufklärung basiert im Wesentlichen auf der Verarbeitung von vorhanden Daten und Informationen, um Technologiewissen zu generieren. Dafür wird die Abgrenzung der Begriffe nach PROBST ET AL. genutzt [PRR13, S. 16]. Diese werden im Folgenden beschrieben.

Daten stellen traditionell alphanumerische Zeichenketten dar, die für sich stehend keine Bedeutung haben [AN95, S. 196], [KS06, S. 20]. Aufgrund günstiger werdenden Speicherplatzes stellen auch Binary Large Objects (BLOBs¹⁴) mittlerweile eine große Menge an Daten [How01, S. 265]. Daten können in strukturierter, semi-strukturierter oder unstrukturierter Form vorliegen. Strukturierte Daten besitzen einen festgelegten Datentyp und sind in der Regel in Tabellenform organisiert. Dies sind in der Regel Zeichenketten in relationalen Datenbanken [MRS08, S. 1], [WIZ+05, S. 2]. Ferner existieren semi-strukturierte Daten. Hierbei handelt es sich um Daten, die keiner festen Strukturdefinition folgen, diese aber in den Daten inkludieren. Dies können beispielsweise Web-Seiten sein, die in einer Auszeichnungssprache¹⁵ vorliegen. Einsatzgebiete von semi-strukturierten

¹⁴ Unter BLOBs versteht Howes unstrukturierte binäre Objekte. Dies können beispielsweise Datenbank-Sicherungen sein [How01, S. 265].

¹⁵ Auszeichnungssprachen sind bekannter unter dem englischen Begriff Markup Language (ML) und bezeichnet eine maschinenauswertbare Sprache. Diese kann entweder vorab definiert oder auch gänzlich frei von jeder Definition sein [GLM+10, S. 1f.].

Daten sind Web-Anwendungen [ABS00, S. 121]. Unstrukturierte Daten liegen in keinem einheitlichen Datentyp vor. Zudem existieren keine Metadaten dafür. Ein Beispiel für unstrukturierte Daten stellen natürlichsprachige Texte dar [WIZ+05, S. 2].

Informationen enthalten hingegen zusätzlich einen Kontext [AN95, S. 196], [HS11, S. 1], [KS06, S. 20]. Dies legt zu Grunde, dass Daten erst in Verknüpfung mit einer subjektiven Bedeutung zu Informationen werden [Leh14a, S. 54f.], [VSS07, S. 59].

Wissen ist in der Regel personengebunden und beinhaltet zusätzlich die Erfahrung im Umgang mit der Information [KS06, S. 21], [PRR13, S. 23], [Ric08, S. 15f.]. Das Wissen kann aus verschiedenen Daten- und Informationsquellen abgeleitet werden. Das Prinzip ist in Bild 2-8 dargestellt.

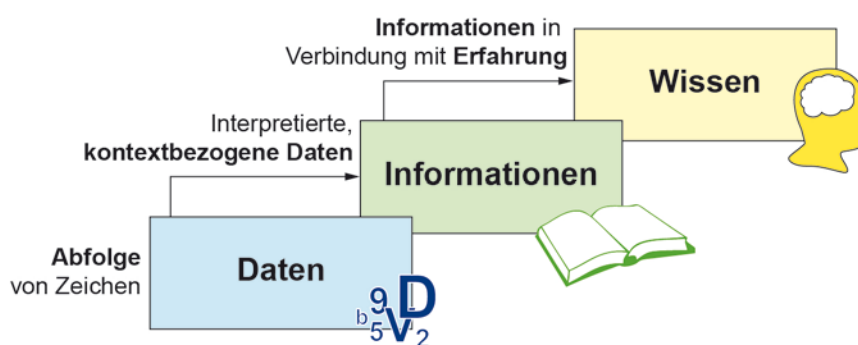


Bild 2-8: Zusammenhang von Daten, Informationen und Wissen nach [KS06, S. 20], [Rüb16, S. 15]

Im Rahmen dieser Arbeit werden semi-strukturierte sowie unstrukturierte Daten analysiert, um daraus Informationen abzuleiten und schließlich Wissen zu generieren. Für sich stehende identifizierte Technologien sind zunächst einmal selbst als Daten anzusehen. Erst die Anreicherung mit weiteren Attributen macht daraus eine Information. Der praktische Umgang mit den Technologien generiert dann Wissen.

2.1.6 Text Mining, Maschinelles Lernen, und Named Entity Recognition

Text Mining ist in der Literatur nicht einheitlich definiert [HNP05, S. 22]. Es existieren spezifische sowie generelle Definitionen dieses Begriffs. So entstammt der Begriff ursprünglich von FELDMAN und DAGAN, die Text Mining als Knowledge Discovery in Texts (KDT¹⁶) ansehen [FD95, 112ff.]. Es werden eine große Anzahl an Texten miteinander verglichen wiederkehrende Muster identifiziert. Über die Zeit entwickelte sich Text Mining als Oberbegriff für alle Methoden, die es ermöglichen, Text in Zahlen zu konvertieren, um daraus auf Basis statistischer Verfahren Informationen zu generieren

¹⁶ KDT beschreibt Methoden, die neue, bisher nicht bekannte Zusammenhänge in Texten oder Dokumenten identifizieren und automatisch zu extrahieren [Hea99, S. 3ff.]. Beispiele können der Literatur von ESTER und SANDER entnommen werden [ES00, S. 245ff.].

[AZ12, S. 1ff.], [HQW06, S. 5]. MINER ET AL. fassen diesen Begriff noch weiter und sehen Text Mining als Oberbegriff für sämtliche Werkzeuge und Methoden zur textbasierten Analyse an [MDE+12, S. 30]. Dem Begriffsverständnis von MINER ET AL. wird im Rahmen dieser Arbeit gefolgt.

Maschinelles Lernen wird in der Literatur als Methodenbaukasten zur Datenanalyse angesehen, um automatisiert Gesetzmäßigkeiten in den Daten zu erkennen. MITCHEL definiert maschinelles Lernen (engl. machine learning) folgendermaßen: „*A program is said to learn from experience E with respect to some class of tasks T and performance measure P , if its performance at tasks in T , as measured by P , improves with experience E* “ [Mit92, S. 2]. Dies besagt im Wesentlichen, dass ein (Computer-)Programm die Analyse durchführt und dass dieses aus Erfahrungen lernt. Das Lernen aus Erfahrungen dient der kontinuierlichen Verbesserung des Programms. MICHIE ET AL. sehen es ähnlich und definieren Maschinelles Lernen als automatisierte computergestützte Analyse, die basierend auf logischen oder binären Operationen, eine Aufgabe von einer Menge von Beispielen lernt [MST94, S. 2]. PAO fügt hinzu, dass das Programm aus Erfahrungen lernt und sich damit kontinuierlich verbessert [Pao97, S. 128ff.].

Beim Maschinellen Lernen wird ein Modell angelernt. Ein **Maschinelles Lernmodell** stellt Zusammenhänge zwischen den Parametern dar [BK08, S. 98f.], [Vap95, S. 23]. Bei der Modelldefinition wird eine Menge von Parameter bestimmt, die als Lernmenge herangezogen werden. Im Falle von prädiktivem Lernen¹⁷ wird ebenfalls ein Klassifizierungsparameter bestimmt. Die Zusammenhänge werden anschließend mit einem statistischen Algorithmus errechnet [Alp08, S. 2f.]. Dies wird in der Praxis als Maschinelles Lernen bezeichnet. Das Lernen wird in der Literatur in folgenden unterschiedlichen Lernmodi eingruppiert [Fis99, S. 6], [Mik08, S. 34], [VW12, S. 3ff.]:

- **Überwachtes Lernen:** Das Überwachte Lernen (engl. supervised learning) hat das Ziel eine Klassifizierung zu lernen, in dem eine bestimmte Anzahl an bereits existierenden Klassifizierungen vorgegeben wird. Dadurch sollen automatisiert Assoziationen errechnet werden, die zwischen Ein- und Ausgabemenge (Klassifikation) existieren [Fis99, S. 3f.].
- **Teilüberwachtes Lernen:** Steht nur eine Teilmenge einer Klassifizierung zur Verfügung, spricht man von Teilüberwachten Lernen (engl. semi-supervised learning) [Mik08, S. 34].
- **Nicht überwachtes Lernen:** Beim nicht Überwachten Lernen (engl. unsupervised learning) enthält die Lernmenge keine vorab bekannten Klassifizierungen.

¹⁷ Es wird zwischen prädiktiven und deskriptiven Modellen unterschieden. Prädiktive Modelle werden eingesetzt, um Vorhersagen zu treffen, deskriptive Modelle, um Wissen zu erlangen, das in den Daten enthalten ist, bzw. die Daten zu beschreiben [Alp08, S. 3].

Die initiale Klassifizierung und das Erkennen von Zusammenhängen geschieht automatisch durch den Algorithmus [Fis99, S. 4].

- **Bestärkendes Lernen:** Das Bestärkende Lernen (engl. reinforcement learning) orientiert sich am menschlichen Lernen und stellt eine spezielle Form des überwachten Lernens dar. Es werden Belohnung und Strafe eingesetzt um den Algorithmus anzulernen [VW12, S. 3ff.].

Neben den Lernmodi wird unterschieden, wie die Eingangsinformation an den Algorithmus übergeben wird. Es wird zwischen den folgenden drei Kategorien unterschieden [Fis99, S. 6f.]:

- **Passives Lernen:** Das Passive Lernen (engl. passive learning) beschreibt das Prinzip des beobachtenden Lernens. Der Algorithmus hat keine Möglichkeit Einfluss auf die Lerninformation zu nehmen [Fis99, S. 6].
- **Aktives Lernen:** Beim Aktiven Lernen (engl. active learning) erhält der Algorithmus die Möglichkeit, Erfahrungen vom Nutzer zu erfragen. Hier errechnet der Algorithmus die Relevanz der Fragen, um deren Anzahl möglichst gering zu halten [Fis99, S. 6f.].
- **Tutorielleres Lernen:** Tutorielles Lernen ist eine besondere Ausprägung des passiven Lernens. Hierbei wird eine konkrete Lernmenge von einem Tutor ausgewählt und dem Algorithmus zur Verfügung gestellt. Der Tutor nimmt dabei Einfluss auf den Algorithmus über die ausgewählten Beispieldatensätze [Fis99, S. 7f.].

Ferner werden die Maschinellen Lernverfahren danach kategorisiert, wann das Lernen stattfindet. Dazu wird zwischen den folgenden zwei Möglichkeiten unterschieden [Fis99, S. 5f.]:

- **Off-Line Lernen:** Beim Off-Line Lernen (engl. off-line learning) wird der Algorithmus initial einmal angelernt [Fis99, S. 5].
- **On-Line Lernen:** Das On-Line Lernen (engl. on-line learning) teilt das Lernen in zwei Phasen ein. Initial wird das Modell mit einer Stichprobe angelernt. Falsche Vorhersagen während des produktiven Betriebs werden korrigiert und als Lernmenge kontinuierlich in den Algorithmus zurückgespielt [Fis99, S. 5f.].

In der Schnittstelle Text Mining und verwandte Disziplinen existieren sieben Anwendungsfelder. Im Folgenden werden die drei Anwendungsfelder beschrieben, die für die Arbeit relevant sind.¹⁸ Es handelt sich um Natural Language Processing, Information Retrieval und Information Extraction.

¹⁸ Eine Beschreibung der übrigen vier Anwendungsfelder kann der Literatur entnommen werden [MDE+12, S. 32].

Natural Language Processing (NLP) beschreibt Methoden und Werkzeuge in der Verarbeitung von natürlichsprachigen Texten [MDE+, S. 32]. Im Rahmen des NLP stehen beispielsweise Stoppwortlisten zur Verfügung, die Wörter, die in hoher Anzahl vorkommen und meistens keine Relevanz für das Ergebnis haben (z.B. „und“, „oder“, „in“, „an“ etc.), identifizieren und filtern [MDE+12, S. 47f.], [Sto07, S. 222].

Information Retrieval beinhaltet Methoden zur Identifikation von Texten in Datenbanken, basierend auf Suchbegriffen. MINER ET AL. geben an, dass die Suchbegriffe gegebenenfalls mit Hilfe eines Thesaurus¹⁹ erweitert werden können, um das Suchfeld zu vergrößern [MDE+12, S. 5].

Information Extraction beschreibt das „*Identifizieren und Extrahieren von relevanten Fakten und Beziehungen aus unstrukturierten Texten*“, also den „*Prozess aus unstrukturierten sowie semistrukturierten Texten strukturierte Daten zu schaffen*“ [MDE+12, S. 32]. Der Verortung dieser Anwendungsfelder in der Domäne der Textanalyse kann Bild 2-9 entnommen werden. Information Extraction und Natural Language Processing liegen in der Schnittstelle zwischen *Text Mining* sowie *Maschinellern Lernen* und beruhen im Wesentlichen auf *Statistischen Methoden*. Information Retrieval ist im Bereich Datenbanken und Bibliothekswissenschaften angesiedelt.

Information Extraction steht als Überbegriff für verschiedene Methoden und Werkzeuge. Im Folgenden wird auf das **Named Entity Recognition** (NER) eingegangen. NER entstammt ursprünglich dem Methodenbaukasten des NLP, ist mittlerweile aber innerhalb der Information Extraction angesiedelt [Sar07, S. 263]. Ziel ist das Identifizieren und Extrahieren von Entitäten in Texten, wie Personen und Unternehmensnamen [MDE+12, S.]. Entitäten werden typischerweise durch Nomen repräsentiert [Sar07, S. 269]. Für das NER existieren die folgenden zwei Ansätze [MDS+12, S. 924]:

- **Regelbasierter Ansatz:** Dieser Ansatz basiert auf einer Reihe von grammatikalischen Regeln, die vorab definiert werden. Die Regeln werden domänenspezifisch mit Hilfe einer stochastischen Verteilung gewichtet und auf die Texte angewendet [MDS+12, S. 924f.]. Dieser Ansatz zeigt eine hohe Genauigkeit in geschlossenen Domänen, [KH98, S. 9f.]. Nachteilig ist, dass nur Regeln angewendet werden können, die vorab definiert werden.
- **Statistikbasierter Ansatz:** Der statistikbasierte Ansatz beruht auf Kennzeichnungen von Entitäten im Text. Hierbei werden die Entitäten markiert, auf die eine bestimmte Kennzeichnung zutrifft. Andererseits werden auch Entitäten markiert, auf die die Kennzeichnung nicht zutrifft. Anschließend wird ein Maschinelles Lernmodell erstellt, das diese Kennzeichnungen als Lernmenge nutzt. Im Wesent-

¹⁹ Ein Thesaurus definiert nach ULLRICH ET AL. Ähnlichkeits- und Synonymrelationen zwischen Begriffen [UMA03, S. 4].

lichen werden automatisierte Regeln erstellt, die für die Klassifizierung beispielsweise den Wortbau, die Grammatik sowie die Stellung des Wortes im Satz beschreiben. Anschließend wird das Lernmodell auf andere Texte angewendet. Da die Kennzeichnungen von vornherein bekannt ist, fällt diese Methode unter das Überwachte Lernen [MDS+12, S. 924f.]. Der statistikbasierte Ansatz erweist sich als der genauere Ansatz [RR09, S. 147ff.]. Vorteil ist, dass Regeln maschinell erstellt werden und somit beim Anlernen nicht bekannt sein müssen.

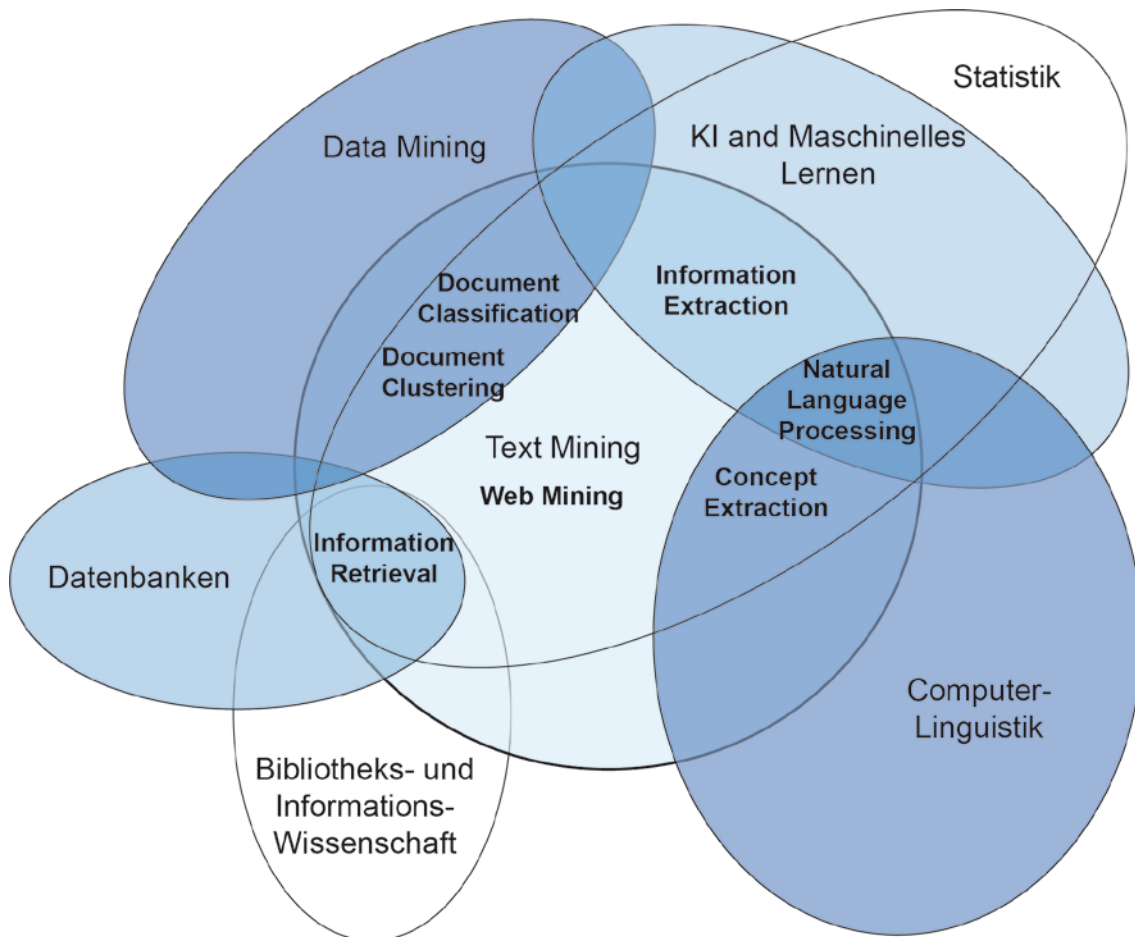


Bild 2-9: Darstellung der Beziehung von Maschinellern Lernen zu verwandten Feldern nach [MDE+12, S. 31]; Eigene Übersetzung in Teilen

2.2 Referenzmodell der Strategischen Planung und integrativen Entwicklung von Marktleistungen nach GAUSEMEIER

Das Referenzmodell der Strategischen Planung und integrativen Entwicklung von Marktleistungen nach GAUSEMEIER stellt eine Weiterentwicklung des 3-Zyklen-Modell der Produktentstehung²⁰ dar. Nach GAUSEMEIER umfasst dieses Referenzmodell die Aufgaben

²⁰ Das 3-Zyklen-Modell der Produktentstehung beschreibt ein Referenzmodell, das das zyklische Zusammenspiel von Strategischer Produktplanung, Produktentwicklung und integrativer Produktionssystementwicklung aufzeigt. Es erstreckt sich von der Geschäftsidee bis zum Serienanlauf [GP14, S. 26].

von der Geschäftsidee bis zum Serienanlauf. Das Referenzmodell beschreibt dabei keine strikte Abfolge von Phasen und Meilensteinen, sondern vielmehr ein Wechselspiel von Aufgaben in Form von Zyklen. Bild 2-10 zeigt Phasen des ersten Zyklus Strategische Produktplanung in Gänze. Darüber hinaus werden die weiteren Phasen Produkt-, Dienstleistungs- und Produktionssystementwicklung angedeutet [GAD+14, S. 11ff.]. Im Folgenden werden die Zyklen beschrieben.

Strategische Produktplanung (Erster Zyklus): Der Zyklus Strategische Produktplanung beschreibt den Prozess vom Auffinden von Erfolgspotentialen bis zum Entwicklungsauftrag. Ziel ist eine Erfolg versprechende Produktkonzeption, die in Form einer prinzipiellen Lösung erarbeitet wird. Der Entwicklungsauftrag stellt dabei das Übergabedokument an die Produktentwicklung dar, das u.a. die prinzipielle Lösung spezifiziert [WG, S. 58ff.]. Die Strategische Produktplanung umfasst die Bereiche Potentialfindung, Produktfindung, Produktkonzipierung sowie die Geschäftsplanung. Die **Potentialfindung** befasst sich mit dem Auffinden von Erfolgspotentialen und dem Ableiten von Handlungsoptionen für die Zukunft. Übliche Methoden sind die Szenario-Technik, Trendanalysen sowie Delphi-Studien [GP14, S. 43ff.]. Die **Produktfindung** greift die Erfolgspotentiale auf und befasst sich mit der Suche und Auswahl von neuen Produkt- und Dienstleistungsideen. Innerhalb der Ideenfindung werden Methoden, wie TRIZ²¹, laterales Denken nach DE BONO und Technologie-Roadmaps genutzt [Bon96, S. 1ff.], [SB05, S. 149], [TZZ98, S. 1ff.]. Die **Geschäftsplanung** befasst sich zunächst mit der Geschäftsstrategie, also der Fragestellung, welche Geschäftssegmente bedient werden sollen. Anschließend wird ein Geschäftsmodell entwickelt, das das Nutzenversprechen konkretisiert und die notwendigen Wertschöpfungselemente beinhaltet. Die Produktstrategie definiert anschließend die Ausgestaltung des Produktprogramms und mündet in einem Geschäftsplan. Dieser umfasst eine Berechnung eines potentiellen Return on Investment (RoI) und stellt damit eine Aussage zur möglichen Profitabilität zur Verfügung. Die Schnittstelle zwischen erstem und zweitem Zyklus stellt die **Produktkonzipierung** dar. Ziel ist ein Entwicklungsauftrag, der u.a. eine prinzipielle Lösung enthält, bestehend aus einem Umfeldmodell, einem konkretisierenden Anforderungskatalog, einer Funktionshierarchie sowie einer Wirkstruktur [GAD+14, S. 11f.], [GP14, S. 25ff.].

Aufgrund der stetig zunehmenden Relevanz von Dienstleistungen und hybriden Leistungsbündeln, wurde das Modell um den vierten Zyklus Dienstleistungsentwicklung erweitert [GAD+14, S. 25ff.].

²¹ TRIZ steht für die *Theorie des erfinderischen Problemlösens* und wurde von ALTSCHULLER und SCHAPIRO in den 1950er Jahren entwickelt [AS56, S. 1ff.].

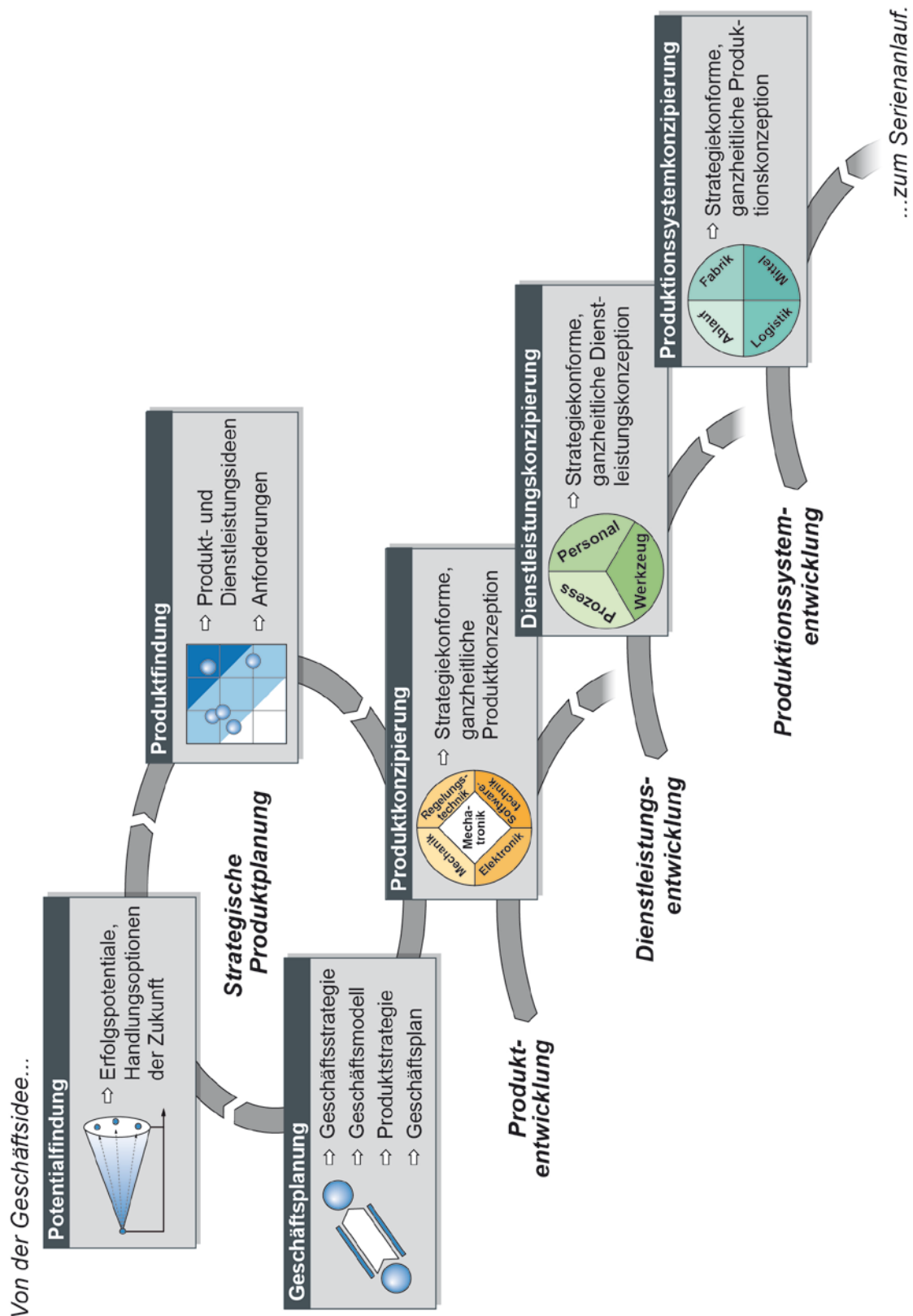


Bild 2-10: Referenzmodell der Strategischen Planung und integrativen Entwicklung von Marktleistungen nach [GAD+14, S. 15]

Produktentwicklung (Zweiter Zyklus): In dem zweiten Zyklus, der Produktentwicklung, erfolgt der **Entwurf** und die **Ausarbeitung** des zukünftigen Produkts auf Basis der Ergebnisse aus der **Produktkonzipierung**. Dies geschieht domänenspezifisch in den Fachrichtungen Mechanik, Regelungstechnik, Elektronik und Softwaretechnik. Die domänenspezifische Ausarbeitung der Einzeldisziplinen wird im Rahmen der **Produktintegration** zu einer Gesamtlösung zusammengeführt. In der Produktentwicklung werden häufig rechnerinterne Modelle in Form von virtuellen Produkten bzw. virtuellen Prototypen genutzt [GAD+14, S. 11f.], [GP14, S. 26].

Dienstleistungsentwicklung (Dritter Zyklus): Im Rahmen des dritten Zyklus, der Dienstleistungsentwicklung, erfolgt eine Konkretisierung einer Dienstleistungsidee bis zu einer Marktleistung. Die **Dienstleistungskonzipierung** dient als Schnittstellenaufgabe, in der die bisherigen Informationen übergeben werden. Die Dienstleistungskonzipierung ist unterteilt in die Bereiche Prozess, Personal und Werkzeug. Im Bereich Prozess werden die Abläufe der Dienstleistungen konzipiert. Unter Werkzeug sind alle materiellen Ressourcen zusammengefasst, die für den Ablauf notwendig sind. Der Bereich Personal spezifiziert die notwendigen personellen Ressourcen bzw. Fähigkeiten. Ferner werden in diesem Zyklus die **Dienstleistungsplanung** und **Dienstleistungsintegration** durchgeführt [GAD+14, S. 13f.].

Produktionssystementwicklung (Vierter Zyklus): Die Produktionssystementwicklung (vierter Zyklus) beginnt analog zu Zyklus zwei und drei mit der **Produktionssystemkonzipierung** und beinhaltet die Bereiche Ablauf, Fabrik, Mittel und Logistik. Ziel ist eine ganzheitliche, strategiekonforme Produktionskonzeption. Anschließend findet die **Arbeitsplanung** statt, in der die Arbeitsabläufe, -stätten, -mittel sowie Materialflüsse geplant werden. Im Rahmen der **Produktionssystemintegration** werden die einzelnen Domänen zu einem verifizierten Produktionssystem zusammengeführt. In diesem Zyklus kommen ebenfalls häufig rechnerinterne Modelle in Form von Digitalen Fabriken oder Virtuellen Produktionen zum Einsatz [GAD+14, S. 12], [GP14, S. 26f.].

Einordnung der Arbeit: Die vorliegende Arbeit befindet sich innerhalb der Strategischen Produktplanung im Übergang von der Geschäftsplanung zur Potentialfindung. Gegenstand der Arbeit ist das Identifizieren von technologiebasierten Erfolgspotentialen auf Basis von Geschäftsmodellen und das möglichst frühzeitige Auffinden von neuen Technologien zu deren Erschließung. Die Arbeit tangiert somit die Geschäftsplanung, ist aber im Wesentlichen in der Potentialfindung verortet.

2.3 Geschäftsmodellentwicklung

In diesem Abschnitt erfolgt zunächst eine Einordnung der zu entwickelnden Systematik vor dem Hintergrund von Geschäftsmodellen. Dazu wird zunächst in Abschnitt 2.3.1 eine Einordnung der Systematik in das 4-Ebenen-Modell zur zukunftsorientierten Unterneh-

mensgestaltung durchgeführt. In Abschnitt 2.3.2 wird die Geschäftsmodellebene festgelegt. Abschnitt 2.3.3 dient zur Einordnung der Systematik in die Funktionsbereiche von produzierenden Unternehmen.

2.3.1 4-Ebenen-Modell zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung nach GAUSEMEIER

Das Geschäftsmodell befindet sich im Referenzmodell der Strategischen Planung und integrativen Entwicklung von Marktleistungen im Aufgabenbereich der Geschäftsplanung. Da Technologien nicht ausschließlich marktleistungsbezogen eingesetzt werden, sondern für die gesamte Wertschöpfung im Unternehmen relevant sind, wird die Systematik in das 4-Ebenen-Modell zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung nach GAUSEMEIER eingeordnet. Bild 2-11 zeigt die vier Ebenen Vorausschau, Strategien, Prozesse sowie Systeme und deren Zusammenhang. Im Folgenden werden die einzelnen Ebenen beschrieben und in die zu entwickelnde Systematik eingeordnet.

Vorausschau (Erste Ebene): Im Rahmen der Vorausschau wird systematisch der Zukunftsraum analysiert, um Chancen und Bedrohungen für das aktuelle Geschäft zu antizipieren. Die Vorausschau ist somit Teil der Potentialfindung. Übliche Methoden sind die Szenario-Technik, Trendanalysen sowie Delphi-Studien [GP14, S. 43ff.]. Hier wird insbesondere die Szenario-Technik angewendet [GP14, S. 44ff.]. Aus diesem Grund stellt das Symbol der Phase einen Szenario-Trichter dar, was den zukünftigen Optionsraum darstellen soll [GP14, S. 38], [Rei91, S. 26f.].

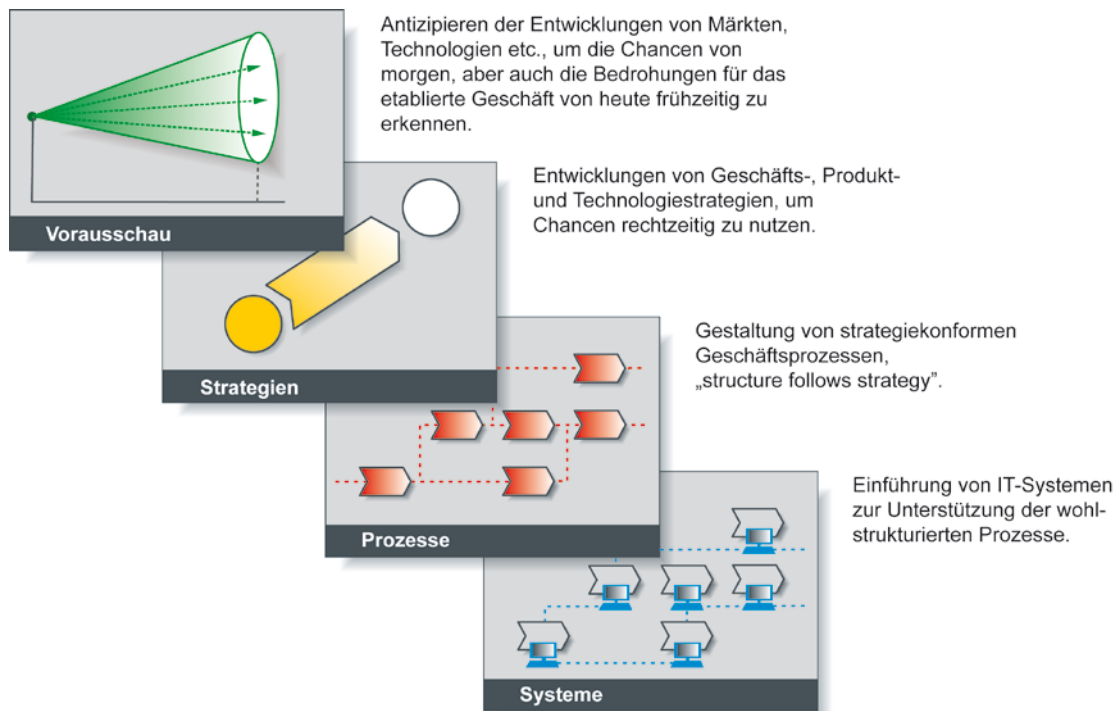


Bild 2-11: Das 4-Ebenen-Modell zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung nach [GP14, S. 38]

Strategien (Zweite Ebene): Die Ebene Strategien befasst sich im Wesentlichen mit der Entwicklung von Unternehmens- und Geschäfts-, Produkt-, oder Technologiestrategien. Hier werden die Leitlinien für das unternehmerische Handeln definiert und eine Richtung in Form einer Vision vorgegeben. Die Strategien umfassen neben der Vision, Schlüssel-fähigkeiten, konkrete Marktleistungs- sowie Geschäftsziele und Maßnahmen für die einzelnen Handlungsbereiche [GP14, S. 38].

Prozesse (Dritte Ebene): Die dritte Ebene, die Prozesse, befassen sich mit der Gestaltung von strategiekonformen Geschäftsprozessen. Hier gilt die Prämisse, dass die Struktur der Strategie folgt [PG88, S. 1ff.]. Prozesse bilden die Ablauforganisation des Unternehmens ab und sind beziehen sich in der Regel auf alle wertschöpfenden Tätigkeiten. Sie werden auch Leistungserstellungsprozesse genannt. Für die Abläufe muss eine komplementäre Aufbauorganisation modelliert werden [GP14, S. 39].

Systeme (Vierte Ebene): Die vierte Ebene befasst sich mit der Planung und Einführung von Systemen aller Art zur Unterstützung der Geschäftsprozesse. Dies sind in der Regel IT-Systeme. Unter IT-Systemen werden alle Arten von Hard- und Software subsummiert und beinhalten beispielsweise Hardwaresysteme (z.B. Laptops und Server) und indirekte Software²² (z.B. Betriebssysteme und Datenbanksysteme, wie ERP- und CRM-Systeme) [GP14, S. 39].

Einordnung der Arbeit: Der Kern dieser Arbeit ist auf der ersten Ebene der Vorausschau zu verorten. Das Gestaltungsfeld ist durch das Geschäftsmodell vorgegeben. Das Geschäftsmodell findet sich nicht direkt im 4-Ebenen-Modell wieder. Nach der Definition von AL-DEBEI und AVISON sowie OSTERWALDER und PIGNEUR ist das Geschäftsmodell in der Schnittstelle zwischen Strategien und Prozessen verortet [AA10, S. 371], [OP02, S. 2]. Geschäftsprozesse stellen zum einen die Operationalisierung eines Geschäftsmodells dar und zum anderen sind sie eng mit der Systemebene verknüpft. Aus diesem Grund eignen sie sich als Quelle für Technologiepotentiale.

2.3.2 Ebenen von Geschäftsmodellen

Geschäftsmodelle können nach WIRTZ produkt-, geschäftsbereichs-, unternehmens- oder industriespezifisch sein [Wir10, S. 70]. Die Hierarchisierung in vier Ebenen dient der Verortung von Geschäftsmodellen. Bild 2-12 zeigt diese Hierarchisierung [Kös13, S. 23], [Wir10, S. 70].

²² Indirekte Software bezeichnet Software, die nicht direkt produktbezogen ist, aber für die Erfüllung der Marktleistung, also für die Leistungserstellungsprozesse, notwendig ist.

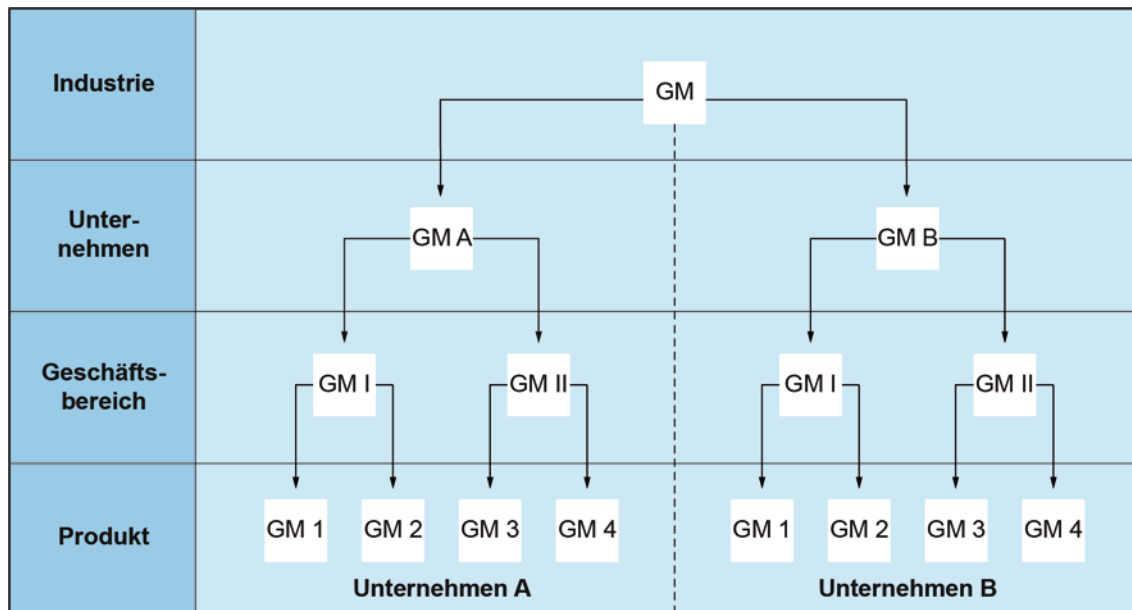


Bild 2-12: Geschäftsmodellebenen nach Wirtz [Wir10, S. 71] geändert von [Kös14, S. 27]

Industrieebene: Geschäftsmodelle können auf Industrieebene zum Einsatz kommen und fokussieren die Unternehmensumwelt [Wir10, S. 72]. Dabei werden die vorherrschenden und etablierten Geschäftsprozesse einer Branche analysiert und adaptiert. Es werden u.a. Wettbewerber, Lieferanten und Kunden betrachtet [ML05, S. 189ff.].

Unternehmensebene: Auf der drunter liegenden Ebene definieren Geschäftsmodelle die Geschäftslogik eines Unternehmens [Afu04, S. 6ff.]. Bei kleinen Unternehmen oder bei Unternehmen mit einem homogenen Produktprogramm stellt das Geschäftsmodell auf Unternehmensebene die Vorgabe für das gesamte Produktprogramm [Kös14, S. 27f.].

Geschäftsbereichsebene: Geschäftsmodelle auf Geschäftsbereichsebene (bzw. Geschäftsfeldebene) in einer divisionalen Organisation liegen Unternehmen mit einem diversifizierten Marktleistungsportfolio zu Grunde [Wir10, S. 72]. Die Geschäftslogik gilt dabei für alle bestehenden untergeordnete Produkte und Marktleistungen [CT12, S. 134], [Kös14, S. 28]. Ferner gelten Geschäftsmodelle auf dieser Ebene auch für neue Geschäftsfelder [Zol11, S. 262].

Produktebene: Auf der untersten Ebene beschreibt das Geschäftsmodell auf Produktebene die Geschäftslogik für eine einzelne Marktleistung [Wir10, S. 72]. Hierbei werden die Bereiche, die an der Leistungserstellung beteiligt sind, aggregiert [Kös14, S. 28].

Einordnung der Arbeit: Die vorliegende Arbeit adressiert primär Geschäftsmodelle auf Geschäftsbereich- bzw. Geschäftsfeldebene. Gleichwohl werden im Rahmen der Systematik auch Technologien ermittelt, die der Marktleistung zuzuordnen sind.

2.3.3 Funktionsbereiche in produzierenden Unternehmen

Neben der divisionalen Organisationsstruktur in Form von Geschäftsbereichen können Unternehmen in einer funktionalen Organisationsstruktur aufgebaut sein [Sch13b, S. 263ff.]. In Bild 2-13 ist eine typische Funktionale Struktur von produzierenden Unternehmen dargestellt. Ferner sind produktbezogene technische Informationsflüsse sowie auftragsbezogene, dispositive Informationsflüsse zwischen den Bereichen dargestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Bereiche erläutert [GP14, S. 16ff.]:

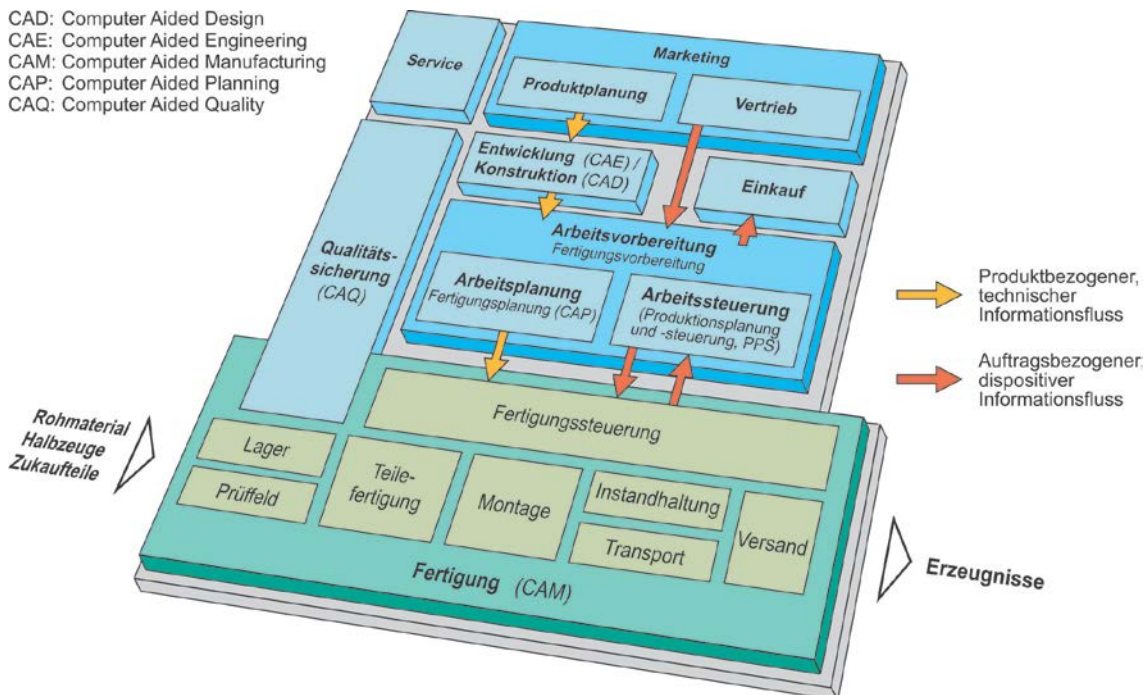


Bild 2-13: Funktionale Struktur eines produzierenden Unternehmens nach [GP14, S. 17]

Produktplanung: Die Produktplanung befasst sich mit der Planung von neuen Marktleistungen bzw. Marktleistungsoptionen. Die wesentlichen Ergebnisse dieses Funktionsbereichs stellen Entwicklungsaufträge und Geschäftspläne dar [GP14, S. 16].

Entwicklung/Konstruktion: In diesem Funktionsbereich wird die Konkretisierung der Marktleistung inklusive möglicher Funktionsnachweise durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse sind Bauunterlagen, wie Zusammenstellungszeichnungen, Fertigungszeichnungen, Stücklisten, aber auch Produkt-Backlogs²³ mit Anforderungen für eine Softwareentwicklung [GP14, S. 16].

²³ Produkt Backlogs beinhalten in der agilen Softwareentwicklung eine Auflistung an Funktionen und Eigenschaften, die vom Implementierungsteam entwickelt werden sollen [Rub14, S. 52ff.].

Arbeitsvorbereitung: Die Arbeitsvorbereitung (bzw. Fertigungsvorbereitung) beschreibt einen übergeordneten Bereich im Rahmen der Fertigungsplanung und ist gegliedert in Arbeitsplanung und Arbeitssteuerung. Die Arbeitssteuerung umfasst die Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsabläufen mit dem Ergebnis Fertigungsaufträge und Bestellaufträge. Die Arbeitsplanung beschreibt „*wie gefertigt wird*“ mit dem Ergebnis eines Arbeitsplanes [GP14, S. 16f.].

Vertrieb: Der Vertrieb befasst sich mit der Veräußerung der produzierten Marktleistung. Ziel dieses Funktionsbereichs sind Kundenaufträge. Bei erklärungsbedürftigen Marktleistungen wird der Vertrieb durch einen sog. *Pre Sales Support* unterstützt, der dediziert Fachfragen beantwortet. Zusammen mit der Produktentwicklung bildet der Vertrieb das Marketing zur Marktkommunikation, Programmpolitik, Entgeltpolitik und Distributionspolitik [GP14, S. 17].

Einkauf: Der Funktionsbereich Einkauf befasst sich mit Transaktionen am Waren- und Dienstleistungsbeschaffungsmarkt. Er stellt in der Regel die zeitgerechte Bestellung bei Dritten sicher und wird auf Basis von Bestellaufträgen (bzw. Bestellanforderungen) tätig [GP14, S. 17].

Fertigung: Die Fertigung beschreibt einen übergeordneten Funktionsbereich zur Herstellung von Erzeugnissen. Sie umfasst die Funktionsbereiche Lager, Prüffeld, Fertigungssteuerung, Teilefertigung, Montage, Instandhaltung, Transport und Versand. Somit wird die Verarbeitung von Rohmaterialien, Halbzeugen sowie Zukaufteilen zu Erzeugnissen sichergestellt [GP14, S. 17].

Service: Die Aufgaben des Service (bzw. Dienstleistungen) umfassen u.a. die Installation, Inbetriebnahme, Wartung und das Ersatzteilwesen [GP14, S. 30]. Die zunehmende Durchdringung durch IuK erlaubt die Bereitstellung von neuartigen Dienstleistungen [BS06, S. 4f.], [GDS+13, S. 14ff.], [GGM+14, S. v].

Qualitätssicherung: Der Funktionsbereich Qualitätssicherung stellt eine Querschnittsfunktion dar und umfasst die Aufgabenbereiche Qualitätsplanung, Qualitätskontrolle und Qualitätslenkung [GP14, S. 17], [Pfe01, S. 50f.].

Einordnung der Arbeit: Die Ablauforganisation eines produzierenden Unternehmens beruht im Wesentlichen auf den drei Prozessen Produktentstehungsprozess, Auftragsabwicklungsprozess und Herstellprozess [GP14, S. 18]. Diese werden in Anlehnung an das 4-Ebenen-Modell durch IT-Systeme unterstützt. Diese Systematik betrifft die gesamte Ablauforganisation, da das Geschäftsmodell alle relevanten Aspekte dieser abstrahiert (vgl. Abschnitt 2.3.1).

2.4 Technologiefrühaufklärung

In diesem Abschnitt erfolgt eine Einordnung der zu entwickelnden Systematik vor dem Hintergrund der Technologiefrühaufklärung. Dazu wird zunächst in Abschnitt 2.4.1 eine

Einordnung der Systematik in das Technologieplanungskonzept des HEINZ NIXDORF INSTITUTS durchgeführt. Anschließend erfolgt in Abschnitt 2.4.2 eine Einordnung der Systematik in den idealtypischen Prozess zur Strategischen Frühaufklärung. In Abschnitt 2.4.3 werden die Phasen der Technologiefrühaufklärung beschrieben.

2.4.1 Technologieplanungskonzept des HEINZ NIXDORF INSTITUTS

Das Technologieplanungskonzept des HEINZ NIXDORF INSTITUTS befasst sich mit der Ablage und Aufbereitung von Technologien und Produkten und deren Verknüpfung. Kern dieses Konzepts stellt die Innovations-Datenbank dar, die die Inhalte mit einem relationalen Datenmodell verknüpft. Die einzelnen Module des Technologieplanungskonzepts werden im Folgenden detailliert beschrieben [BGI09, S. 42f.], [Bri10, S. 33f.]:

Technologien: In diesem Modul werden Technologien in einem sog. Technologiepool abgelegt und mit Attributen angereichert. Diese Attribute sind u.a. eine Kurzbeschreibung der Technologie, die Definition, Anwendungsbeispiele und Verfügbarkeitsinformationen. Ferner werden den Technologien lösungsneutrale Standardfunktionen zugewiesen, die die Technologie erfüllt [BGI09, S. 43ff.]. Dieses Modul kann auch Technologien zum Produktschutz enthalten²⁴ [Kok13, S. 147f.], [PZ12, S. 77ff.].

Produktideen: In dem Modul Produktideen werden alle Produktideen gesammelt, die idealerweise im Rahmen der Produktfindung erarbeitet werden. Die Attribute von Produktideen umfassen u.a. eine Kurzbeschreibung, die Produkthanforderungen sowie eine erste Skizze. Ferner werden den Produktideen lösungsneutrale Standardfunktionen zugewiesen, die die Produktidee in Form von Technologien benötigt [BGI09, S. 43ff.].

Funktionen: Funktionen stellen das verknüpfende Element zwischen Technologien und Produktideen dar. Auf der einen Seite bieten Technologien Standardfunktionen zur Lösung eines Problems an. Auf der anderen Seite werden Standardfunktionen benötigt, um ein Problem zu lösen. Im Rahmen dieses Moduls werden die lösungsneutralen Standardfunktionen verwaltet, die den Technologien und Produktideen in Form von Attributen zur Verfügung stehen [BGI09, S. 43ff.], [Kok13, S. 24f.].

Marktsegmente: Im Rahmen des Moduls Marktsegmente werden die Markt- und Umfeldszenarien aus der Potentialfindung abgelegt. Sie spannen somit den Szenario-Trichter auf und definieren zukünftige Produkthanforderungen. Die Informationen im Rahmen dieses Moduls können zur Ideengenerierung eingesetzt werden [BGI09, S. 43ff.].

Morphologischer Kasten: Der Morphologische Kasten stellt ein Ergebnis der Innovations-Datenbank dar. Er listet die Funktionen, die der Produktidee zugewiesen werden, in den Spalten auf. In den Zeilen werden die Technologien angezeigt, die die entsprechende

²⁴ Dazu muss die Innovations-Datenbank um das Konzept von KOKOSCHKA erweitert werden [Kok13, S. 147f.].

Funktion erfüllen. Die Zuordnung geschieht automatisch im Hintergrund. Der Entwickler hat nun die Möglichkeit einen konsistenten Lösungspfad durch die Technologien zu legen und abzuspeichern [BGI09, S. 48].

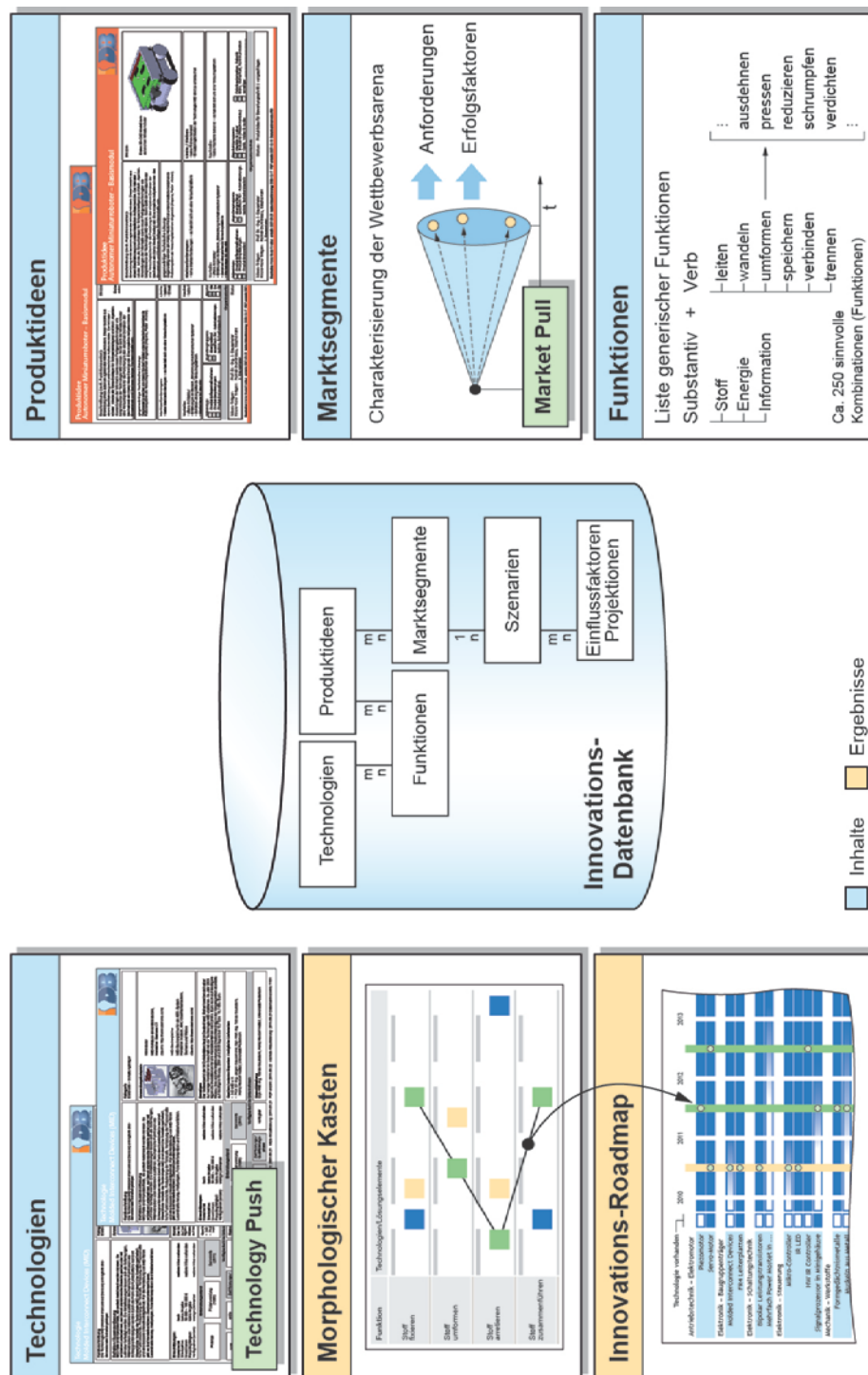


Bild 2-14: Module der Innovations-Datenbank nach [BGI09, S. 43]

Innovations-Roadmap: Die Innovations-Roadmap stellt das zweite Ergebnis der Innovations-Datenbank dar. Es visualisiert die ausgewählten Lösungspfade anhand einer Zeit-

achse. Dazu werden die Verfügbarkeitsinformationen aus dem Modul Technologien herangezogen. Die Position des Lösungspfades auf der Zeitachse determiniert sich durch die späteste Verfügbarkeit einer Technologie [BGI09, S. 49], [Ihm09, S. 29f.], [Kok13, S. 24f.].

Einordnung der Arbeit: Die Arbeit adressiert das frühzeitige Identifizieren von neuen Technologien, die auch im Rahmen einer Marktleistung zum Einsatz kommen können. Dies bedeutet, dass die zu entwickelnde Systematik automatisiert Technologien für die Innovations-Datenbank generieren kann und somit im Modul Technologien einzuordnen ist. Die vollständige Befüllung des Technologiepools mit Attributen ist jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit.

2.4.2 Idealtypischer Prozess zur Strategischen Frühaufklärung

Das strategische Frühaufklärungskonzept nach HÄRTEL stellt ein generisches Vorgehen zur Frühaufklärung dar [Här02, S. 35ff.]. Dieses Konzept verarbeitet u.a. Informationen über Erfolgspotentiale, Marktvolumen, Marktentwicklung, Wettbewerbsintensität und Substitutionsprodukte [GP14, S. 98]. Auch im Rahmen der strategischen Frühaufklärung liegen die Informationen in der Regel unstrukturiert vor, sodass ein Vorgehen notwendig ist, das diese unstrukturierten Informationen identifiziert, sammelt und verarbeitet. In Bild 2-15 ist das idealtypische Konzept einer strategischen Frühaufklärung in Form eines zyklischen Prozesses dargestellt. Im Folgenden werden die Phasen erläutert [GP14, S. 99], [Här02, S. 36]:

Festlegen von Beobachtungsbereichen: Die erste Phase definiert die Bereiche, in denen die Informationen über strategisch relevante Entwicklungen akquiriert werden sollen. Die Beobachtungsbereiche können nach den Kategorien Märkte, Gesellschaft, Ökonomie, Ökologie, Technologie und Zulieferer gegliedert werden [GP14, S. 98f.]. Ferner besteht die Möglichkeit Bezugsobjekte zu definieren und die Beobachtungsbereiche daran auszurichten. Die relevanten Informationen können dann u.a. in den Bereichen Gesetzgebung, Recycling, Soziales enthalten sein [Här02, S. 35], [Lie96, S. 192].

Scanning: Die Phase Scanning befasst sich mit der Identifikation von schwachen Signalen. Dies geschieht in der Regel durch eine ungerichtete²⁵, offene Suche auf Quellen, die die Unternehmensumwelt abdecken. Ergebnis ist eine große Zahl von unbearbeiteten Informationen, die in den folgenden Schritten zu verarbeiten sind [Här02, S. 36], [GP14, S. 99]. In der Regel ist die Anzahl der Quellen so groß, dass eine manuelle Suche nicht möglich ist.

Filtern, Formatieren, Verstehen: Die gefundenen Informationen werden in dieser Phase verarbeitet, um die Anzahl der Ergebnisse handhabbar zu machen. Übliche Opera-

²⁵ Ungerichtet bezieht sich hier auf den Suchmodus, jedoch nicht auf Beobachtungsbereiche und Quellen.

tionen sind das Filtern nach relevanten Informationen, aber auch das Aufbereiten der Informationen in vorab definierten Datenbankschemata (z.B. als Vorbereitung für einen Steckbrief) sowie das Bereinigen von Redundanzen. Im Anschluss wird entschieden, welche Themen weiter vertieft werden [Här02, S. 36], [GP14, S. 99].

Monitoring: Im Rahmen dieser Phase wird ein tieferes Verständnis über die Themen geschaffen, die in der vorherigen Phase ausgewählt wurden. Da bereits der Betrachtungsgegenstand aus dem Scanning bekannt ist, wird hier von einer gerichteten Suche gesprochen [GEK01, S. 197]. Sollte der Erkenntnisgewinn innerhalb dieser Phase stagnieren, sollte das Monitoring eingestellt werden [Här02, S. 36f.], [GP14, S. 99].

Fokussieren, auf den Punkt bringen: Diese Phase beinhaltet das Aufbereiten der gefundenen Informationen, sodass ein Gesamtbild entsteht. Dabei wird automatisch die Komplexität der Suchergebnisse reduziert [KH99, S. 104]. Die Suchergebnisse werden in Bezug gesetzt, sodass Kategorien ersichtlich werden [Här02, S. 37], [GP14, S. 99]. Eine prägnante Darstellung der Ergebnisse kann in Form von Steckbriefen oder Radaren erfolgen.

Reporting: Die aufbereiteten Informationen aus der vorherigen Phase werden im Rahmen des Reportings an das Management übergeben [Här02, S. 37]. Wesentlicher Inhalt des Reportings ist die Ableitung von Chancen und Risiken [GP14, S. 99].

Abbruch oder Definition von Maßnahmen: Diese Phase bildet die Unterscheidung zwischen Früherkennung und Frühaufklärung. Während die Früherkennung beim Reporting endet, werden im Rahmen der Frühaufklärung Maßnahmen definiert. Strategische irrelevante Themen werden hier aus dem Prozess genommen [GP14, S. 99f.].²⁶

Überprüfen von Beobachtungsbereichen: Dieses Konzept weist einen zyklischen Charakter auf. Innerhalb dieser Phase wird dem Rechnung getragen und es wird kritisch überprüft, ob die Beobachtungsbereiche zielführend definiert sind. Dabei können entweder einzelne Beobachtungsbereiche verfeinert und angepasst werden oder neue Beobachtungsbereiche hinzugefügt werden [GP14, S. 101].

Einordnung der Arbeit: Die vorliegende Arbeit orientiert sich stark an dem idealtypischen Vorgehen zur strategischen Technologiefrühaufklärung. Der Fokus bei HÄRTEL liegt in der Identifikation von Trends. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Beobachtungsbereich für Technologien möglichst eng gefasst, sodass konkrete Technologien als Suchergebnis herauskommen. Es wird den Definitionen von Scanning und Monitoring aus Abschnitt 2.1.4 gefolgt.

²⁶ Es fällt auf, dass HÄRTEL von der Definition einer Frühaufklärung abweicht und die Initiierung von Maßnahmen nicht adressiert. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Ergänzung von GAUSEMEIER und PLASS gefolgt, die konsistent mit der Definition von RAFFÉE und WIEDMANN ist [Här02, S. 11], [GP14, S. 99], [RW89, S. 303].

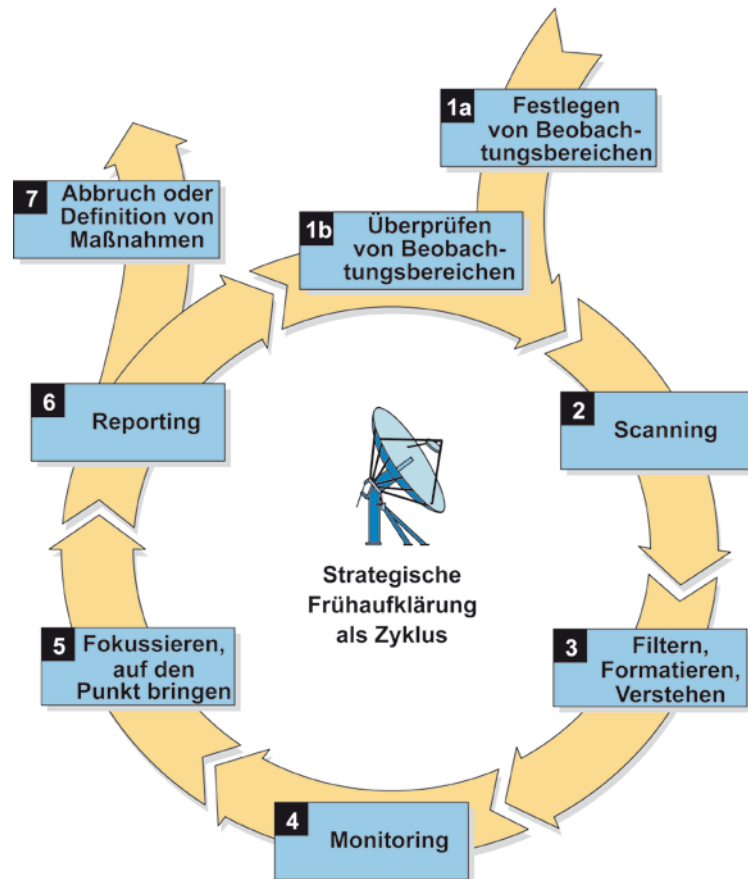


Bild 2-15: Idealtypisches Konzept zur strategischen Frühaufklärung nach HÄRTEL [Här02, S. 36] geändert nach [GP14, S. 99]

2.4.3 Phasen der Technologiefrühaufklärung

Die Phasen der Technologiefrühaufklärung orientieren sich am idealtypischen Konzept zur strategischen Frühaufklärung nach HÄRTEL [HÄR02, S. 36], [GP14, S. 99]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Rechnerunterstützung einen flexibleren Ansatz erlaubt. So wird das Monitoring als Iteration des Zyklus verstanden. Es werden die folgenden Phasen für die Technologiefrühaufklärung im Rahmen dieser Arbeit berücksichtigt:

Festlegen des Beobachtungsbereiches: Der Beobachtungsbereich beschreibt konkret ein **Technologiesuchfeld**. Abweichend von den Konzepten in der Literatur ist dies möglichst spezifisch zu definieren, da keine Technologietrends, sondern konkrete Technologien gesucht werden. Der Beobachtungsbereich adressiert dabei die gesamte Leistungserstellung, nicht ausschließlich die Marktleistung.

Technologiesuche: Die Technologiesuche wird in drei Phasen eingeteilt. Es handelt sich um die Vorbereitung, die Suche und Extraktion sowie die Nachbearbeitung. Im Rahmen der **Vorbereitung** werden die Quellen definiert, die für die **Suche** genutzt werden. Ferner wird der Suchbegriff in eine Form gebracht, sodass eine möglichst breite Suche durchgeführt werden kann. Die eigentliche Suche nach Quellen beruht auf den Prinzipien von

Information Retrieval und wird in der Regel von den Internetdatenbanken umgesetzt. Nach Erhalt der Quelldokumente werden diese mit Hilfe von NLP in eine analysierbare Form gebracht. Für die **Extraktion** der Technologien werden Hilfsmittel aus dem Bereich Information Extraction genutzt. Im Rahmen der **Nachbearbeitung** werden Technologieinformationen hinzugefügt, um die nachfolgende Bewertung vorzubereiten.

Technologiebewertung: Die Technologiebewertung beruht zunächst auf einer Bewertung der **Chancen** und **Bedrohungen**. Zu diesem Zeitpunkt kann die Abschätzung nur grob erfolgen. Aus diesem Grund bedarf es anderen Bewertungs- und Priorisierungskriterien, wie die Technologierelevanz und die relative Technologiekompetenz. Ferner spielt auch die Reife der Technologie eine wesentliche Rolle.

Ableiten von Maßnahmen: Für eine Technologieexploration werden in der letzten Phase die Maßnahmen definiert. Hier stehen Hilfsmittel, wie eine Roadmap zur Verfügung, um den Reifegrad der Technologie in Zusammenhang mit potentiellen Explorationsprojekten zu visualisieren. Für die Technologieexploration bieten sich kleinere Machbarkeitsstudien an, in denen der praktische Umgang mit diesen Technologien erprobt wird und Alternativtechnologien auf Basis der Leistungsfähigkeit miteinander verglichen werden.

Die wiederkehrende Abfolge dieser Schritte wird im Rahmen dieser Arbeit **Monitoring** genannt. Ziel ist eine kontinuierliche Beobachtung von Technologiesuchfeldern. Hier kann es aufgrund von erlangten Erfahrungswerten notwendig sein, den Beobachtungsbereich ebenfalls anzupassen.

2.5 Herausforderungen bei der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung – in der Theorie und Praxis

In diesem Abschnitt werden die Herausforderungen bei der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung beschrieben. Dabei werden Aspekte aus der Theorie und der Praxis berücksichtigt. Zunächst erfolgt einleitend in Abschnitt 2.5.1 eine Beschreibung des Verbundprojektes ADISTRA, in dessen Rahmen diese Arbeit entstanden ist. Anschließend werden in Abschnitt 2.5.2 die Herausforderungen in den Pilotunternehmen in diesem Kontext beschrieben. Abschnitt 2.5.3 (Herausforderungen aus Sicht der Geschäftsmodelle) und Abschnitt 2.5.4 (Herausforderungen aus Sicht der Technologiefrühaufklärung) dienen der Konkretisierung dieser Herausforderungen.

2.5.1 Verbundprojekt ADISTRA

Diese Arbeit entsteht im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundprojektes ADISTRA. Ziel des Projekts war ein skalierbares Instrumentarium für die Strategische Produktplanung, bestehend aus Methoden, einem skalierbaren Referenzprozess sowie einer Werkzeugunterstützung. Das Projekt war in sechs Querschnittsarbeitspakete (QPs) gegliedert. Die ersten vier QPs waren an den Zyklus der Strategischen Produktplanung (vgl. Ab-

schnitt 2.2) angelehnt und beinhaltete Methodenentwicklungen im Rahmen der Potentialfindung (QP1), Produktfindung (QP2), Geschäftsplanung (QP3) sowie Produktkonzipierung (QP4). Ergebnis dieses Zyklus ist ein Entwicklungsauftrag. Der skalierbare Referenzprozess (QP5) stellt ein individuell ausprägbares Best Practice-Vorgehen dar, das die Methoden aus QP1-4 in einem Prozess verortet. Für ausgewählte Methoden und zur Unterstützung des Referenzprozesses wurde in QP6 eine durchgängige Werkzeugunterstützung entwickelt [GO16, S. 11ff.]. Die Projektstruktur ist in Bild 2-16 dargestellt.

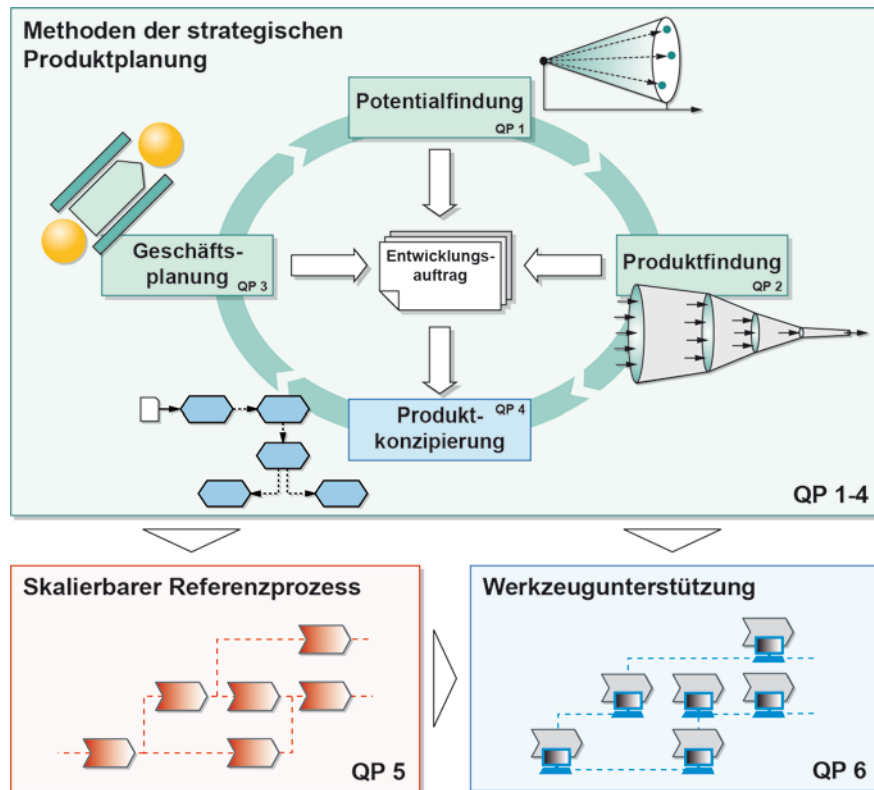


Bild 2-16: Projektstruktur von ADISTRA [GO16, S.11]

Das entwickelte Instrumentarium wurde in Zusammenarbeit mit den Pilotunternehmen erprobt. Die folgenden Unternehmen²⁷ waren daran beteiligt:

- Wincor Nixdorf AG²⁸
- Fischer IMF GmbH & Co. KG
- Haver & Boecker OHG
- Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

²⁷ Eine Übersicht und Beschreibung aller beteiligten Forschungsinstitute und Unternehmen können der Abschlussdokumentation entnommen werden [GO16, S. 12ff.]

²⁸ Kurz nach Abschluss des Projekts wurde bekannt, dass Wincor Nixdorf vom Mitbewerber Diebold übernommen wurde. Das neue Unternehmen trägt den Namen Diebold Nixdorf.

- SKF GmbH

Die zu entwickelnde Systematik ist in QP1 Potentialfindung verortet und wird durch eine IT-Werkzeugunterstützung (QP6) ergänzt. Sie adressiert primär die Anwenderunternehmen. Die Befähigungsunternehmen profitieren ebenfalls von den Ergebnissen, da sowohl die Methodik, als auch die IT-Unterstützung anschlussfähig ist und in das eigene Portfolio übernommen werden kann.

2.5.2 Herausforderungen in den Pilotunternehmen

Die Pilotunternehmen im Rahmen des Verbundprojektes ADISTRA stehen vor der Herausforderung der zunehmenden Durchdringung ihres Geschäfts durch IuK. Insbesondere die hohe Dynamik in der Entwicklung neuer IuK stellt die Unternehmen vor eine große Problematik. So befinden sich zurzeit viele Unternehmen in der Transition von einem klassischen Hardwarehersteller zu einem Lösungs- oder gar Softwareanbieter. Dies beeinflusst nicht nur das eigene Portfolio, sondern vielmehr die Geschäftslogik. Einkaufsprozesse müssen beispielsweise angepasst werden und Vertriebsstrukturen neu aufgebaut werden (vgl. Abschnitt 2.3.3).

Die Entwicklung des **Geschäftsmodells** steht somit unter dem Eindruck des stetigen technologischen Wandels. Die Unternehmen geraten zunehmend unter Druck, ihre eigene Profitabilität in den Griff zu bekommen. Dies kann entweder durch Umsatzsteigerungen (z.B. in Form neuer Marktleistungen) oder aber auch durch Kostensenkungen (z.B. höherer Automatisierungsgrad in den Geschäftsprozessen) geschehen. Hier besteht die Herausforderung darin, Technologiepotentiale systematisch aus den bestehenden Geschäftsmodellen abzuleiten.

Die **Technologiefrühaufklärung** ist ein probates Mittel, um die Technologiepotentiale aufzunehmen und neue Technologien möglichst frühzeitig aufzudecken. Der typische Prozess ist hierbei allerdings sehr aufwändig. Zudem existiert eine hohe Dynamik in der Entwicklung von IuK, sodass die Technologiefrühaufklärung regelmäßig wiederholt werden sollte. Ferner besteht die Problematik darin, dass bestehende Ansätze auf das Vokabular der Unternehmen zugreifen, um beispielsweise über eine Funktionsstruktur nach Technologien zu suchen. Da viele neue Technologien in anderen Branchen entwickelt werden, stellt die Nutzung eines solchen Vokabulars keinen zielführenden Ansatz mehr dar. Die Herausforderung besteht somit darin, eine möglichst flexible Werkzeugunterstützung zur Verfügung zu stellen, die in der Lage ist, regelmäßig auf einer großen Menge an Daten automatisiert Technologien zu identifizieren.

2.5.3 Herausforderungen aus Sicht der Geschäftsmodellentwicklung

Die Herausforderungen aus Sicht der Forschung besteht darin, Geschäftsmodelle **ganzheitlich** zu betrachten. Typische Methoden zur Geschäftsmodellentwicklung adressieren

im Wesentlichen neue Marktleistungen oder Geschäftsmodellinnovationen. Dies bedeutet, dass ausschließlich die Marktleistung als solche im Fokus dieser Methoden steht. Selbstredend adressieren viele Methoden auch eine Anpassung des Ertragsmodells, was aber auch marktleistungsbezogen ist.

Die zweite Herausforderung besteht in der **Ableitung von Technologiepotentialen** auf Basis der Geschäftsmodelle. Technologien (bzw. IT-Systeme) sind nur indirekt mit Geschäftsmodellen verbunden. Geschäftsprozesse stellen die Operationalisierung von Geschäftsmodellen dar. Sie sind somit das verbindende Element zwischen Geschäftsmodellen und Technologien. Die Geschäftsmodelle müssen somit in einer Form vorliegen, so dass die Geschäftsprozesse systematisch abgeleitet bzw. zugeordnet werden können.

2.5.4 Herausforderungen aus Sicht der Technologiefrühaufklärung

Die Herausforderungen im Rahmen der Technologiefrühaufklärung sind im Wesentlichen den Phasen der Technologiefrühaufklärung zuzuordnen (vgl. Abschnitt 2.4.3). Die **Festlegung des Beobachtungsbereiches** geschieht in der Regel marktleistungsbezogen über semantischen Strukturen, beispielsweise Ontologien. So kann eine Funktionsstruktur der Marktleistung erstellt werden und über die abstrahierten Standardfunktionen der Beobachtungsbereich festgelegt werden. Die Herausforderung hierbei liegt darin, dass der Suchradius so weit gefasst ist, dass neuartige spezifische Technologien nicht effizient identifiziert werden können. So führt der Suchbegriff *Information ablegen* nicht zwangsweise zum Auffinden moderner Datenbanktechnologien, die im Rahmen des Internet der Dinge eingesetzt werden können.

Für die **Technologiesuche** sind mehrere Herausforderungen hervorzuheben. Es existiert eine Vielzahl an Quellen, die bei der Suche berücksichtigt werden können. Diese Quellen müssen verwaltet werden, da der Zugriff auf diese heterogen erfolgen kann. Die Daten in diesen Quellen liegen zumeist in unstrukturierter Form vor. Diese müssen in effizienter Art und Weise maschinell analysierbar gemacht werden. Eine weitere Herausforderung im Rahmen der Technologiesuche liegt in der Identifikation von bisher nicht bekannten Technologien. Dies ist zum einen eng verknüpft mit der Festlegung des richtigen Beobachtungsbereiches, allerdings sollte diese Identifikation automatisiert für das jeweilige Geschäftsmodell erfolgen. Damit einhergehend existiert die Herausforderung, dass für bestimmte Fachquellen (z.B. Patentdatenbanken) bis dato Experten notwendig waren, um diese systematisch zu analysieren.

Bei der **Bewertung der Technologien** muss berücksichtigt werden, dass das Informationsniveau unterschiedlich sein kann. Das bedeutet, dass je nach Reifegrad der Technologie unterschiedlich viele und genaue Informationen vorliegen. Als Grundlage der Bewertung sollte eine möglichst große Informationsbasis vorliegen.

Für die **Ableitung von Maßnahmen** existieren in der Literatur auch bereits verschiedene Ansätze. Die Erfahrung zeigt aber, dass IuK im realen Kontext erprobt werden sollten.

Hierbei müssen Technologien berücksichtigt werden, die eine möglichst ähnliche Leistungsfähigkeit aufweisen. Insgesamt bedarf es einer lückenlosen Transparenz zwischen Maßnahmen und Geschäftsmodell bzw. Technologiepotential aus dem Geschäftsmodell.

Die bereits erwähnte hohe Dynamik führt dazu, dass Technologien und Technologieinformationen in kurzen Zeitabständen neu zu erheben sind. Trotz der Rechnerunterstützung liegt die Herausforderung hierbei in der Definition der richtigen Suchintervalle. Die Suchen sind trotz moderner Prozessortechnologien noch immer aufwändig und entsprechend gut zu planen und in einem **Monitoring**-Prozess umzusetzen.

2.6 Anforderungen an eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung

Die Abschnitte 2.1 bis 2.5 haben eine Einführung in das Themengebiet der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung gegeben und die Herausforderungen aufgezeigt. Auf Basis der vorliegenden Informationen werden in diesem Abschnitt die Anforderungen an die zu entwickelnde Systematik abgeleitet. Der Abschnitt 2.6.1 umfasst die übergeordneten Anforderungen. Abschnitt 2.6.2 spezifiziert Anforderungen aus Sicht der Geschäftsmodellentwicklung und Abschnitt 2.6.3 Anforderungen aus Sicht der Technologiefrühaufklärung.

2.6.1 Übergeordnete Anforderungen

Nachfolgend werden die übergeordneten Anforderungen dargestellt. Diese sind für die gesamte Systematik zu berücksichtigen.

A1 Transparenter Plan zur Erschließung von geschäftsmodellrelevanten Technologiepotentialen

Diese übergeordnete Anforderung adressiert die notwendige Transparenz innerhalb der zu entwickelnden Systematik. Die Ableitung von Maßnahmen stellt den differenzierenden Teil des idealtypischen Konzepts zur Frühaufklärung im Vergleich zur Früherkennung dar (vgl. Abschnitt 2.4.2). Diese Maßnahmen müssen transparent hergeleitet werden (vgl. Abschnitt 2.5.4).

A2 Branchen-übergreifende Anwendbarkeit der Systematik

Die zu entwickelnde Systematik soll Unternehmen aus den verschiedenen Branchen zur Verfügung stehen. Entwickelt wurde die Systematik im Rahmen des Verbundprojekts A-DISTRA, an dem Unternehmen aus den verschiedensten Branchen partizipiert haben (vgl. Abschnitt 2.5.1 und Abschnitt 2.5.2). Diese Systematik soll zu Beginn keinem spezifischen Vokabular folgen, über die Zeit allerdings effizientere Ergebnisse liefern. Das bedeutet, dass der manuelle Aufwand möglichst minimiert werden soll (vgl. Abschnitt 2.5.2 und Abschnitt 2.5.4).

2.6.2 Anforderungen aus Sicht der Geschäftsmodellentwicklung

Im Folgenden werden die Anforderungen an Geschäftsmodelle dargestellt, die für die gesamte Systematik zu berücksichtigen sind.

A3 Ganzheitliche Betrachtung des Geschäftsmodells

Für eine möglichst umfassende Erschließung der Potentiale, die sich aus der Digitalisierung ergeben, sollen die Geschäftsmodelle zur Ableitung von Technologiepotentialen ganzheitlich analysiert werden (vgl. Abschnitt 2.5.2). Das bedeutet, dass Technologiepotentiale für alle Geschäftstätigkeiten abgeleitet werden sollen und nicht nur für einen Aspekt, wie z.B. das Produkt oder der Fertigungsprozess (vgl. Abschnitt 2.5.3). Die Analyse soll auf Geschäftsfeldebene durchgeführt werden, bzw. alle Funktionsbereiche von produzierenden Unternehmen umfassen (vgl. Abschnitt 2.3.2 und Abschnitt 2.3.3).

A4 Ableitung geschäftsmodellrelevanter Technologiepotentiale

Die Ableitung geschäftsmodellrelevanter Technologiepotentiale ist eine nicht triviale sowie stark praxisorientierte Aufgabe. Hierbei soll der Zusammenhang zwischen Technologien und Geschäftsmodellen über Geschäftsprozesse hergestellt werden (vgl. Abschnitt 2.1.2). Die Analyse von Geschäftsprozessen soll die geschäftsmodellrelevanten Technologiepotentiale systematisch ermitteln (vgl. Abschnitt 2.5.3). Technologiepotentiale können Umsatz- sowie Kostensenkungspotentiale adressieren (vgl. Abschnitt 2.5.2). Das Umsatzpotential ist mit einer Verbesserung der Marktleistung verbunden, sodass auch Technologien für eine Innovations-Datenbank ermittelt werden sollen (vgl. Abschnitt 2.4.1).

2.6.3 Anforderungen aus Sicht der Technologiefrühaufklärung

Nachfolgend werden die Anforderungen adressiert, die für die Technologiefrühaufklärung zu berücksichtigen sind.

A5 Bestimmung und Nutzung individuell auswählbarer externer Quellen

Die Auswahl der richtigen Quellen ist entscheidend für die Technologiefrühaufklärung (vgl. Abschnitt 2.4.3). Hier existiert allerdings eine hohe Dynamik im Entstehen neuer Quellen sowie in den Inhalten von externen Quellen (vgl. Abschnitt 2.5.4). Eine zielgerichtete Bestimmung von potentiellen Quellen soll die Unternehmen unterstützen, möglichst gute Ergebnisse zu erlangen.

A6 Berücksichtigung heterogener Daten- und Informationsquellen

Innerhalb der Quellen liegen die Daten und Informationen in unterschiedlichen Formaten vor. So werden im Rahmen der Technologiefrühaufklärung häufig unstrukturierte sowie semi-strukturierte Daten- und Informationen analysiert (vgl. Abschnitt 2.1.4 und Abschnitt 2.1.5). Die Rechnerunterstützung muss in der Lage sein, damit umzugehen und mit Hilfe von Text Mining die entsprechenden Ergebnisse zu generieren (vgl. Abschnitt 2.1.6 und Abschnitt 2.5.4).

A7 Effiziente Identifikation von bisher nicht bekannten Technologien

Aufgrund der großen Masse an Quellen im Internet ist eine manuelle Identifikation von Technologien nicht durchführbar (vgl. Abschnitt 1.1.1). Die Rechnerunterstützung muss somit in der Lage sein, auch neue Technologien aufzudecken, die keinen semantischen Zusammenhang zu bisher identifizierten Technologien aufweisen (vgl. Abschnitt 2.5.4). Dabei sind insbesondere Schwache Signale zu berücksichtigen. Der Arbeitsaufwand soll über die Iterationen abnehmen (vgl. Abschnitt 2.5.2).

A8 Bewertung und Priorisierung von Technologien

Im Rahmen der Technologiefrühaufklärung ist eine frühzeitige Analyse von Chancen und Bedrohungen vor dem Hintergrund der identifizierten Technologie notwendig (vgl. Abschnitt 2.1.4). Aufgrund von eingeschränkten Ressourcen sollen nur die relevantesten Technologien zur Exploration vorgeschlagen werden (vgl. Abschnitt 2.5.2). Dabei sind die verschiedenen Reifegrade der Technologien zu berücksichtigen (vgl. Abschnitt 2.1.3). Um eine Bewertung durchführen zu können, ist eine möglichst umfassende Informationsbasis zu schaffen (vgl. Abschnitt 2.5.4).

A9 Unterstützung des Aufbaus von neuem technologischen Wissen mit Bezug zum Geschäftsmodell

Wissen stellt eine Information ergänzt um den Aspekt der Erfahrung dar (vgl. Abschnitt 2.1.5). Die Technologiefrühaufklärung stellt zunächst einmal die Informationen zum Aufbau von Wissen zur Verfügung. Im Rahmen der Ableitung von Maßnahmen soll allerdings berücksichtigt werden, dass konkretes Wissen aufgebaut wird. Dies soll im praktischen Umgang mit den Technologien geschehen (vgl. Abschnitt 2.5.4).

3 Stand der Technik

In diesem Kapitel werden Methoden und Ansätze aus dem Stand der Technik beschrieben und vor dem Hintergrund der Anforderungen aus Abschnitt 2.6 bewertet. Dazu werden zunächst in **Abschnitt 3.1** die Ansätze zur Geschäftsmodellentwicklung analysiert. **Abschnitt 3.2** befasst sich mit ganzheitlichen Ansätzen zur Technologiefrühaufklärung. In **Abschnitt 3.3** werden Methoden und Hilfsmittel aus den Phasen der Technologiefrühaufklärung vorgestellt. Abschließend liefert **Abschnitt 3.4** eine Gegenüberstellung der beschriebenen Anforderungen und dem vorgestellten Stand der Technik. Hieraus resultiert der Handlungsbedarf.

3.1 Ansätze zur Geschäftsmodellentwicklung

In den folgenden Abschnitten werden Methoden zur Geschäftsmodellentwicklung beschrieben. Das Resultat der Problemanalyse zeigt auf, dass insbesondere Methoden zur Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen auf Basis von Technologiepotentialen benötigt werden. Dazu wird in Abschnitt 3.1.1 die Geschäftsmodellentwicklung in der Produktentstehung nach KÖSTER analysiert. In Abschnitt 3.1.2 wird die Vorgehenssystematik von PEITZ vorgestellt, die produktlebenszyklusorientierte Geschäftsmodelle adressiert. In Abschnitt 3.1.3 wird der musterbasierte Ansatz für technologie-induzierter Geschäftsmodelle nach AMSHOFF beschrieben. Abschnitt 3.1.4 erläutert den Ansatz nach GASSMANN ET AL. für den St. Galler Business Model Navigator™. Abschnitt 3.1.5 beschreibt die lebenszyklusorientierte Frühaufklärung nach ZOLLENKOP.

3.1.1 Geschäftsmodellentwicklung in der Produktentstehung nach KÖSTER

KÖSTER beschreibt einen Ansatz zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung und liefert damit einen Beitrag zur vorausschaubasierten Geschäftsmodellentwicklung. Die Systematik ist in der Strategischen Produktplanung angesiedelt und wird durch das Wechselspiel von Potentialfindung, Produktfindung, Produktkonzipierung und Geschäftsplanung charakterisiert (vgl. Abschnitt 2.2). Die Systematik wird im Wesentlichen durch ein Vorgehensmodell beschrieben, das sich in acht Phasen gliedert (vgl. Bild 3-1). Diese werden im Folgenden erläutert [Kös14, S. 85ff.]:

Geschäftsidee ermitteln (Phase 1): Die erste Phase dieses Vorgehensmodells beginnt mit der Definition des Suchfelds und Ziels für die Generierung von Geschäftsideen. Im Folgenden werden *Potentiale* auf Basis der aktuellen Erkenntnisse erhoben und bewertet. Diese Potentiale werden aufgegriffen, woraufhin Geschäftsideen generiert werden. Abschließend werden mit Hilfe einer Chancen-Risiken-Bewertung Geschäftsideen selektiert und die Erfolg versprechendste Idee für die nächste Phase ausgewählt [Kös14, S. 88ff.].

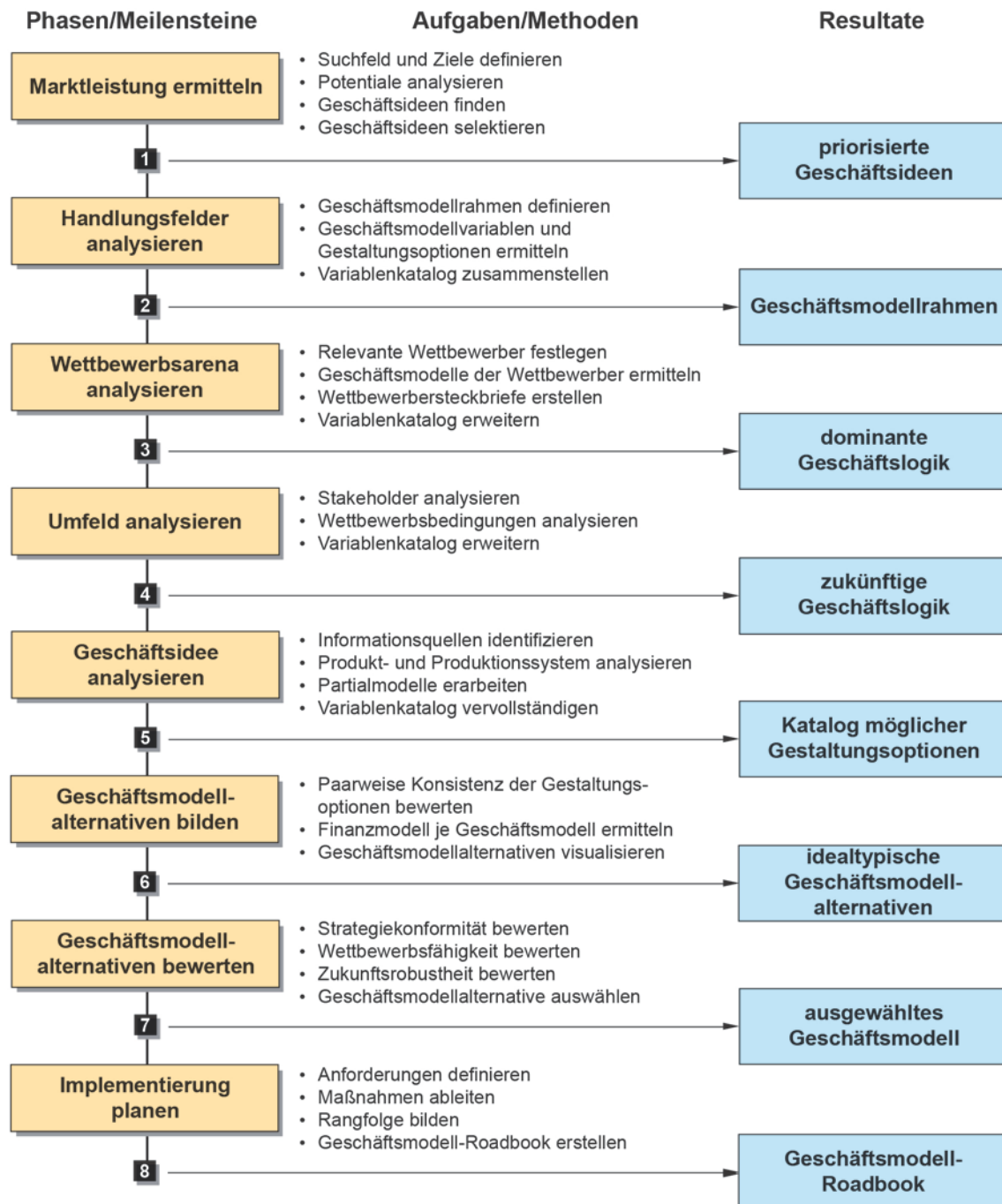


Bild 3-1: Vorgehensmodell zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung nach KÖSTER [Kös14, S. 86]

Handlungsfelder analysieren (Phase 2): Die zweite Phase des Vorgehensmodells befasst sich mit der Analyse des Handlungsfeldes mit dem Ziel eines Gestaltungsrahmens sowie eines ersten Variablenkatalogs für Geschäftsmodellvariablen. Dazu wird zunächst der *Geschäftsmodellrahmen definiert* (vgl. Abschnitt 2.1.1). Dieser besteht aus den vier Geschäftsmodellelementen (bzw. Partialmodellen) Angebots-, Kunden-, Wertschöpfungs- und Finanzmodell. Für die Geschäftsmodellelemente werden Variablen und Ge-

staltungsoptionen ermittelt. Dieses Vorgehen orientiert sich an VITOSTRA® – Verfahren zur Entwicklung intelligenter technologieorientierter Geschäfts- und Produktstrategien nach BÄTZEL [Bät04, S. 93ff.]. Abschließend wird ein Variablenkatalog zusammengestellt [Kös14, S. 96ff.].

Wettbewerbsarena analysieren (Phase 3): Diese Phase befasst sich mit der Identifikation einer *dominanten Geschäftslogik*. Dazu werden zunächst relevante Wettbewerber identifiziert und deren *Geschäftsmodelle ermittelt*. Die dominante Geschäftslogik ergibt sich aus einer Häufung von ähnlichen Handlungen. Die Erkenntnisse werden für jeden Wettbewerber in einem Steckbrief dokumentiert. Neue Geschäftsmodellvariablen sowie -optionen werden in dem existierenden *Variablenkatalog ergänzt* [Kös14, S. 105ff.].

Umfeld analysieren (Phase 4): Im Rahmen der vierten Phase dieses Vorgehensmodells wird das Umfeld des Geschäftsmodells analysiert. Dies ist relevant, um die aktuelle Logik des Umfelds zu verstehen und zukünftige Änderungen frühzeitig identifizieren zu können. Dazu werden zunächst die relevanten *Stakeholder analysiert*. Im Folgenden werden die *Wettbewerbsbedingungen analysiert*, die auf Basis von Trends ermittelt werden. Diese Phase schließt wiederum mit einer *Erweiterung des vorhandenen Variablenkatalogs* um die zukünftige Geschäftslogik [Kös14, S. 108ff.].

Geschäftsidee analysieren (Phase 5): In der fünften Phase wird die eingangs ausgewählte Geschäftsidee aufgegriffen und analysiert. Hier werden zunächst *Informationsquellen identifiziert*, die basierend auf der Geschäftsidee zur Ermittlung neuer Variablen und Gestaltungsoptionen dienen. Ferner erfolgt eine *Analyse des Produktes und Produktionssystems*. Diese Informationen liefern Anforderungen und Restriktionen an das Geschäftsmodell. Im Folgenden werden in einer definierten Reihenfolge die *Partialmodelle ausgearbeitet*. Die Ergebnisse dieser Phase *vervollständigen den Variablenkatalog* [Kös14, S. 115ff.].

Geschäftsmodellalternativen bilden (Phase 6): Die sechste Phase befasst sich mit der Ermittlung von Geschäftsmodellalternativen. Dies stellt den Kern der Systematik dar. Das Vorgehen orientiert sich an der Szenario-Technik nach GAUSEMEIER ET AL. [GP14, S. 44ff.]. KÖSTER verwendet eine Konsistenzanalyse mit einer paarweisen Bewertung der Gestaltungsoptionen. Das Resultat ist eine Konsistenzmatrix. Eine darauf aufbauende Clusteranalyse liefert eine Kombination von konsistenten Bündeln an Geschäftsmodelloptionen. Für die konsistenten Geschäftsmodelle werden Finanzmodelle ausgearbeitet. Die Geschäftsmodellalternativen werden abschließend in Form von Steckbriefen visualisiert. Ergebnis sind *idealtypische Geschäftsmodellalternativen* [Kös14, S. 128ff.].

Geschäftsmodellalternativen bewerten (Phase 7): Im Rahmen der siebten Phase werden die Geschäftsmodellalternativen bewertet. Dies wird anhand der Dimensionen *Strategiekonformität*, *Wettbewerbsfähigkeit* und *Zukunftsrobustheit* durchgeführt. Diese Bewertungen fließen in die Priorisierung der Geschäftsmodellalternativen im Sinne der Umsetzungspriorität ein. Ergebnis dieser Phase stellt ein *ausgewähltes Geschäftsmodell* dar [Kös14, S. 135ff.].

Implementierung planen (Phase 8): Die abschließende achte Phase befasst sich mit der Planung der Implementierung des Geschäftsmodells. Ziel ist ein *Geschäftsmodell-Roadbook*. Dazu werden zunächst *Anforderungen* für die Umsetzung des Geschäftsmodells erhoben. Anschließend werden *Maßnahmen* zur Implementierung in Form eines Ablaufplans abgeleitet und in eine logische *Rangfolge* gebracht. Die zeitliche Anordnung in Zusammenhang mit den ermittelten Informationen resultiert in einem *Geschäftsmodell-Roadbook* [Kös14, S. 139ff.].

Bewertung: Die Systematik von KÖSTER liefert einen grundlegenden Ansatz zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. Er beschreibt ganzheitlich das Vorgehen von der Ermittlung einer Geschäftsidee bis zur Implementierungsplanung des Geschäftsmodells. Dabei greift Köster den bestehenden Beschreibungsrahmen von OSTERWALDER und PIGNEUR auf und ergänzt diesen um die Geschäftsmodellkomponenten *Kundenmodell* und *Marktleistung*. In dem Variablenkatalog finden sich Elemente wieder, die sich im Rahmen einer Vorausschau ergeben haben. Dies betrifft auch Technologiepotentiale, sodass A4 teilweise erfüllt ist. Ferner liefert KÖSTER einen transparenten Plan zur Erschließung dieser Potentiale sowie eine branchenübergreifende Einsetzbarkeit. A1 und A2 sind somit weitestgehend erfüllt. KÖSTER nutzt eine Trendanalyse zur Ermittlung der Potentiale. Eine Technologiefrühaufklärung zur Ermittlung Schwacher Signale findet nicht statt. Diese Systematik ist allerdings geeignet, die Technologien, die im Rahmen dieser Arbeit ermittelt werden, in dem Variablenkatalog aufzugreifen und eine Geschäftsmodellweiterentwicklung durchzuführen. A9 ist daher teilweise erfüllt.

3.1.2 Entwicklung einer produktlebenszyklusorientierten Geschäftsmodell-Roadmap nach PEITZ

PEITZ liefert einen weiteren Beitrag zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. Seine Systematik zur Entwicklung einer produktlebenszyklusorientierten Geschäftsmodell-Roadmap ist ebenfalls in der Strategischen Planung angesiedelt. PEITZ fokussiert in seiner Systematik vorwiegend Geschäftsmodelle für Marktleistungen. Er greift dazu bestehende Geschäftsmodelle auf und plant die Weiterentwicklung dieser angelehnt an die Produktlebenszyklen. Bild 3-2 repräsentiert das Vorgehensmodell nach PEITZ. Es ist in sieben Phasen gegliedert, die im Folgenden erläutert werden [Pei15, S. 87ff.].

Analyse der Ausgangssituation (Phase 1): Das Vorgehensmodell beginnt in der ersten Phase mit der *Analyse der Ausgangssituation*, um Schwachstellen aufzudecken. Dazu erfolgt zunächst eine *Analyse der Unternehmens- und Geschäftsstrategie*, die die Entwicklungsrichtung vorgeben. Anschließend wird das *originäre Geschäftsmodell analysiert*, um den Handlungsbedarf abzuleiten. Es folgen eine *Analyse des Marktleistungskonzepts* und der involvierten *Stakeholder*. Diese Analysen bilden den *Handlungsrahmen* und zeigen *Befunde* für Schwachstellen auf [Pei15, S. 91ff.].

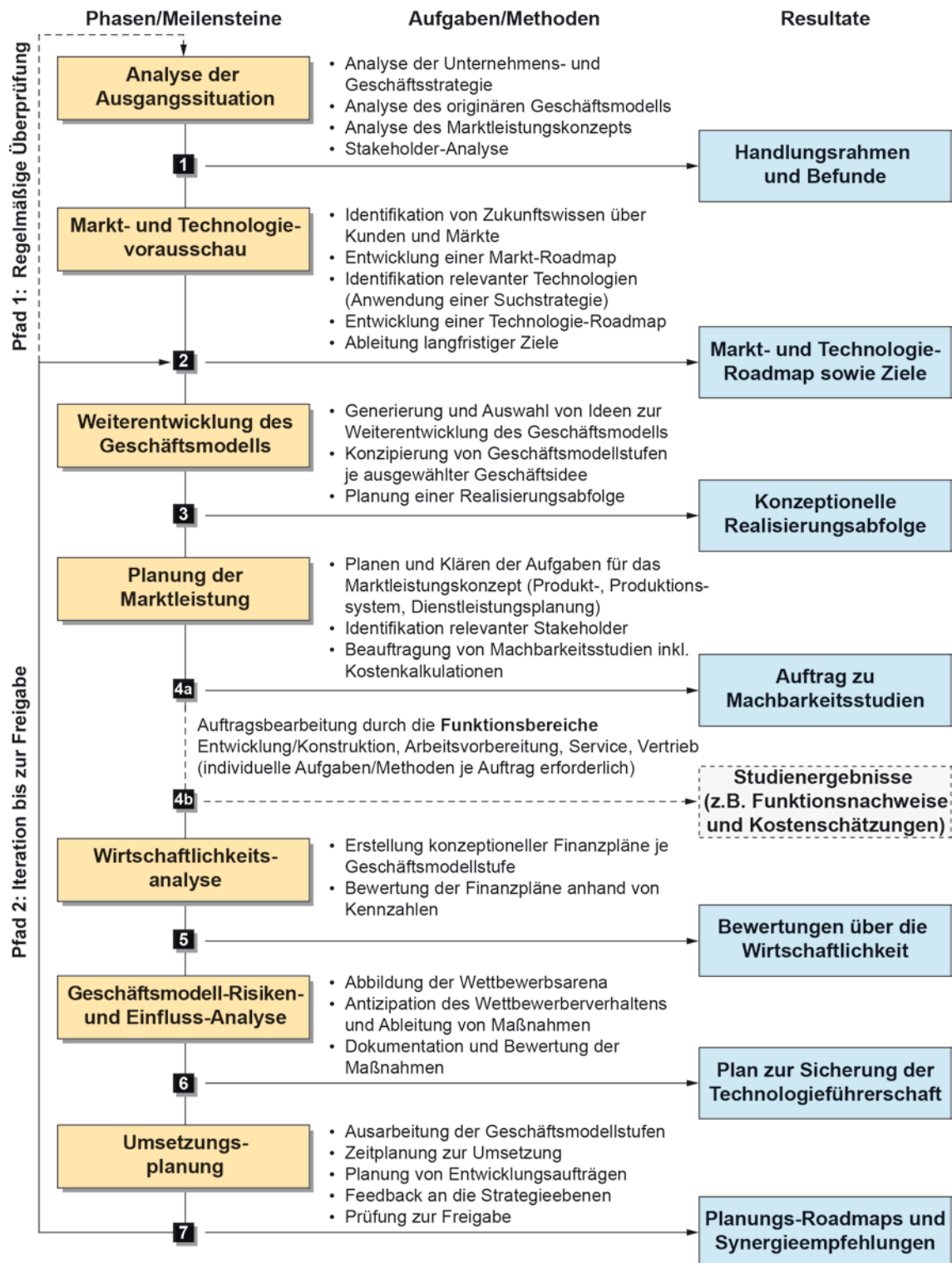


Bild 3-2: Vorgehensmodell zur Entwicklung einer produktlebenszyklusorientierten Geschäftsmodell-Roadmap nach PEITZ [Pei15, S. 89]

Markt- und Technologievorausschau (Phase 2): In der zweiten Phase erfolgt eine *Markt- und Technologievorausschau*. Hierbei werden zunächst *Kunden und Märkte* adressiert sowie planungsrelevantes Zukunftswissen extrahiert. Dazu eignen sich die Methoden der Vorausschau (vgl. Abschnitt 2.3.1). Darauf aufbauend erfolgt die *Entwicklung*

einer *Markt-Roadmap*. Dabei werden Abhängigkeiten in den Marktentwicklungen berücksichtigt. Anschließend erfolgt die *Identifikation von relevanten Technologien*. Diese Aufgabe enthält eine theoretische Beschreibung möglicher *Suchstrategien*. Die Ergebnisse fließen in ein *Technologie-Radar* ein. Anschließend werden Technologien mit Hilfe eines Portfolios priorisiert und in eine *Technologie-Roadmap* überführt. Abschließend erfolgt die *Formulierung langfristiger Ziele* für die Geschäftsmodelle, sodass die zweite Phase mit einer *Markt- und Technologie-Roadmap* sowie den *Geschäftsmodellzielen* endet [Pei15, S. 99ff.].

Weiterentwicklung des Geschäftsmodells (Phase 3): Die dritte Phase befasst sich mit der *Weiterentwicklung des Geschäftsmodells*. Sie beginnt mit der *Generierung und Auswahl von Ideen zur Weiterentwicklung*. Diese Weiterentwicklungsideen adressieren primär Marktleistungen in Form von Geschäftsideen. Anschließend erfolgt eine Detaillierung der Geschäftsideen, in dem *Geschäftsmodellstufen* entwickelt werden. Die Ergebnisse werden unter Berücksichtigung von Markt- und Technologie-Prämissen in eine erweiterte Business Model Canvas dokumentiert. Abschließend erfolgt die Planung der Realisierungsabfolge der Geschäftsmodellstufen mit Hilfe einer Design Structure Matrix (DSM²⁹). Daraus folgt eine *konzeptionelle Realisierungsabfolge* [Pei15, S. 113ff.].

Planung der Marktleistung (Phase 4): Die Weiterentwicklung des Geschäftsmodells bedingt Anpassungen im Marktleistungskonzept. Aus diesem Grund erfolgt in der vierten Phase zunächst das *Planen und Klären der Aufgaben für die Produkt-, Produktionssystem- sowie Dienstleistungsplanung* (vgl. Abschnitt 2.2). Anschließend werden die *notwendigen Stakeholder* zur Umsetzung des Geschäftsmodells ermittelt. Diese Phase endet mit der *Beauftragung von Machbarkeitsstudien inklusive einer Wirtschaftlichkeitsrechnung*, welches gleichzeitig das Ergebnis dieser Phase darstellt [Pei15, S. 119ff.].

Wirtschaftlichkeitsanalyse (Phase 5): Die fünfte Phase greift auf die Studienergebnisse³⁰ zurück. Darauf aufbauen erfolgt die *Erstellung konzeptioneller Finanzpläne für jede Geschäftsmodellstufe*. Im Fokus stehen dabei Kosten- und Ertragsprognosen. Anschließend wird der *Finanzplan bewertet*. Ergebnis dieser Phase ist somit die *Bewertung der Wirtschaftlichkeit* des Geschäftsmodells [Pei15, S. 134ff.].

Geschäftsmodell-Risiken- und Einfluss-Analyse (Phase 6): Die sechste Phase orientiert sich an der Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA³¹). An dieser Stelle werden zum ersten Mal Wettbewerber betrachtet, indem die *Wettbewerbsarena abgebildet* wird. Im Wesentlichen befasst sich PEITZ in dieser Phase mit der *Antizipation des*

²⁹ Eine Erläuterung der Funktionsweise von DSMs in der Analyse von technischen Systemen findet sich in [Bro01, S. 292ff.].

³⁰ Die Durchführung der Studien wird im Rahmen der Arbeit nicht beschrieben und ist individuell auszugestalten.

³¹ Eine Erläuterung der Funktionsweise einer FMEA kann der Literatur von SCHLOSSER entnommen werden [Sch94, S. 9ff.].

Wettbewerberverhalten und der Ableitung präventiver und reaktiver Maßnahmen. Die Phase schließt mit einer *Dokumentation und Bewertung der Maßnahmen*, die die *Geschäftsmodell-Risiken*, die *Einfluss-Analyse* sowie einen *Plan zur Sicherung der Technologieführerschaft* enthält. Letzteres stellt das Ergebnis dieser Phase dar [Pei15, S. 138ff.].

Umsetzungsplanung (Phase 7): Im Rahmen der siebten Phase erfolgt die *Umsetzungsplanung*. Hier werden die Geschäftsmodellstufen zunächst konkret ausgearbeitet und an den Maßnahmen aus Phase sechs ausgerichtet. Die Umsetzungsplanung enthält zudem einen konkreten *Zeitplan* sowie konkrete *Entwicklungsaufträge*. Abschließend erfolgt in dieser Systematik ein *Feedback an die Strategieebenen* zur Kommunikation von Synergiepotentialen. Das Resultat dieser Systematik besteht aus einer *Planungs-Roadmap* sowie *Synergieempfehlungen* [Pei15, S. 145ff.].

Bewertung: PEITZ liefert ein ganzheitliches Vorgehen zur Geschäftsmodellweiterentwicklung basierend auf Geschäftsmodellstufen. Dabei orientiert sich PEITZ an Produktlebenszyklen, um frühzeitig weitere Geschäftsmodellstufen zu zünden. PEITZ greift im Rahmen seines Vorgehens in Phase zwei eine Technologievorausschau auf. Er beschreibt allerdings nur ein generisches Vorgehen basierend auf den Standardmethoden (Szenario-Technik, Trend- und Delphi-Analyse). Mit seinem Vorgehen liefert PEITZ Ansätze zur transparenten Erschließung von technologischen Potentialen und gewährleistet eine branchen-übergreifende Anwendbarkeit der Systematik. A1 und A2 sind demnach erfüllt. Die Geschäftsmodellanalyse fußt allerdings ausschließlich auf Marktleistungspotentialen, die angelehnt an den Produktlebenszyklus sind. Marktleistungsrelevante Technologiepotentiale stellen einen Teil von A4 dar. Die Technologievorausschau erfolgt mit den Standard-Methoden (vgl. Abschnitt 2.2). Eine Beschreibung der Auswahl von Quellen findet nur theoretisch statt. Daher sind A5 und A7 nur teilweise erfüllt. A8 wird im Rahmen der zweiten Phase weitestgehend erfüllt. Die Machbarkeitsstudien sind optional, sodass A9 teilweise erfüllt wird. Die Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung bietet eine tiefere und detailliertere Betrachtung der zweiten Phase. Die Systematik von PEITZ eignet sich für die anschließende Geschäftsmodellweiterentwicklung (ab Phase 3).

3.1.3 Musterbasierte Entwicklung technologie-induzierter Geschäftsmodelle nach AMSHOFF

AMSHOFF beschreibt einen musterbasierten Ansatz zur Geschäftsmodellentwicklung, der auf bereits identifizierte Technologien aufsetzt. AMSHOFF orientiert sich dabei an den Geschäftsmodellmustern nach GASSMANN ET AL. Diese Systematik ist in der Produktentstehung eingeordnet. AMSHOFF greift im Rahmen der Potentialfindung Ansätze zur Technologievorausschau auf und leitet daraus Geschäftsmodelle auf Basis von vorhandenen Mustern ab. Das Vorgehensmodell ist in Bild 3-3 dargestellt und in vier Phasen gegliedert. Diese Phasen werden im Folgenden beschrieben [Ams16, S. 91ff.]:

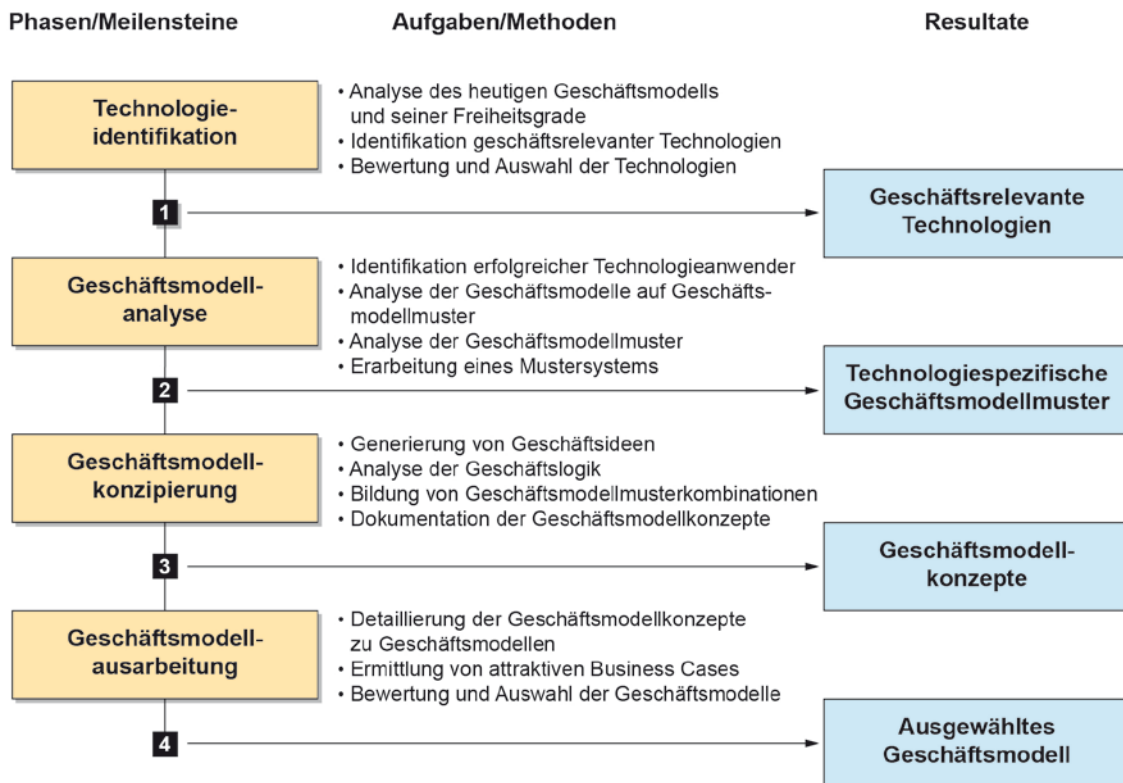


Bild 3-3: Vorgehensmodell zur musterbasierten Entwicklung technologie-induzierter Geschäftsmodelle nach AMSHOFF [Ams16, S. 92]

Technologieidentifikation (Phase 1): Die erste Phase des Vorgehens befasst sich mit der Identifikation von relevanten Technologien für das Geschäftsmodell. Dazu wird zunächst das aktuelle Geschäftsmodell mitsamt seinen Freiheitsgraden analysiert und in einem Steckbrief dokumentiert. Im Zuge dessen wird ebenfalls eine SWOT³²-Analyse durchgeführt. Anschließend erfolgt eine *Identifikation geschäftsrelevanter Technologien*. Hierbei werden Querschnittstechnologien ermittelt und in einem Technologie-Radar visualisiert. Daraufhin wird eine *Bewertung und Auswahl der Technologien* mit Hilfe einer Nutzwertanalyse und eines entsprechenden Portfolios durchgeführt. Das Ergebnis dieser Phase ist eine ausgewählte, geschäftsmodellrelevante Technologie [Ams16, S. 93ff.].

Geschäftsmodellanalyse (Phase 2): Im Rahmen der zweiten Phase erfolgt eine *Geschäftsmodellanalyse*. Diese beginnt mit der *Identifikation erfolgreicher Technologieanwender*. Dieser Schritt beruht zunächst auf einer portfoliobasierten Auswahl von Unternehmen für diese Analyse. Die Ergebnisse dieser Analyse werden wiederum in einem Steckbrief dokumentiert. Anschließend erfolgt eine *Analyse der Geschäftsmodelle* hinsichtlich *Geschäftsmodellmuster*. Dies beruht auf der Geschäftsmodellstruktur nach KÖSTER. Hierfür werden Geschäftsmodellvariablen und Gestaltungsoptionen miteinander verglichen. Im Anschluss erfolgt eine tiefergehende *Analyse der Geschäftsmodellmuster*.

³² SWOT steht für Strengths, Weaknesses, Opportunities und Threats und ist eine interne und externe Analyse der Stärken / Schwächen bzw. Chancen und Risiken für eine Unternehmung [GP14, S. 292].

Finalisiert wird diese Phase durch ein *Mustersystem*, das sowohl die Muster, als auch die Häufigkeit der Nutzung visualisiert. Da dieses Mustersystem sich auf eine ausgewählte Technologie bezieht, ergeben sich in dieser Phase *technologiespezifische Geschäftsmodellmuster* [Ams16, S. 102ff.].

Geschäftsmodellkonzipierung (Phase 3): In der dritten Phase erfolgt die *Geschäftsmodellkonzipierung*. Dazu werden zunächst *Geschäftsideen generiert*. Dieses Vorgehen beruht auf den zwei Prinzipien Musterassoziation und Musterkonfrontation. Bei der *Musterassoziation* erfolgt die Generierung von Geschäftsideen mit Hilfe von Kreativitätstechniken. Bei der *Musterkonfrontation* werden Geschäftsideen auf Basis vorhandener Geschäftsmodellmuster abgeleitet. Anschließend erfolgt die *Analyse der Geschäftslogik*. Dabei wird sowohl die dominante Geschäftslogik als auch die *Geschäftslogik* des potentiellen Wettbewerbs ermittelt. Diese werden dann miteinander verglichen. Daraufhin werden Geschäftsmodellkonzepte erarbeitet, die *Musterkombinationen* beruhen. Abschließend werden die *Geschäftsmodellkonzepte dokumentiert*. Diese Geschäftsmodellkonzepte bilden das Resultat der Phase [Ams16, S. 117ff.].

Geschäftsmodellausarbeitung (Phase 4): Die *Geschäftsmodellausarbeitung* stellt die letzte Phase dieses Vorgehens dar. Hier werden die *Geschäftsmodellkonzepte* zunächst zu vollständigen *Geschäftsmodellen detailliert*. Dabei werden die abstrakten Muster auf eine spezifische Ebene übertragen und die fehlenden Gestaltungsoptionen ergänzt. Anschließend erfolgt die *Ermittlung von attraktiven Business Cases*. Dies stellt eine monetäre Bewertung des Geschäftsmodells dar. Gleichzeitig werden Prämissen für Kosten und Erlöse aufgestellt, die regelmäßig zu begutachten sind. Abschließend wird eine portfoliobasierte *Bewertung und Auswahl der Geschäftsmodelle* durchgeführt. Dazu wird die Geschäftsmodellattraktivität mit den Dimensionen Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsintensität und Zukunftsrobustheit bewertet. Für die Zukunftsrobustheit wird auf Ergebnisse der Szenario-Technik zurückgegriffen. Ferner wird die Erreichbarkeit mit den Dimensionen Synergien und Umsetzungsrisiko bewertet. Die Priorisierung der Geschäftsmodelle erfolgt abschließend portfoliobasiert anhand der Geschäftsmodellpriorität. Das *ausgewählte Geschäftsmodell* stellt auch das Ergebnis der Systematik dar. [Ams16, S. 129ff.].

Bewertung: AMSHOFF beschreibt eine Systematik zur Generierung von Geschäftsmodellen mit Hilfe von Geschäftsmodellmustern. Diese setzen geschäftsmodellrelevante Technologien voraus, die AMSHOFF im Rahmen der ersten Phase identifiziert. Die konkrete Methode zur Identifikation der Technologien wird jedoch nicht erwähnt, ist aber auch nicht Teil der Wertschöpfung. Aus diesem Grund tangiert AMSHOFF die Anforderungen an die Technologiefrühaufklärung nur oberflächlich. Konkret wird nur A8 weitestgehend erfüllt, A9 nur teilweise. AMSHOFF liefert ein alternatives Vorgehen zur Erschließung von Technologiepotentialen und erfüllt damit A1. A4 wird teilweise abgedeckt, da AMSHOFF ausschließlich Marktleistungen fokussiert. AMSHOFF liefert damit einen alternativen Ansatz zur Geschäftsmodellentwicklung in der Produktentstehung. Dieser Ansatz kann die Ergebnisse der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung in Phase 1 aufgreifen und musterbasierte Geschäftsmodelle ableiten [Ams16, S. 98].

3.1.4 St. Galler Business Model Navigator™ nach GASSMANN ET AL.

GASSMANN ET AL. adressieren mit dem St. Galler Business Model Navigator™ ebenfalls einen musterbasierten Ansatz zur Entwicklung von Geschäftsmodellen. Dafür stellen GASSMANN ET AL. 55 allgemeingültige Geschäftsmodellmuster zur Verfügung, die für einen spezifischen Geschäftsmodellauftrag Verwendung finden können. Ein Beispiel ist *Razor und Blade*, das der Geschäftslogik von Rasierern nachempfunden ist. Der Rasierer (Razor) wird meistens unter Wert vertrieben, der Hauptumsatztreiber ist der Verbrauchsartikel Rasierklingen (Blade). Da GASSMANN ET AL. in der Entwicklung von Querschnittstechnologien einen wesentlichen Treiber für ihren Ansatz sehen, wird diese Methode hier mit aufgegriffen. Das Vorgehensmodell ist in Bild 3-4 dargestellt und gliedert sich in die folgenden vier Phasen [GFC13, S. 15ff.]:

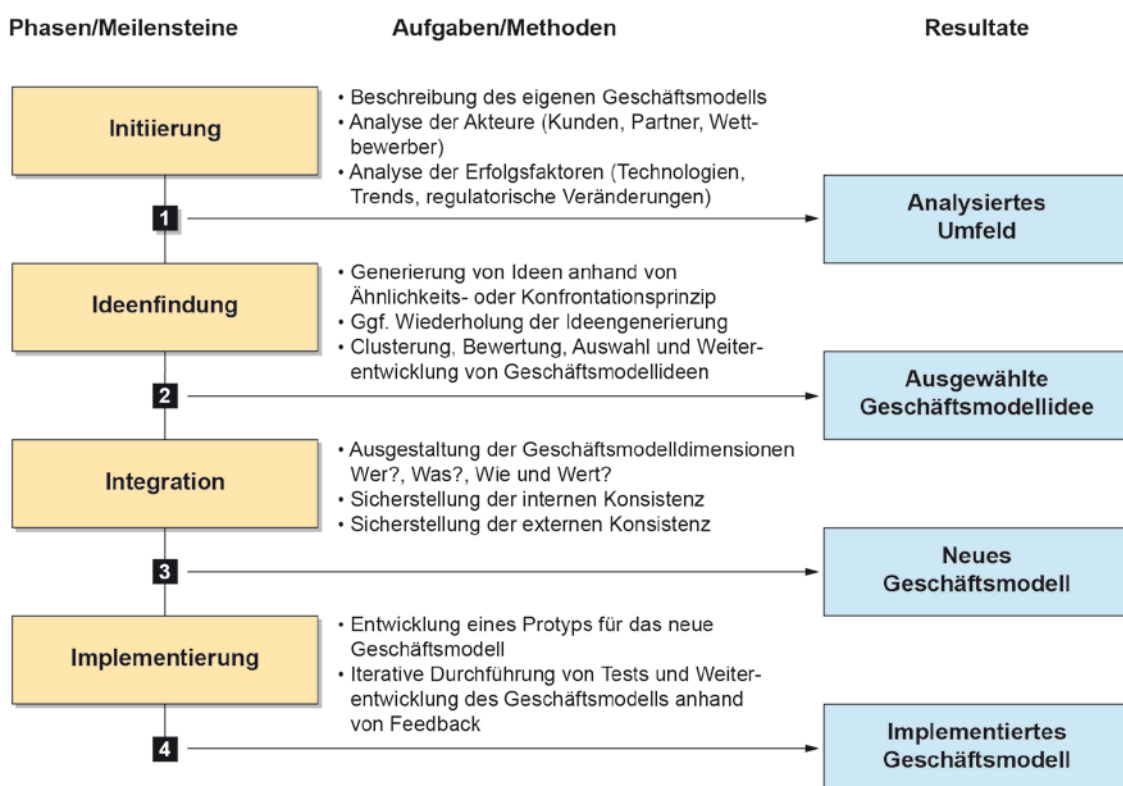


Bild 3-4: Vorgehensmodell des St. Galler Business Model Navigators™; Darstellung nach [Ams16, S. 44] in Anlehnung an GASSMANN ET AL. [GFC13, S. 16]

Initiierung (Phase 1): Das Vorgehen beginnt in der ersten Phase mit einer Initiierung. Hier wird als Ausgangspunkt zunächst das originäre Geschäftsmodell beschrieben. Als Beschreibungsrahmen nutzen GASSMANN ET AL. die Dimensionen *Was*, *Wer*, *Wie* und *Wert*. Anschließend wird das Geschäftsmodell analysiert. Dazu werden die interagierenden Akteure (bzw. Stakeholder) und Erfolgsfaktoren näher betrachtet. Die *Analyse der Akteure* umfasst *Kunden*, *Partner* und *Wettbewerber*. Die *Erfolgsfaktoren* lassen sich aus *Technologien*, *Trends* und *regulatorische Veränderungen* ableiten. Für diese Phase existiert ein umfassender Fragenkatalog. Die Phase endet mit einem analysierten Umfeld [GFC13, S. 17ff.].

Ideenfindung (Phase 2): Im Rahmen der zweiten Phase werden Geschäftsmodellideen generiert. Dafür schlagen GASSMANN ET AL. eine *Ideengenerierung anhand des Ähnlichkeits- und Konfrontationsprinzips* vor. Beim Ähnlichkeitsprinzip werden Analogien in Branchen gesucht, die eine ähnliche Geschäftslogik aufweisen. Beim Konfrontationsprinzip werden Geschäftsmodelle in Branchen betrachtet, deren Geschäftslogik möglichst weit entfernt von der eigenen Unternehmensbranche ist. Die Ideengenerierung wird beliebig oft *wiederholt*. Abschließend erfolgt in dieser Phase eine Clusterung von ähnlichen Ideen. Diese werden bewertet und priorisiert. Die Phase schließt mit einer *ausgewählten Geschäftsmodellidee* [GFC13, S. 33ff.].

Integration (Phase 3): In der dritten Phase erfolgt zunächst die *Ausgestaltung der Geschäftsmodelldimensionen*. Dabei wird das Ziel einer internen und externen Konsistenz verfolgt. Die *interne Konsistenz* stellt sicher, dass die ausgearbeiteten Dimensionen zusammenpassen. Die *externe Konsistenz* betrachtet das Zusammenspiel des ausgearbeiteten Geschäftsmodells mit der Geschäftsmodellumwelt. Gegebenenfalls werden die Geschäftsmodelle angepasst, um die Konsistenz sicherzustellen. Das Resultat dieser Phase ist ein *neues Geschäftsmodell* [GFC13, S. 44ff.].

Implementierung (Phase 4): Die vierte Phase beschreibt die Implementierung des ausgewählten Geschäftsmodells. GASSMANN ET AL. schlagen einen praxisorientierten Ansatz vor, in dem ein *Prototyp für das Geschäftsmodell erschaffen* und erprobt wird. Dies kann in Form von finanziellen oder technischen Pilotprojekte organisiert sein. Auf Basis von Feedback und des Lernens im Umgang mit den Prototypen erfolgt so lange eine *iterative Verbesserung* bis das *Geschäftsmodell final implementiert* ist [GFC13, S. 49ff.].

Bewertung: GASSMANN ET AL. liefern einen interessanten und breit erprobten Ansatz zur musterbasierten Entwicklung von Geschäftsmodellen. Hierfür werden insbesondere Querschnittstechnologien als Treiber für diese Systematik angesehen. Der Fokus dieser Systematik liegt auf der Generierung von neuen Geschäftsideen basierend auf den vorliegenden Mustern. Technologien fließen als Erfolgsfaktoren mit ein, eine systematische Erarbeitung dieser erfolgt allerdings nicht. Eine ganzheitliche Analyse von Technologiepotentialen erfolgt oberflächlich. A1 und A4 sind somit teilweise erfüllt. Die branchenübergreifende Anwendbarkeit der Systematik ist aufgrund des hohen Einsatzes in der Praxis gegeben. Nach erfolgter Technologiefrühaufklärung bietet es sich an, eine Schnittstelle zu der Methode von GASSMANN ET AL. bereitzustellen, um die neu identifizierten Technologien in eine systematische Geschäftsmodellweiterentwicklung zu integrieren.

3.1.5 Lebenszyklusorientierte Frühaufklärung für Geschäftsmodelle nach ZOLLENKOP

ZOLLENKOP liefert einen Ansatz zur Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen basierend auf der Frühaufklärung. Im Wesentlichen stellt ZOLLENKOP eine Systematik vor, die ein Innovationsmanagement für Geschäftsmodelle beschreibt. In Anlehnung an die Phasen der Frühaufklärung unterstützt die Systematik ein kontinuierliches Überprüfen von

Chancen und Risiken für das Geschäftsmodell. ZOLLENKOP gliedert die Systematik in drei Bereiche: *Identifikation von Innovationspotentialen* basierend auf Lebenszyklen, *Geschäftsmodellentwicklung* und die *Umsetzungsplanung von Anpassungen* am Geschäftsmodell [Zol06, S. 257ff.].

Für die Einordnung der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung ist insbesondere die *Identifikation von Innovationspotentialen* interessant. ZOLLENKOP nutzt für seine Analyse eine Geschäftsmodellstruktur mit den Elementen *Ertragsmechanik*, *Wertkettenkonfiguration* und *Produkt-/Markt-Kombination*. Basierend auf den Geschäftsmodellelementen beschreibt ZOLLENKOP die Aufgaben *indikatorbasierte Früherkennung*, die *Frühaufklärung mit Schwachen Signalen* sowie die *Integration von Früherkennung und Frühaufklärung*. Diese Aufgaben sind in Bild 3-5 dargestellt. Aufgrund der großen thematischen Nähe werden diese drei Aufgaben im Folgenden detaillierter erläutert³³ [Zol06, S. 257ff.]:

Indikatorbasierte Früherkennung (Erste Aufgabe): Die erste Aufgabe orientiert sich am idealtypischen Vorgehen zur Früherkennung (vgl. Abschnitt 2.1.4). Es erfolgt zunächst eine *Festlegung der Beobachtungsbereiche*. Hierbei werden sowohl interne als auch externe Beobachtungsbereiche berücksichtigt. Sie orientieren sich dabei an den Geschäftsmodellelementen. Im Anschluss werden *Indikatoren bestimmt*, die in der Lage sind, Auswirkungen auf die Produkt-/Markt-Kombination darzustellen. Die Indikatoren sollten in einem bestimmten Werteband liegen, sodass ihnen diese *Sollgrößen* zugewiesen werden. Anschließend erfolgt die Suche und *Verarbeitung von Informationen* zur Berechnung der Indikatoren. Ein Unter- bzw. Überschreiten der Sollgrößen lässt auf eine *Diskontinuität* im Geschäftsmodell schließen [Zol06, S. 260ff.].

Frühaufklärung mit schwachen Signalen (Zweite Aufgabe): Im Rahmen der zweiten Aufgabe steht wieder die Identifikation von Diskontinuitäten im Vordergrund. Hierbei wird allerdings eine Frühaufklärung durchgeführt, um Schwache Signale in den Geschäftsmodellelementen zu identifizieren. Dazu erfolgt zunächst eine *Festlegung des Suchbereichs*. Diese Bereiche orientieren sich an dem Unternehmensumfeld. Typische Kategorien für Suchbereiche sind u.a. Technologie, Politik/Recht, Ökologie sowie Makroökonomie. Im Anschluss werden aus den Suchbereichen Suchbegriffe abgeleitet und in vorhandenen Quellen ungerichtet gesucht (*Scanning*). Im Rahmen des *Monitorings* werden einzelne Ergebnisse über einen Zeitraum verfolgt. Die gefundenen Informationen werden zu einer Trendlandkarte verdichtet, um Zusammenhänge darzustellen. Analog zur ersten Aufgabe werden *Diskontinuitäten* identifiziert [Zol06, S. 263ff.].

³³ Die Beschreibung der Geschäftsmodellentwicklung und Umsetzungsplanung kann der Literatur entnommen werden [Zol06, S. 278ff.].



Bild 3-5: Integration einer Früherkennung und Frühaufklärung auf Basis schwacher Signale nach [ZOL06, S. 259] geändert von [Pei15, S. 46]

Integration der Früherkennung und Frühaufklärung (Dritte Aufgabe): Die dritte Aufgabe integriert die Ergebnisse der Früherkennung und Frühaufklärung. Hierbei erfolgt zunächst ein *Abgleich der jeweiligen Erkenntnisse*. Anschließend werden die Ergebnisse vor dem Hintergrund des Geschäftsmodells *ganzheitlich interpretiert*. Abschließend erfolgt eine *Bestimmung der Lebenszyklusphasen*. Dies beeinflusst Diskontinuitäten, die das originäre Geschäftsmodell betreffen. Daraus erfolgt eine Abschätzung des Innovationsbedarfs, besonders für Technologien, die kurz vor der Substitution³⁴ stehen [Zol06, S. 275ff.].

Bewertung: ZOLLENKOP beschreibt eine Erfolg versprechende Idee zur Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen. Dabei nutzt er für eine Potentialanalyse des Geschäftsmodells die Werkzeuge Früherkennung sowie -aufklärung. Damit deckt ZOLLENKOP mögliche Diskontinuitäten in Geschäftsmodellen auf. ZOLLENKOP geht allerdings nicht weiter auf die Methodik der Frühaufklärung ein. Er hebt zwar explizit die Technologiefrühaufklärung als einen wesentlichen Bestandteil hervor, beschreibt ihn aber oberflächlich, ohne inhaltliche und methodische Details zu nennen. Ferner zielt ZOLLENKOP ausschließlich auf Trends ab, die noch relativ abstrakt sind. Für ein besseres Verständnis des Umfeldes

³⁴ Einen Ansatz zur Abschätzung einer möglichen Technologie-Substitution liefert das S-Kurven-Konzept [GP14, S. 132].

regt er die Anfertigung einer Trendlandkarte an. ZOLLENKOP betrachtet in der Analyse des Geschäftsmodells nicht nur die Marktleistung, sondern auch die Ertragsmechanik sowie die Wertketten. A2 und A3 sind somit erfüllt. A4 bis A8 sind allesamt nur teilweise erfüllt, da ZOLLENKOP diese zwar erwähnt, aber keine Lösung zur Umsetzung darlegt. Es befindet sich nur eine Beschreibung der Notwendigkeit, diese Anforderungen zu erfüllen bzw. die Aufgaben durchzuführen. Die Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung konkretisiert und spezifiziert den Aufgabenbereich der Frühaufklärung nach Schwachen Signalen.

3.2 Ansätze zur Technologiefrühaufklärung

In den folgenden Abschnitten werden Methoden zur Technologiefrühaufklärung beschrieben. Die Problemanalyse zeigt auf, dass Methoden zur Technologiefrühaufklärung für die Identifikation von technologischen Schwachen Signalen benötigt werden. In Abschnitt 3.2.1 wird die issueorientierte Frühaufklärung nach HÄRTEL analysiert. Abschnitt 3.2.2 beschreibt das Vorgehen zur Technologiefrühaufklärung nach PFEIFFER. In Abschnitt 3.2.3 wird die kooperative Technologiefrühaufklärung mittels szenariobasiertem Technologie-Roadmapping nach MIEKE vorgestellt. Abschnitt 3.2.4 beschreibt die Methode zur Technologiefrühaufklärung mit Data Mining nach ZELLER. Abschnitt 3.2.5 erläutert die Systematik zur Suche nach technologischen Entwicklungen nach SCHLOEN und SCHMITZ. In Abschnitt 3.2.6 erfolgt die Vorstellung zum Technologie-Monitoring des FRAUNHOFER IAO. Abschließend erfolgt in Abschnitt 3.2.7 die Beschreibung der Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps nach VIENENKÖTTER.

3.2.1 Issueorientierte Frühaufklärung nach HÄRTEL

HÄRTEL beschreibt eine Methode zur issueorientierten Frühaufklärung. Dabei definiert HÄRTEL den Begriff Issue als „*ein Punkt oder Thema [...], bei dem noch ein gewisser Klärungsbedarf gegeben ist*“ und stellt die Definition in den Zusammenhang mit der Strategischen Frühaufklärung [Här02, S. 79]. Ziel der Methode sind Trends, die im Zusammenhang mit einer angebotenen Marktleistung stehen. Die vorgestellte Methode gliedert sich in die folgenden drei Phasen (vgl. Bild 3-6) [Här02, S. 79ff.]:

Festlegen der Systemelemente (Phase 1): Im Rahmen der ersten Phase werden für verschiedene Systemelemente Inhalte (bzw. Suchbegriffe) festgelegt, in dessen Zusammenhang Issues stehen können. Zunächst werden hierbei *Produkt- und Technologiefunktionen* der Marktleistung festgelegt und gesammelt. Anschließend erfolgt das *Festlegen des Produkt-Issue- und Technologie-Issue-Profils*. Hierbei werden die relevanten Suchbegriffe in Zusammenhang mit den Produkt- sowie Technologie-Funktionen gesetzt. Danach werden den Profilen Attribute in Form von *Informationen* hinzugefügt. Abschließend wird das *Reporting Profil festgelegt*, das als Ansammlung von Suchbegriffen für ein Issue zu verstehen ist. Die Inhalte dienen als Suchmenge für die anschließende Phase 2 und werden im Rahmen einer sog. *Systemarchitektur* zusammengefasst [Här02, S. 81ff.].

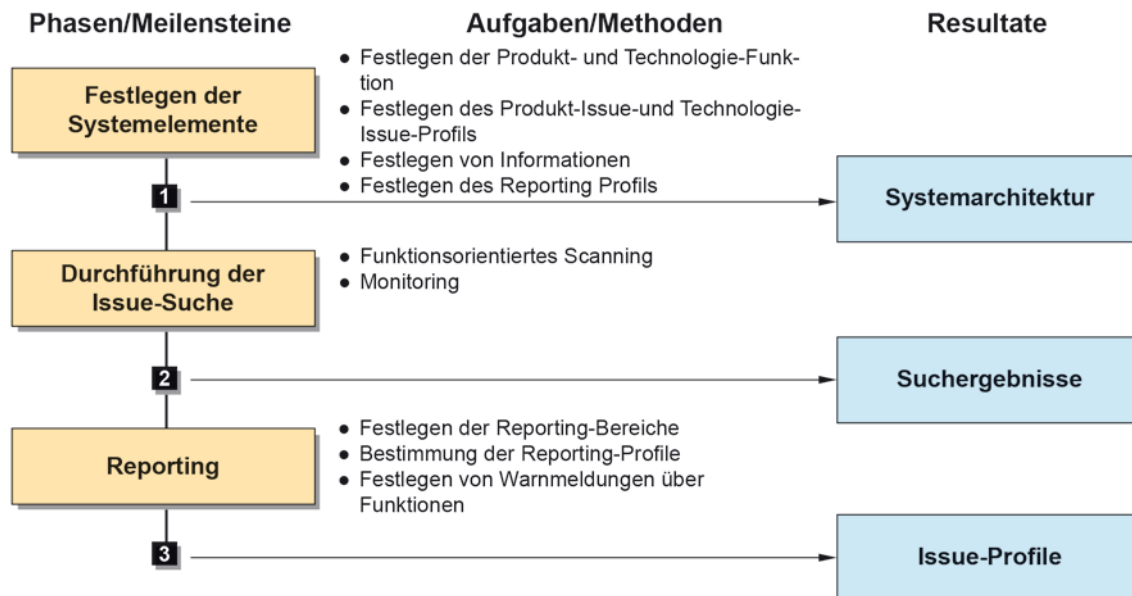


Bild 3-6: Vorgehensmodell der issueorientierten Frühaufklärung nach HÄRTEL [Här02, S. 79ff.]; Eigene Darstellung

Durchführung der Issue-Suche (Phase 2): Die zweite Phase beinhaltet die Durchführung der Issue-Suche. HÄRTEL unterteilt diese Phase in ein *funktionsorientiertes Scanning* und *Monitoring*. Dabei dienen insbesondere Produkt- und Technologie-Funktionen als Suchbegriffe. Das Scanning sieht HÄRTEL als 360°-Suche in den Funktionen. Das Monitoring wird als kontinuierliche Suche nach Neuigkeiten in den Issue-Profilen definiert. Das Scanning und Monitoring liefert *Suchergebnisse* [Här02, S. 89ff.].

Reporting (Phase 3): In der dritten Phase erfolgt das Reporting, also die Dokumentation der Suchergebnisse. Dazu werden zunächst die *Bereiche* festgelegt, die für das Reporting im Rahmen der Strategischen Frühaufklärung relevant sind. Dies erfolgt anhand eines IT-Werkzeugs. Während der Durchführung der Frühaufklärung kann es sein, dass sich Reporting-Profile als irrelevant erweisen. Die relevanten *Reporting-Profile* werden daher festgelegt. Für das Monitoring können *Warnmeldungen festgelegt* werden. Resultat des Reportings sind aktuelle *Issue-Profile* [Här02, S. 97ff.].

Bewertung: HÄRTELS Vorgehen stellt einen wichtigen Beitrag für die Strategische Frühaufklärung dar. Es orientiert sich an dem allgemeingültigen Vorgehensmodell zur Strategischen Frühaufklärung, das universell für derartige Fragestellung einsetzbar ist. Die Frühaufklärung basiert auf Produkt- und Technologie-Funktionen und adressiert somit ausschließlich die Marktleistung. Das Monitoring kann auch auf Suchergebnisse angewendet werden und ist somit breiter zu betrachten. HÄRTEL leitet jedoch keine Maßnahmen auf Basis der Suchergebnisse ab und verstößt damit streng genommen gegen die Definition der Frühaufklärung. A9 wird von dieser Methode erfüllt. Aufgrund der fehlenden konkreten Beschreibung der IT-Unterstützung im Rahmen des Scannings und Monitorings sind A5, A6 und A7 nur teilweise erfüllt. Eine Bewertung Priorisierung der Technologien findet nicht statt.

3.2.2 Technologiefrühaufklärung nach PFEIFFER

PFEIFFER orientiert sein Vorgehen zur Technologiefrühaufklärung an dem Aufwirbel-Ansaug-Filter-Konzept nach KIRSCH und TRUX [KT81, S. 359]. Dabei werden Informationen in verschiedenen Phasen *aufgewirbelt*, analysiert (*angesaugt*) und nach Relevanz *gefiltert*. Das Vorgehen besteht aus drei Phasen, wobei die ersten beiden Phasen der Technologiefrühaufklärung und Phase 3 der Technologieplanung zuzuordnen sind. Da die Abgrenzung nicht trennscharf erfolgt, werden alle drei Phasen im Folgenden vorgestellt (vgl. Bild 3-7) [Pfe92, S. 103ff.]:

Identifikation und Beobachtung (Phase 1): Die erste Phase beschreibt die Identifikation und Beobachtung von Technologiesuchfeldern. Hierbei wird zunächst das *technologische Unternehmens- und Umfeldpotential* in Form einer Technologielandkarte (*Map*) vorstrukturiert. Anschließend erfolgt eine *Identifikation von Technologiesuchfeldern*, indem erste externe, dynamische Technologiebereiche im Unternehmensumfeld aufgedeckt werden. Ferner werden bereits vorhandene Technologien (bzw. interne Technologien), die eine hohe Relevanz aufweisen, erfasst. Die *Beobachtung von Technologiesuchfeldern* umfasst die Suche nach Technologien in den Suchfeldern. Abschließend erfolgt eine *Abgrenzung der identifizierten Technologiekandidaten*³⁵, um diese zu den Suchfeldern zuzuordnen. Die Technologiekandidaten werden in Form von Steckbriefen dokumentiert [Pfe92, S. 116ff.].

Bewertung von Technologiekandidaten (Phase 2): Die gefundenen Technologiekandidaten werden in der zweiten Phase hinsichtlich der Attraktivität und Ressourcenrelevanz bewertet. Die Technologieattraktivität setzt sich dabei aus dem *Technologiepotential* sowie dem *Innovationspotential* zusammen. Das Technologiepotential wird anhand der Dimensionen *mögliche Technologieintegration*, *Querschnittscharakter* sowie *technisches Weiterentwicklungspotential* bewertet. Das Innovationspotential beschreibt die *Anwendungsbreite* und das *Anwendungspotential* innerhalb einer Marktleistung. Abschließend wird die *Ressourcenrelevanz* ermittelt. Diese ist unternehmensbezogen und basiert auf den Dimensionen *synergetischer Nutzen*, *F&E Ressourcenstärke* sowie *strategische Konsistenz*. Die Bewertung erfolgt mit Hilfe einer Nutzwertanalyse, wobei die Gewichtung individuell erfolgt. Die Ergebnisse werden in Form von *Technologie-Profilen* dokumentiert [Pfe92, S. 216ff.].

³⁵ PFEIFFER nutzt den Begriff Technologiekandidaten für Technologien, die noch nicht den gesamten Prozess durchlaufen haben. Da es sich bei Technologiekandidaten um Technologien handelt, werden beide Begriffe im Rahmen dieser Arbeit synonym verwendet [Pfe92, S. 116ff.].

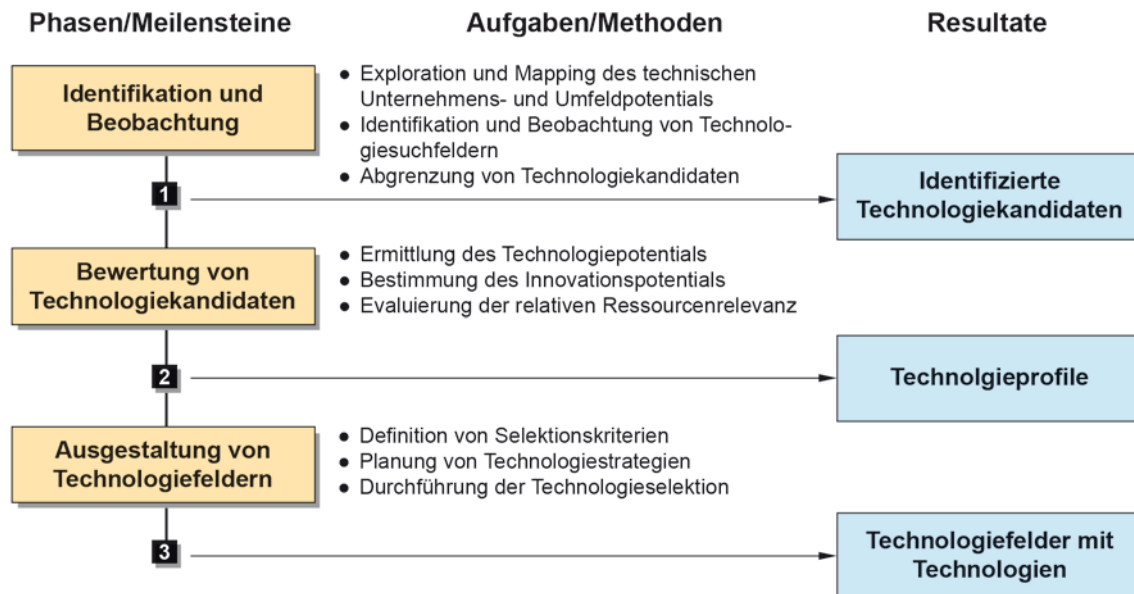


Bild 3-7: Vorgehensmodell zur Technologiefrühaufklärung nach PFEIFFER [Pfe92, S. 103]; Eigene Darstellung

Ausgestaltung von Technologiefeldern (Phase 3): In der dritten Phase erfolgt die *Ausgestaltung der Technologiefelder*. Technologiefelder bestehen aus beliebig vielen Technologiekandidaten. Da nur Erfolg versprechende Technologiekandidaten innerhalb der Felder weiterverfolgt werden, wird zunächst eine *Definition der Selektionskriterien* festgelegt. Anschließend erfolgt die *Planung von Technologiestrategien* innerhalb der Technologiefelder. Abschließend werden Technologien anhand der *Selektionskriterien* ausgewählt. Resultat der Methode sind *Technologiefelder mit Technologien* [Pfe92, S. 260ff.].

Bewertung: PFEIFFER liefert mit seiner Methode einen sehr generischen Ansatz zur Technologiefrühaufklärung. Das Vorgehen nach PFEIFFER greift auf das Trichterprinzip zurück, in dem ein breiter Suchraum kontinuierlich verdichtet wird. Dabei werden in der ersten Phase Technologiesuchfelder abgeleitet, die auf Technologiepotentiale im Unternehmensumfeld beruhen. Diese Beschreibung erfolgt nur sehr oberflächlich. Der Bezug zum Geschäftsmodell wird nicht hergestellt und konkrete Maßnahmen zur Erschließung der Technologiepotentiale werden nicht erörtert. Allerdings erfolgt die Definition einer Technologiestrategie, weshalb A1 teilweise erfüllt ist. Hervorzuheben ist die umfangreiche Bewertung und Priorisierung der Technologiekandidaten und somit das weitestgehende Erfüllen von A8. Da die Informationsgewinnung zwar Teil der Technologiefrühaufklärung ist, diese aber nur oberflächlich adressiert wird, sind A5 bis A7 nur teilweise erfüllt.

3.2.3 Kooperative Technologiefrühaufklärung mittels szenariobasiertem Technologie-Roadmapping nach MIEKE

MIEKE stellt ein Vorgehen zur Technologiefrühaufklärung vor, das auf die Szenariotechnik zurückgreift, um alternative zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen. Die

Entwicklungen von Technologien lassen sich schwer vorhersagen, sodass dieses Vorgehen ein hohes Maß an Flexibilität erlaubt. MIEKE postuliert ebenfalls, dass die anschließende Technologieplanung zu stark Wahrscheinlichkeiten in der Technologieentwicklung berücksichtigt, wodurch die Vorteile von alternativen Zukünften verloren gehen. Aus diesem Grund integriert MIEKE die Szenario-Technik in die Technologiefrühaufklärung. Sein Vorgehen basiert auf den folgenden fünf Phasen (vgl. Bild 3-8) [Mie06, S. 121ff.]:

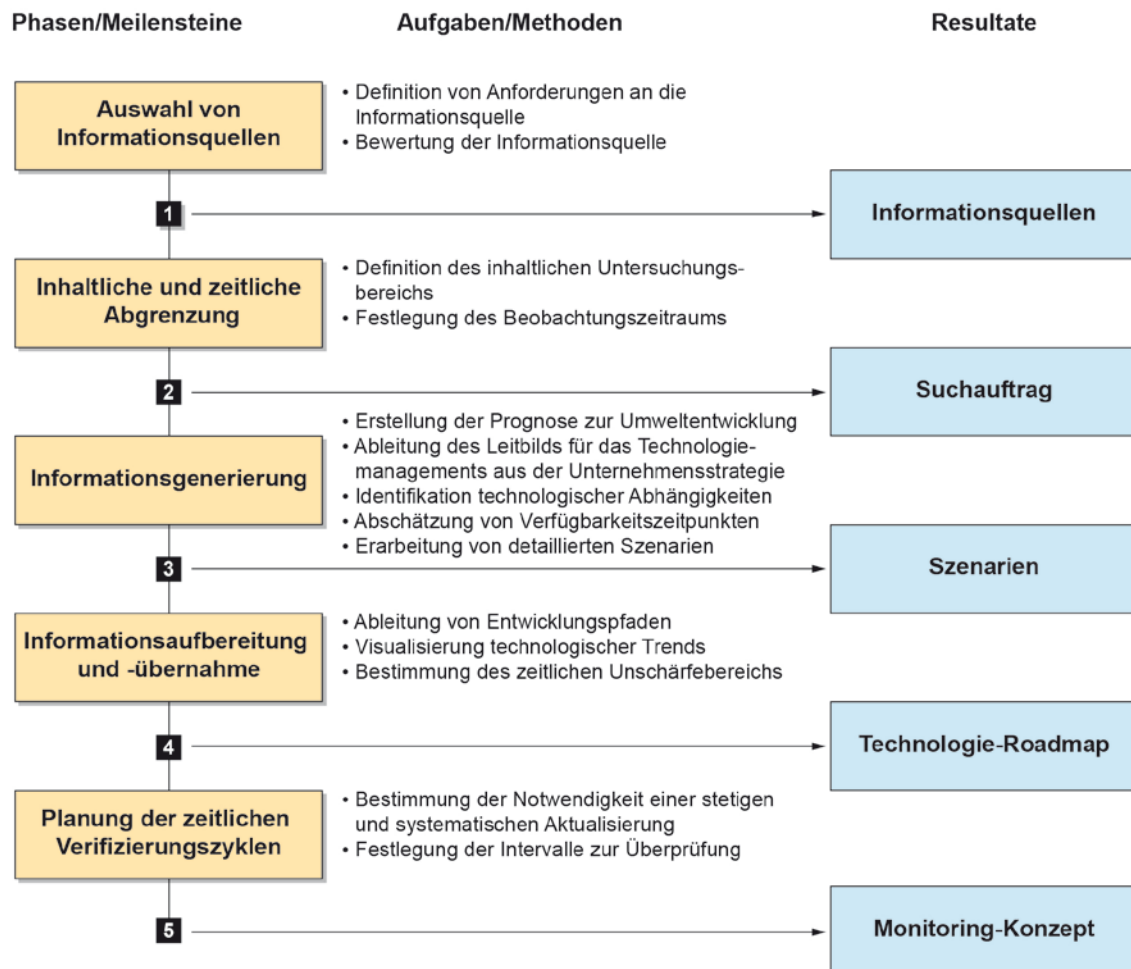


Bild 3-8: Vorgehensmodell zur kooperativen Technologiefrühaufklärung mittels szenariobasiertem Technologie-Roadmapping nach MIEKE [Mie06, S. 122]; Eigene Darstellung

Auswahl von Informationsquellen (Phase 1): Im Rahmen der ersten Phase erfolgt die Auswahl von Informationsquellen für das Vorgehen. Dazu werden zunächst *Anforderungen an die Informationsquellen erhoben*. Als Quellen werden Informationen benötigt, die der *Abgrenzung des Suchraums*, der *Eignung zur Erfassung der technologischen Wirkungsweise* sowie der *Eignung zum Abschätzen des Verfügbarkeitszeitpunktes* dienen. Die verschiedenen Quellen werden anhand dieser drei Dimensionen bewertet. Resultat dieser Phase sind *Informationsquellen*, die ein möglichst umfassendes Bild des Problembereichs generieren [Mie06, S. 123ff.].

Inhaltliche und zeitliche Abgrenzung (Phase 2): Die zweite Phase befasst sich mit der *inhaltlichen und zeitlichen Abgrenzung* des Suchraums. Die inhaltliche Abgrenzung beruht dabei auf einem mehrstufigen Vorgehen zur Themenselektion. Sie umfasst die *Sammlung von allen zugänglichen Dokumenten zu einem bestimmten Thema*, die *Erarbeitung und Gewichtung von Bewertungskriterien* sowie die *Bewertung und Auswahl von inhaltlichen Themen*. Die *Festlegung des Beobachtungszeitraums* ist individuell durchzuführen und beruht auf der *technologischen Dynamik* des Suchraums [Mie06, S. 132ff.].

Informationsgenerierung (Phase 3): Die Informationsgenerierung stellt den Kern der Methode dar. Sie umfasst ebenfalls ein mehrstufiges Vorgehen, das mit der *Prognose der Umfeldentwicklung* beginnt. Hierbei werden Entwicklungen in den Bereichen *Gesellschaft, Politik* sowie *Wirtschaft* erhoben. Anschließend wird die *Ableitung des Leitbilds für Technologien* aus der Unternehmensstrategie durchgeführt. Daraufhin erfolgt die *Erstellung der Grobszenarien* und die *Identifikation der technologischen Abhängigkeiten* mit den Szenarien. Nach der konkreten *Abschätzung der Verfügbarkeitszeitpunkte* folgt die *detaillierte Ausarbeitung der Szenarien*, was gleichzeitig das Resultat dieser Phase darstellt [Mie06, S. 138ff.].

Informationsaufbereitung (Phase 4): In der vierten Phase wird die *Informationsaufbereitung* sowie die *Übernahme der Informationen in die Technologie-Roadmap* durchgeführt. Dazu werden zunächst die möglichen technologischen *Entwicklungspfade* auf Basis der Szenarien abgeleitet. Anschließend erfolgt eine *Visualisierung technologischer Trends*, in dem die Entwicklungspfade visuell dargestellt werden. Abschließend werden die *zeitlichen Unschärfbereiche bestimmt*, was in die Technologie-Roadmap mit aufgenommen wird. Die *Technologie-Roadmap* stellt das Resultat dieser Phase dar [Mie06, S. 158ff.].

Planung der zeitlichen Verifizierungszyklen (Phase 5): Die Durchführung der Technologiefrühaufklärung stellt den Informationsstand zum Zeitpunkt der Analyse dar. Um der hohen Dynamik bei technologischen Entwicklungen zu begegnen und die Analyse stets aktuell zu halten, werden *zeitliche Verifizierungszyklen geplant*. Dazu werden zunächst mögliche fixe Zeitpunkte erhoben, an denen wesentliche Neuigkeiten zu erwarten sind, beispielsweise Fachkonferenzen. Abschließend werden die *Intervalle bestimmt*, die sich an diesen *Ereignissen* orientieren oder auf Basis *fest definierter Zyklen* beruhen. Empfohlen wird ein *hybrides Vorgehen* [Mie06, S. 164ff.].

Bewertung: Der Einsatz der Szenario-Technik im Rahmen der Technologiefrühaufklärung stellt ein mächtiges Werkzeug dar. Hierbei werden alternative Zukünfte analysiert, was ein möglichst umfassendes Bild für zukünftige Technologieentwicklungen generiert. Das Vorgehen weist allerdings Schwächen in der Definition und Auswahl der Informationsquellen auf. Dies erfolgt zu Beginn und berücksichtigt somit nicht die Anforderungen aus dem Beobachtungsbereich. Die hier genannten Anforderungen sind sehr generisch, sodass immer eine Expertenbefragung, eine Patent-Analyse oder eine Conjoint-Analyse empfohlen wird. Diese Analyse wird in allen drei Fällen manuell durchgeführt und somit

vom Kenntnisstand der jeweiligen bewertenden Person beeinflusst. A7 und A9 sind teilweise erfüllt. Die Szenario-Technik hat sich als branchenübergreifendes Werkzeug erwiesen, sodass A2 erfüllt ist.

3.2.4 Technologiefrühaufklärung mit Data Mining nach ZELLER

ZELLER beschreibt einen Ansatz zur Technologiefrühaufklärung unter Verwendung von Data Mining. ZELLER greift für Data Mining auf die Definition nach MERTENS und WIECZOREK zurück: Es handelt sich um eine „effiziente Suche nach versteckten, aber potentiell nützlichen Informationen in großen Datenbeständen“ [MW00, S. 211], [Zel03, S. 124]. Dieses Prinzip nutzt ZELLER, um mit Hilfe von Data Mining Schwache Signale in großen Datenbeständen zu identifizieren. Das Vorgehen ist in Bild 3-9 dargestellt und in die folgenden fünf Phasen gegliedert [Zel03, S. 147ff.]:

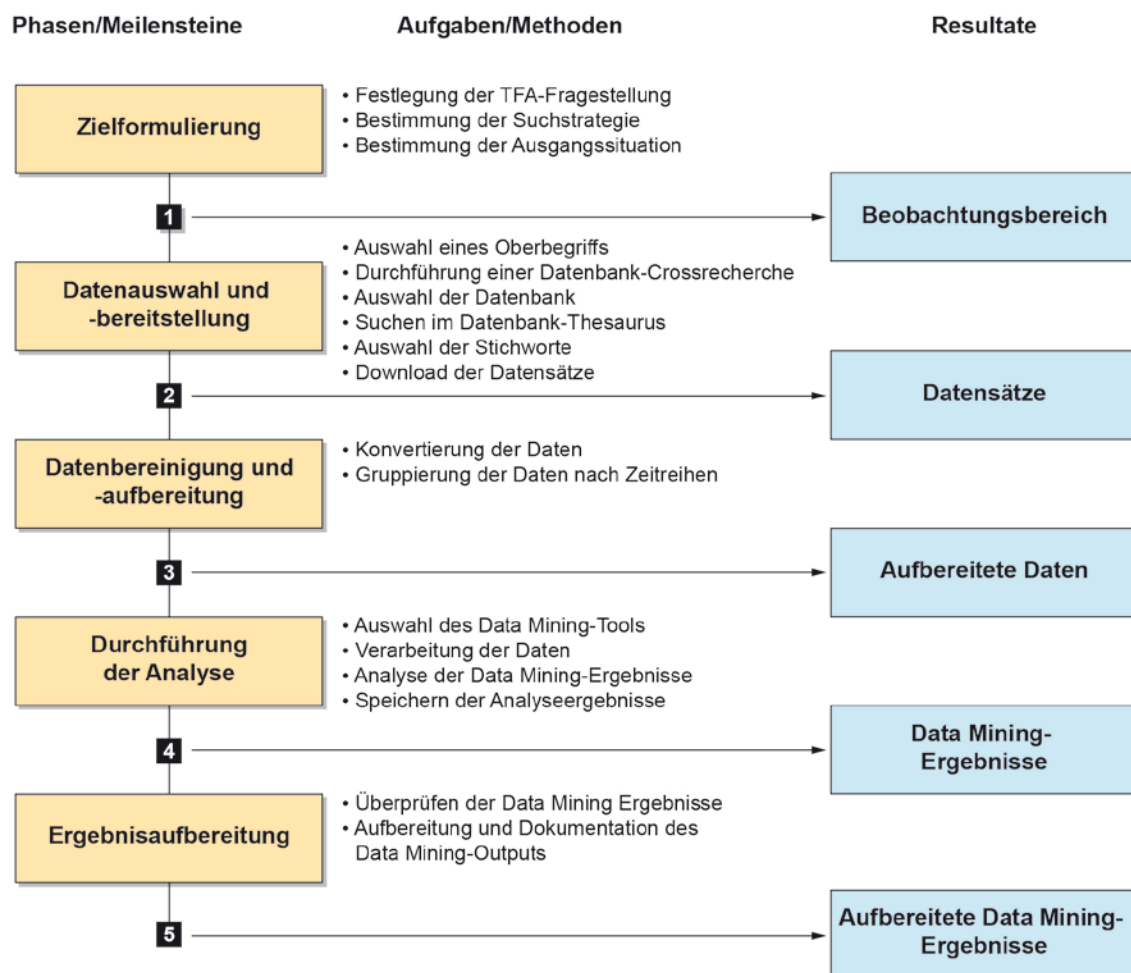


Bild 3-9: Vorgehensmodell zur Technologiefrühaufklärung mit Data Mining nach ZELLER [Zel03, S. 9]; Eigene Darstellung

Zielformulierung (Phase 1): Die erste Phase des Vorgehens beschreibt die *Zielformulierung* der Technologiefrühaufklärung. Hierzu werden Fragen formuliert, um das *Was?* (Fragestellung), *Wo?* (Suchraum) und *Wie?* (Suchstrategie) zu definieren. Hierbei wird

insbesondere die Suchstrategie hervorgehoben und anhand der Dimensionen *Suchbreite* und *Suchtiefe* in die folgenden vier Bereiche gegliedert: *Übersichtssuche*, *Interdisziplinäre Suche*, *Detailsuche*, *Routinesuche*. Die erste Phase schließt mit der *Bestimmung der Ausgangssituation*. Resultat der Phase ist der spezifizierte *Beobachtungsbereich* [Zel03, S. 147ff.].

Datenauswahl und -bereitstellung (Phase 2): Die zweite Phase befasst sich mit der *Datenauswahl und -bereitstellung*. Für eine zielgerichtete Auswahl der Datenbanken erfolgt zunächst die Bestimmung eines Oberbegriffs (bzw. Suchbegriffs). Da in der Regel nicht alle Datenbanken bekannt sind, empfiehlt ZELLER die *Durchführung einer Crossrecherche*. Dabei wird eine oberflächliche Suche über alle Datenbanken durchgeführt und die geeignetsten *Datenbanken ausgewählt*. Für eine breitere Suche wird ein *Thesaurus* genutzt, um Synonyme bei der Suche zu berücksichtigen. Diese Begriffe fließen in die *Bestimmung der Stichworte* ein, die für die Datenbankabfrage genutzt werden. Abschließend erfolgt ein *Download der Datensätze*, was auch das Resultat dieser Phase darstellt [Zel03, S. 156ff.].

Datenbereinigung und -aufbereitung (Phase 3): Im Rahmen der dritten Phase erfolgt die Datenbereinigung und -aufbereitung. Hierbei werden die gefundenen Datensätze zunächst in das richtige *Datenformat konvertiert*. Das bedeutet, dass semi-strukturierte Daten mit Angaben zu Autoren oder Veröffentlichungsdatum in das entsprechende Feld gespeichert werden. Ferner werden die Datensätze gemäß dem Zeitpunkt der Veröffentlichung gruppiert. Resultat der Phase sind *aufbereitete Daten* [Zel03, S. 163ff.].

Durchführung der Analyse (Phase 4): Die vierte Phase beschreibt die Durchführung der eigentlichen Data Mining-Analyse. Zu Beginn dieser Phase wird ein *Data Mining-Tool ausgewählt*. Hierzu werden Kriterien vorgestellt, die bei Auswahl des geeigneten Tools unterstützen (z.B. *Preis*, *operativer Aufwand*, *Funktionalität*, *Benutzerfreundlichkeit* sowie *Ergebnisqualität und -visualisierung*). Im Anschluss erfolgt die *Analyse der Datensätze* mit dem ausgewählten Tool. Hierbei werden allerdings ausschließlich strukturierte Daten berücksichtigt, Abstracts werden von der Analyse ausgeschlossen. Ziel der Analyse sind *Neuheiten*, *Überraschungen* und *Bedeutsamkeiten*, die durch eine Data Mining-Analyse aufgedeckt werden können. Hierzu werden eine Reihe von *Analysefragen* definiert, um eine Technologie in die entsprechende Kategorie einzusortieren. Beispiele sind: *Anzahl der Veröffentlichungen im definierten Zeitraum*, *Häufungen von Deskriptoren*, *Absolute Häufigkeit von Deskriptoren*. Die *Data Mining-Ergebnisse* werden abschließend *gespeichert* [Zel03, S. 166ff.].

Ergebnisaufbereitung (Phase 5): In der fünften Phase erfolgt die Ergebnisaufbereitung. Dazu werden die Ergebnisse manuell *überprüft*, *aufbereitet* und *dokumentiert*. Die Dokumentation beinhaltet eine kurze *Beschreibung des Suchfeldes*, eine *Beschreibung der Vorgehensweise*, die *textuelle und visuelle Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse* sowie *ausgewählte Statistiken* [Zel03, S. 174ff.]. Das Resultat des Vorgehens sind die aufbereiteten und dokumentierten Data Mining-Ergebnisse.

Bewertung: Das Vorgehen von ZELLER liefert einen wertvollen Beitrag für die Technologiefrühaufklärung. Hierbei werden Methoden und Werkzeuge der Datenanalyse eingesetzt, um Schwache Signale zu identifizieren. Dabei werden notwendige Teilaspekte betrachtet, wie die Auswahl der richtigen Quellen. Das Vorgehen weist allerdings mehrere Schwächen auf: Es können keine unstrukturierten Daten, also Texte berücksichtigt werden. Die Ableitung der Suchbegriffe erfolgt nur oberflächlich. Das Data Mining wird als Black Box angesehen. Eine Verwertung der Ergebnisse findet nicht statt, was der Definition von Frühaufklärung widerspricht. Es werden ausschließlich A2 und A5 weitestgehend erfüllt. A6 und A7 werden teilweise erfüllt.

3.2.5 Systematik zur Suche nach technologischen Entwicklungen nach SCHLOEN und SCHMITZ

SCHLOEN und SCHMITZ stellen eine Systematik zur Suche nach technologischen Entwicklungen vor, das aus einem Vorgehen und einem IT-Tool besteht. Das IT-Tool stellt eine durchgängige Werkzeugunterstützung sicher und greift auf Text Mining-Methoden zurück. Die Systematik wird unter dem Gesichtspunkt der Identifikation von Schwachen Signalen analysiert. Bild 3-10 stellt ein Übersichtsbild über die Systematik dar. Im Folgenden werden die beiden Phasen sowie das IT-Werkzeug näher beschrieben [SS15, S. 25ff.]:

Erstsuche einrichten und trainieren (Phase 1): Die erste Phase stellt ein zweistufiges Vorgehen dar. Zunächst werden im ersten Schritt *relevante Dokumente* für die Suche nach Technologien *identifiziert und bereitgestellt*. Dabei ist zum einen die *Wahl des Suchbegriffs* und zum anderen sind die *verfügbaren Datenquellen* für den Erfolg entscheidend. Für das Auffinden von Technologien werden u.a. *Suchmaschinen, Fach- und Patentdatenbanken* sowie *Journals* empfohlen. Im zweiten Schritt erfolgt *die Identifikation relevanter Textstellen in den gefundenen Dokumenten*. Hierbei empfehlen SCHLOEN und SCHMITZ den Einsatz von Text Mining-Methoden, wie *Information Extraction*. Die Ergebnisse werden in ein Content Management System (CMS³⁶) übernommen [SS15, S. 25ff.].

Monitoring zur laufenden Beobachtung einrichten (Phase 2): In der zweiten Phase wird das Prinzip der kontinuierlichen Beobachtung der Suchfelder beschrieben. Hierbei wird ein *Technologiefeld fokussiert*. Als Quelle eignen sich wiederkehrende Veröffentlichungen, wie Zeitschriften. Als Parameter wird ein Zeitintervall ausgewählt, in dem die Suche wiederholt wird. Hierbei wird auf die Monitoring-Funktion der Datenbanken zurückgegriffen [SS15, S. 37f.].

³⁶ Als CMS eignet sich ein Wiki, in dem Informationen als Dokumente abgelegt und von einer Gruppe verarbeitet werden können [EP13, S. 512], [SS15, S. 36f.].

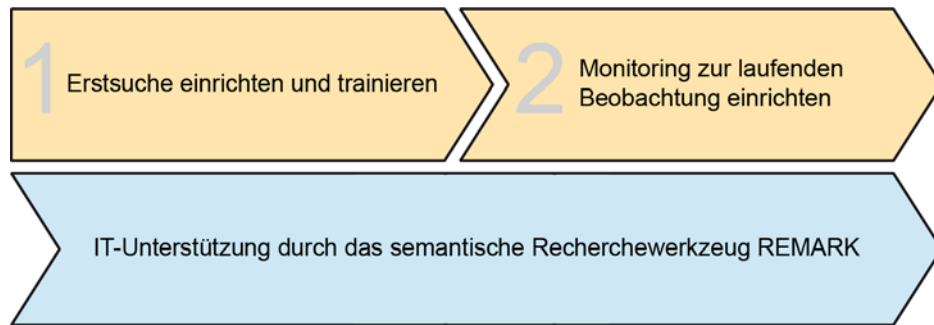


Bild 3-10: Übersicht der Systematik zur Suche nach technologischen Entwicklungen nach SCHLOEN und SCHMITZ [SS15, S. 24]

IT-Unterstützung durch das semantische Recherchewerkzeug REMARK

Als durchgängige IT-Werkzeugunterstützung wird das Recherchewerkzeug *REMARK* (Recherche- und Monitoringtool zur Informationsextraktion) vorgestellt. Es unterstützt das automatisierte Kennzeichnen von Begriffen in Texten (Textannotation). SCHLOEN und SCHMITZ ordnen es der Methodik *Named Entity Recognition* zu. REMARK ist in der Lage Texte mit vorab definierten Annotationen zu kennzeichnen. Dabei greift es auf sog. *Gazetteer-Module* zurück, die die Regeln zur Annotation von bestimmten Entitäten beinhalten (z.B. *Personen*, *Organisationen* und *Einheiten*). Es besteht die Möglichkeit manuell Regeln hinzuzufügen, diese müssen aber an die *Struktur der Texte* angepasst werden. REMARK ist laut SCHLOEN und SCHMITZ insbesondere für strukturierte Daten geeignet [SS15, S. 38].

Bewertung: SCHLOEN und SCHMITZ stellen einen wertvollen Beitrag für die Technologiesuche in Datenbanken vor. Ihre Systematik basiert auf Methoden des Text Minings und greift dabei insbesondere auf Methodiken des Named Entity Recognition zurück. Hierfür wird als Maschinelles Lernansatz ein regelbasiertes Off-Line Lernen gewählt (vgl. Abschnitt 2.1.6). Dies weist jedoch die Schwäche auf, dass das IT-Werkzeug an Flexibilität einbüßt und nur schwer in der Lage ist, sich mit der Zeit zu verbessern. Dies hat negativen Einfluss bei der Nutzung in unstrukturierten Daten [SS15, S. 42]. Zum einen muss die Textstruktur vorab bekannt sein und zum anderen muss der Lernalgorithmus dementsprechend angelernet werden. Dies wirkt sich auch auf die Identifikation von Schwachen Signalen aus. Eine solche Identifikation ist daher mit diesem Ansatz nur schwer möglich. A5 bis A7 sind somit nur teilweise erfüllt. Es existieren Teilaspekte, wie die Intervallsuche im Monitoring, die übernommen werden können.

3.2.6 Technologie-Monitoring des FRAUNHOFER IAO

Das Technologie-Monitoring des FRAUNHOFER IAO ist der Technologiefrühaufklärung zuzuordnen. Ziel des Vorgehens sind neue Technologien, als Grundlage für die strategische Stoßrichtung für die Technologieentwicklung. Das Vorgehen beschreibt die Identifikation, Bewertung und Beobachtung von Technologien in definierten Suchbereichen.

Das Vorgehen ist in vier Phasen gegliedert und in Bild 3-11 dargestellt. Die Phasen werden im Folgenden beschrieben [SSL10, S. 9ff.]:

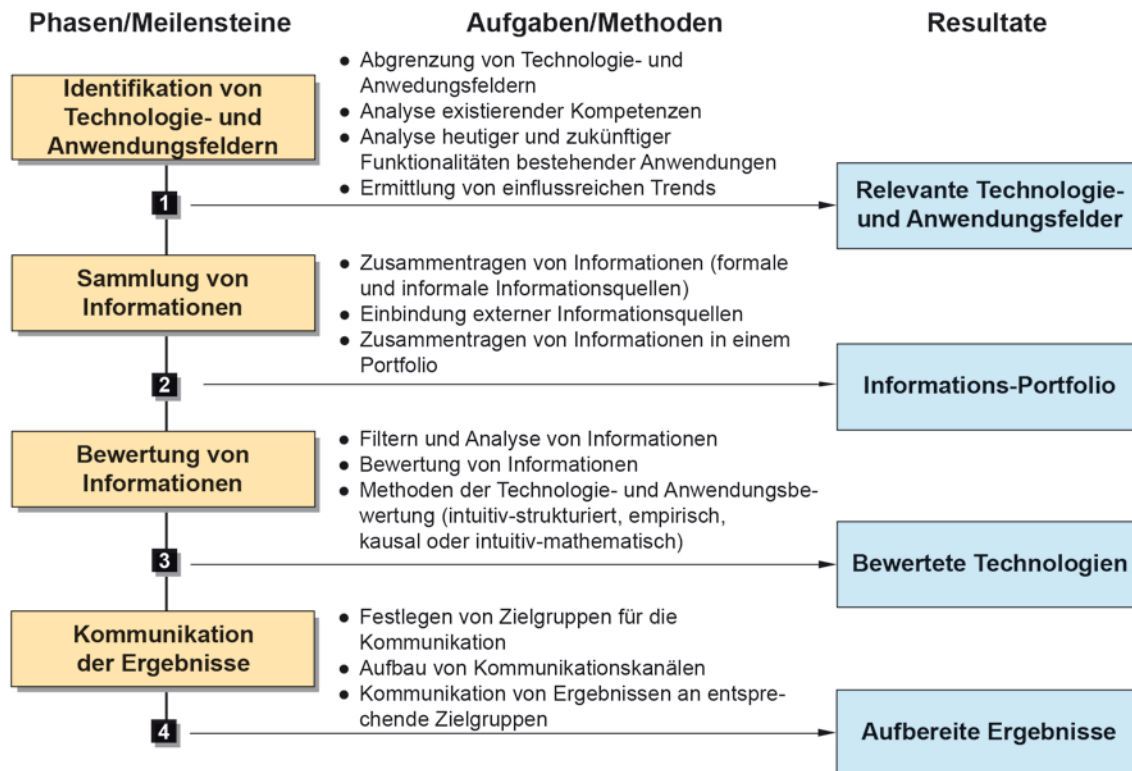


Bild 3-11: Vorgehensmodell des Technologie-Monitoring-Prozesses des FRAUNHOFER IAO [SSL10, S. 9ff.]; Eigene Darstellung

Identifikation von Technologie- und Anwendungsfeldern (Phase 1): In der ersten Phase erfolgt die *Identifikation von Technologie- und Anwendungsfeldern*. Hierzu werden diese Felder zunächst abgegrenzt. Dies dient der Eingrenzung der Suche. Anschließend erfolgt die *Analyse der existierenden Kompetenzen* im Unternehmen, um die technologischen Möglichkeiten im Unternehmen zu identifizieren. Daraufhin werden für Anwendungen die *aktuellen und zukünftigen Funktionalitäten* ermittelt. Anwendungen umfassen *Produkte, Produktionsanlagen, Dienstleistungen und Prozesse*. Abschließend werden *einflussreiche Trends* ermittelt, die eine hohe Relevanz für die *Technologie- und Anwendungsfelder* aufweisen [SSL10, S. 10].

Sammlung von Informationen (Phase 2): Die zweite Phase befasst sich mit der *Sammlung von Informationen* für die relevanten Technologie- und Anwendungsfelder. Dabei werden zunächst alle verfügbaren *Informationen zusammengetragen*. Hierbei wird zwischen *formalen Quellen* (z.B. Datenbanken) und *informalen Quellen* (z.B. Expertenbefragungen) unterschieden. Es wird empfohlen, beide Arten von Quellen zu berücksichtigen. Auch das Einbinden von externen Informationsquellen ist Erfolg entscheidend. Die Informationen werden als Cluster in einem *Portfolio* zusammengetragen und nach *Informationsqualität* und *Informationsdichte* priorisiert [SSL10, S. 10].

Bewertung von Informationen (Phase 3): Im Rahmen der dritten Phase erfolgt die *Bewertung der Informationen*. Dabei werden die priorisierten Informationen im Kontext der Technologiestrategie des Unternehmens *gefiltert, analysiert* und *bewertet*. Für die anschließende Bewertung der Technologien und Anwendungen werden *intuitiv-strukturierte, empirische, kausale* oder *intuitiv-mathematische* Bewertungen vorgeschlagen. Die konkrete Auswahl hängt u.a. von der Verfügbarkeit von bestimmten Informationen sowie dem Entwicklungsstand der beobachteten Technologie bzw. Anwendung ab. Ferner erfolgt eine individuelle Anpassung der Bewertungsmethoden. Resultat der Phase sind *bewertete Technologien* [SSL10, S. 11].

Kommunikation der Ergebnisse (Phase 4): In der vierten Phase werden die ermittelten Informationen und *Ergebnisse kommuniziert*. Dies dient der Sichtbarkeit des Technologie-Monitorings im Unternehmen. Dazu wird zunächst die *geeignete Zielgruppe festgelegt*. Dies kann beispielsweise die Management-Ebene sein, die im Folgenden in einen Entscheidungsprozess eingebunden werden. Ferner wird empfohlen, die Ergebnisse auch an die Fachabteilungen zu kommunizieren. Hierfür müssen neue *Kommunikationskanäle geschaffen* werden, sofern bisher keine geeigneten bestehen. Abschließend erfolgt die *Kommunikation über die entsprechenden Kanäle* [SSL10, S. 11f.].

Bewertung: Das Technologie-Monitoring des Fraunhofer IAO stellt ein Vorgehen zur Verfügung, um neue Technologien zu identifizieren, zu bewerten und anschließend zu kommunizieren. Das Vorgehen ist sehr generisch gehalten und dient eher als Rahmenwerk zur Technologiefrühaufklärung. Das Vorgehen ist an vielen Stellen individuell auszugestalten. Die Analyse der Technologie- und Anwendungsfelder adressiert neben der Marktleistung auch die Wertschöpfung. A4, A5, A6 und A8 sind teilweise erfüllt.

3.2.7 Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps nach VIENENKÖTTER

VIENENKÖTTER stellt eine Methode zur Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps vor. Diese Methode ist in der Strategischen Technologiefrühaufklärung eingeordnet. Es gliedert sich in neun Phasen. Bild 3-12 zeigt das Vorgehensmodell. Die einzelnen Phasen werden im Folgenden erläutert [Vie07, S. 80ff.]:

Analyse von Technologien, Anwendungen und Marktsegmenten (Phase 1): In der ersten Phase wird zunächst eine *Anwendungs-Marktsegment-Matrix* erstellt. Anschließend werden die Marktsegmente in Form von *Steckbriefen* dokumentiert. Danach erfolgt eine *Anwendungsanalyse* sowie eine *Analyse der Technologien*. Resultat ist eine *Übersicht über Technologien, Anwendungen, Marktsegmente und Funktionen* [Vie07, S. 84ff.].

Ermittlung zukünftiger Technologien (Phase 2): Die zweite Phase beginnt mit *Patent- und Internetrecherchen* sowie *Recherchen in Literatur, Studien und Publikationen*. Daraufhin erfolgt eine *bibliometrische Analyse* der Suchergebnisse. Abschließend werden

Technologie-Berichte angefertigt. Das Resultat der Phase sind *neue Technologien* [Vie07, S. 91ff.].

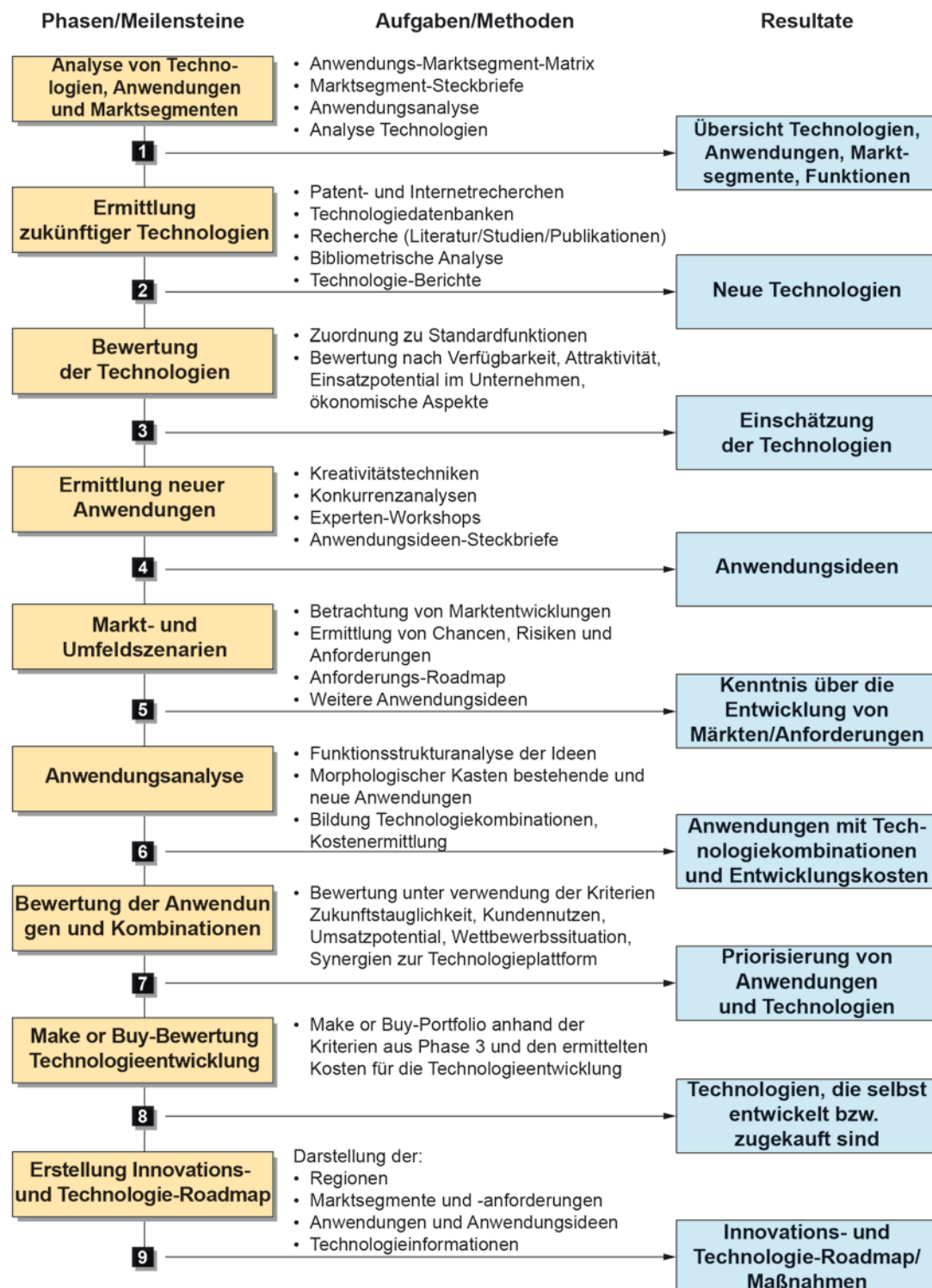


Bild 3-12: Vorgehensmodell zur Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps nach VIENENKÖTTER [Vie07, S. 80]

Bewertung der Technologien (Phase 3): Für die *Bewertung der Technologien* erfolgt zunächst die *Zuordnung zu Standardfunktionen*. Anschließend werden *Verfügbarkeit, Attraktivität, das Einsatzpotential im Unternehmen sowie ökonomische Aspekte* bewertet. Resultat ist eine *Einschätzung der Technologien* [Vie07, S. 95ff.].

Ermittlung neuer Anwendungen (Phase 4): Im Rahmen der Ermittlung neuer Anwendungen werden in der vierten Phase *Kreativitätstechniken, Konkurrenzanalysen* sowie *Experten-Workshops* eingesetzt. Die dort generierten Anwendungsideen werden in *Steckbriefen* dokumentiert [Vie07, S. 106ff.].

Markt- und Umfeldszenarien (Phase 5): In der fünften Phase werden *Markt- und Umfeldszenarien* erstellt, um *Marktentwicklungen* zu antizipieren und *Chancen, Risiken* sowie *Anforderungen* an die zukünftigen Anwendungen abzuleiten. Die Erkenntnisse werden in einer *Anforderungs-Roadmap* dokumentiert und *weitere Anwendungen* abgeleitet [Vie07, S. 109ff.].

Anwendungsanalyse (Phase 6): Für die Anwendungen wird eine *Funktionsstruktur der Anwendungsideen* erstellt und analysiert. Anschließend erfolgt die Bildung eines *morphologischen Kastens für bestehende und neue Anwendungen*. Daraufhin werden potentielle *Technologiekombinationen* generiert und diese vor dem Hintergrund der möglichen *Kosten* bewertet [Vie07, S. 115ff.].

Bewertung der Anwendungen und Kombinationen (Phase 7): In der siebten Phase erfolgt eine Bewertung der Anwendungen und Kombinationen unter den Aspekten *Zukunftstauglichkeit, Kundennutzen, Umsatzpotential, Wettbewerbssituation* und *Synergien zur Technologieplattform*. Daraus ergibt sich eine *Priorisierung von Anwendungen und Technologien* [Vie07, S. 120ff.].

Make or Buy-Bewertung Technologieentwicklung (Phase 8): Die Analyse kann Technologien hervorbringen, die noch nicht im Unternehmen vorhanden sind. Anhand der Kriterien aus Phase 3 erfolgt nun eine *Portfolio-Bewertung*, welche *Technologien selbst entwickelt bzw. zugekauft* werden [Vie07, S. 129ff.].

Erstellung der Innovations- und Technologie-Roadmap (Phase 9): In der letzten Phase erfolgt die *Erstellung der Innovations- und Technologie-Roadmap*. Hierbei werden *Regionen, Marktsegmente und -anforderungen, Anwendungen und Anwendungsideen* sowie *Technologieinformationen* dargestellt. Daraus werden abschließend *Maßnahmen* zur Erschließung abgeleitet [Vie07, S. 131ff.].

Bewertung: Das Vorgehen von VIENENKÖTTER orientiert sich an der Strategischen Frühaufklärung, liefert aber einen Ansatz, der darüber hinausgeht. Hierbei werden zukünftige Anforderungen aus Markt- und Umfeld berücksichtigt und das Technologie-Portfolio danach ausgerichtet. Ferner wird eine Roadmap erstellt, die zur Entscheidungsunterstützung für die Erschließung von Technologien und Anwendungen dient. VIENENKÖTTER greift dabei viele relevante Aspekte der Technologievorausschau auf, bleibt aber in der Ausge-

staltung dieser äußerst oberflächlich. Die Analyse ist ausschließlich Marktleistungsbezogen, sodass A1, A4 und A9 nur teilweise erfüllt sind. Im Rahmen der Technologievorschau werden mögliche Methoden vorgeschlagen, die Umsetzung dieser aber nicht beschrieben. Die Bewertung und Priorisierung ist umfassend dargelegt, sodass A8 erfüllt ist.

3.3 Methoden und Hilfsmittel zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung

Im Rahmen der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung bietet es sich an, auf bereits bestehende Bausteine zurückzugreifen. In den folgenden Abschnitten werden Methoden und Hilfsmittel untersucht und bewertet, die für einen solchen Einsatz geeignet sein können. Hierzu wird in Abschnitt 3.3.1 das IT-Werkzeug KNIME beschrieben, das einen Baukasten für Text Mining-Anwendungen zur Verfügung stellt. In Abschnitt 3.3.2 wird die Query Expansion zur Erweiterung von Suchbegriffen beschrieben. Abschnitt 3.3.3 beschreibt die Software-Bibliothek OpenNLP NE. In Abschnitt 3.3.4 wird das Technologie-Radar nach LANG-KOETZ und PASTEWSKI erläutert.

3.3.1 KNIME

Der **K**onstanz **I**nformation **M**iner (KNIME³⁷) stellt einen modularen IT-Werkzeugkasten zur Datenanalyse bereit. KNIME wird seit dem Jahr 2004 am Lehrstuhl für Bioinformatik und Information Mining der Universität Konstanz entwickelt. Mittlerweile kommerzialisiert ein Spin-Off des Lehrstuhls mit dem Firmennamen KNIME AG das gleichnamige IT-Tool [KNI17-ol]. Bild 3-13 zeigt die Benutzungsoberfläche von KNIME. Sie besteht aus den folgenden Bereichen:

Knoten: KNIME funktioniert auf Basis von Bausteinen. Die Bausteine werden Knoten (engl. nodes) genannt. Sie stellen Funktionalitäten zur Verfügung, die im Rahmen der Datenanalyse genutzt werden können. Dabei existieren drei Stufen der Nutzung: Die Knoten sind bereits vorkonfiguriert und werden direkt genutzt, die Knoten sind noch konfigurieren (z.B. über Schwellenwerte oder Gewichtung) oder die Knoten beinhalten eine Programmieroberfläche, sodass eigener Quellcode für Skripte hinzugefügt werden kann. Die Knoten lassen sich zu einem Prozess verknüpfen. Dabei muss allerdings sichergestellt sein, dass der Ausgang eines Knotens dem Datentyp entspricht, der im Eingang des nachfolgenden Knoten benötigt wird [Bak13, S. 10ff.], [BCD+07, S. 320], [Ech14, S. 78f.]. KNIME bringt bereits eine Vielzahl an Datenverarbeitungs- und Datenanalyse-knoten mit. Diese können aber zusätzlich um Plug-Ins³⁸ erweitert werden. Hierbei handelt

³⁷ Im Rahmen dieser Arbeit wird KNIME in der Version 3.2.2 genutzt.

³⁸ Die große Open Source-Community stellt viele Knoten unentgeltlich zur Verfügung. Eine Auflistung der genutzten Plug-Ins findet sich in Anhang A-1.

es sich u.a. um Knoten zur Analyse von Texten, wie Stoppwortlisten und Bibliotheken sowie Algorithmen zum NER.

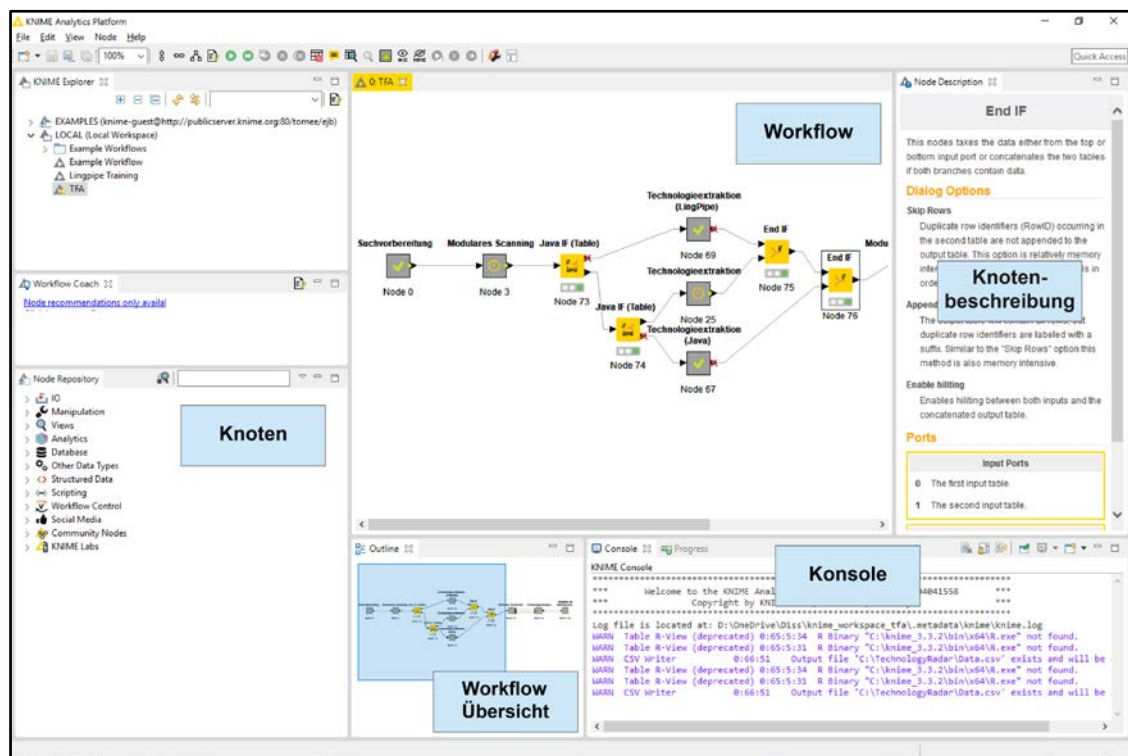


Bild 3-13: Benutzungsoberfläche von KNIME

Workflow: Der Bereich Workflow stellt die verketteten Knoten dar. Beim Durchlauf des Workflows werden Fehler markiert, sodass die Knoten zielgerichtet danach untersucht werden können. Ferner werden Knoten und Meta-Knoten unterschiedlich dargestellt. Knoten enthalten eine einzelne Funktion und sind gelb dargestellt. Meta Knoten fassen Teilprozesse zusammen und beinhalten Unterknoten. Diese werden grau dargestellt. Jeder Knoten wird mit einem automatisch vergebenen Namen und einer Knoten-ID versehen.

Konsole: Die Konsole zeigt Parameter im Ablauf des Workflows an. Dieser Bereich wird in der Regel zur Fehlersuche genutzt.

Workflow Übersicht: Die Workflow Übersicht stellt den gesamten Workflow dar und zeigt den Ausschnitt, der gerade im Bereich Workflow fokussiert wird. Insbesondere bei großen, verschachtelten Workflows ist diese Ansicht hilfreich.

Knotenbeschreibung: Dieser Bereich stellt eine Kurzbeschreibung des Knotens zur Verfügung. Ferner werden Parameter aufgezeigt und erläutert, die für die Konfiguration des Knotens relevant sind.

Bewertung: KNIME ist ein etabliertes Werkzeug in Wissenschaft und Industrie, das zur Datenanalyse eingesetzt wird. Durch die große Open Source-Community existieren eine

Vielzahl an zusätzlichen Plug-Ins, die stets auf dem aktuellsten Stand gehalten werden. Die intuitive Nutzung ermöglicht eine relativ einfache Anwendung von komplexen Fragestellungen der Datenanalyse. KNIME steht stellvertretend für eine Reihe solcher Analyse-Baukästen, beispielsweise RapidMiner Studio [Rap14-ol]. Die Software-Werkzeuge spielen in bestimmten Bereichen ihre Stärken aus. KNIME ist aufgrund der vielen Plug-Ins im Text Mining effizienter in der Erstellung solcher Workflows. Es stellt somit Software-Bausteine zur Erfüllung der Anforderungen A5 bis A7 bereit.

3.3.2 Query Expansion

Query Expansion steht als Oberbegriff für Methoden, die eine Datenbankabfrage erweitern oder gar neuformulieren. In der Regel werden Thesauri, Taxonomien oder Ontologien eingesetzt, um die Suchanfragen zu erweitern [Cim06, S. 299]. Ein Thesaurus umfasst Begrifflichkeiten einer Domäne und definiert Ähnlichkeitsrelationen oder Synonymrelationen zwischen Begriffen [UMA03, S. 4]. Eine Taxonomie beschreibt die hierarchische Klassifikation von Begriffen [Sta10, S. 420]. Eine Ontologie beschreibt semantische Beziehungen zwischen Objekten [Gru93, S. 199]. Ontologien sind stark domänenabhängig und repräsentieren in der Regel externalisiertes Wissen. Grundsätzlich lässt sich das Vorgehen von Query Expansion in die folgenden drei Phasen untergliedern (vgl. Bild 3-14) [MRS08, S. 189ff.]:

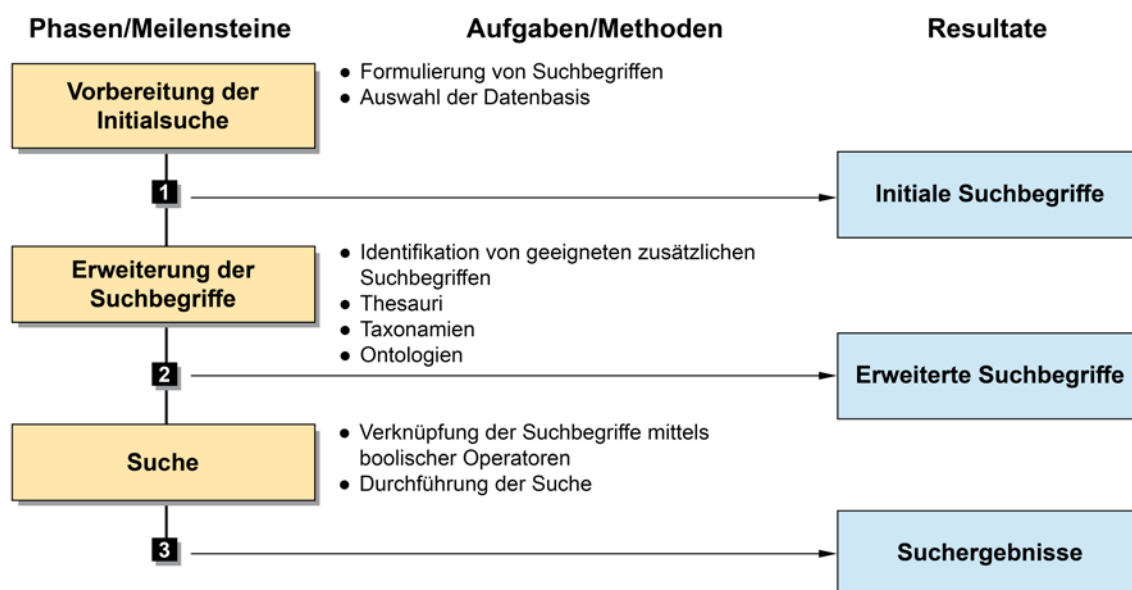


Bild 3-14: Vorgehensmodell zur Query Expansion in Anlehnung an [MRS08, S. 189ff.]; Darstellung nach [Ech14, S. 70]

Vorbereitung der Initialsuche (Phase 1): Die erste Phase beginnt zunächst mit der Formulierung von Suchbegriffen. Ferner wird eine Datenbasis festgelegt, was von den Autoren zwar nicht genannt wird, aber nach ECHTERHOFF vorausgesetzt wird [Ech14, S. 70], [MRS08, S. 189].

Erweiterung der Suchbegriffe (Phase 2): Im Rahmen der zweiten Phase erfolgt die eigentliche Query Expansion, in dem die *Suchbegriffe erweitert* werden. Hierbei werden zusätzliche Suchbegriffe unter Zuhilfenahme von *Thesauri*, *Taxonomien* oder *Ontologien* generiert. Ziel sind *erweiterte Suchbegriffe*, die der Nutzer nicht kennt, die aber für die Beschreibung des Suchfeldes nützlich sind [Cim06, S. 299], [MRS08, S. 189f.].

Suche (Phase 3): In der dritten Phase erfolgt die *Suche*, indem die Suchbegriffe über *boolesche Operatoren* miteinander verknüpft werden. Die Benutzung des Operators *OR* ermöglicht die Suche nach zwei Suchbegriffen in der Datenbank. Das Information Retrieval ist dementsprechend auf der Seite der Datenbank implementiert [MRS08, S. 189f.].

Bewertung: Query Expansion stellt ein gängiges und bewährtes Mittel bei der Suche nach Daten und Informationen dar. Das Vokabular in der Suche richtet sich immer nach dem sehr spezifischen Wortschatz des Nutzers. Query Expansion liefert einen Ansatz, den Wortschatz zu erweitern. Im Rahmen dieser Arbeit stellt insbesondere der Thesaurus einen wertvollen Ansatz zur Erweiterung des Suchraums dar. Taxonomien liefern keinen Mehrwert für diese Arbeit. Ein semantischer Ansatz, wie Ontologien, schränken das Suchfeld ein und bilden den subjektiven Wissensraum des Nutzers ab. Letzteres ist sogar als kontraproduktiv für die Identifikation Schwacher Signale anzusehen. Ontologien bieten sich allerdings an, die Suchergebnisse dieser Arbeit im Nachgang zu strukturieren. Ein Thesaurus liefert einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung von A7.

3.3.3 OpenNLP NE

OpenNLP ist ein Plug-In für KNIME, das Software-Bibliotheken zur Textanalyse bereitstellt. Obwohl Named Entity Recognition per Definition nicht dem Natural Language Processing zuzuordnen ist, wird dies von den Entwicklern in diesem Plug-In subsumiert (vgl. Abschnitt 2.1.6). Für diese Arbeit stehen Named Entities (NE) im Vordergrund. Aus diesem Grund werden ausschließlich die Funktionalitäten des NE im Stand der Technik ausgeführt³⁹. OpenNLP NE stellt Werkzeuge zur Identifikation von Entitäten in Texten zur Verfügung. Es umfasst vorgefertigte NE-Modelle sowie einen NE-Modell-Builder (vgl. Bild 3-15).

NE-Modelle: OpenNLP bringt bereits eine Reihe von antrainierten NE-Modellen mit. So ist es möglich, *Personen*, *Organisationen*, *Datums-* und *Zeitangaben*, *Währungen*, *Prozentangaben* sowie *Orte* in Texten zu identifizieren und markieren. Diese Modelle eignen sich als Startmenge und können über die Zeit verbessert werden. Hierbei ist es wichtig, die Modelle in der gewünschten Sprache auszuwählen. Die genannten Modelle sind ausschließlich für englische Texte verfügbar. Eine kleine Teilmenge existiert auch in Spanisch und Holländisch.

³⁹ Eine vollständige Beschreibung des Funktionsumfangs von OpenNLP findet sich auf der Internet-Seite von OpenNLP [Ope17-ol].

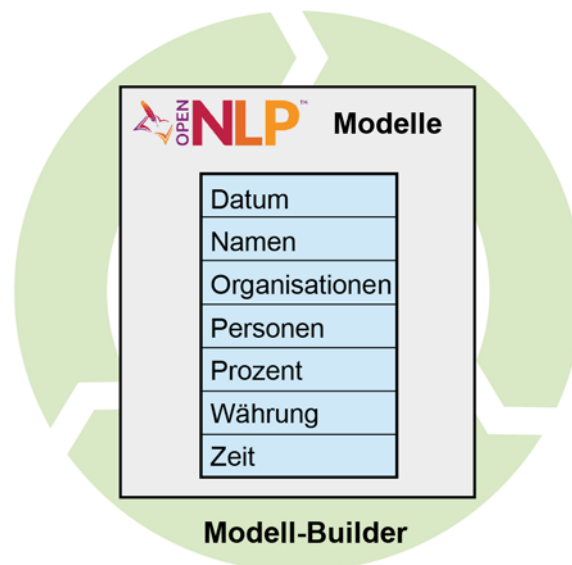


Bild 3-15: Funktionsumfang OpenNLP NE

NE-Modell-BUILDER: Sollte das gewünschte Modell nicht im Standardkatalog enthalten sein, so empfiehlt es sich, ein neues Modell zu bauen. Grund hierfür sind entweder fehlende Entitäten oder fehlende Sprachen. Für diesen Fall gibt es den NE-Modell-BUILDER. Dieser stellt die notwendigen Algorithmen zur Verfügung, um auf Basis von Lerndaten ein neues Modell zu erstellen. Lerndaten umfassen Beispieltex te sowie eine Positiv-Liste und Negativ-Liste von Entitäten. Hieraus wird das *statistische Modell* erstellt. Da schwer vorhergesagt werden kann, wie viele Datensätze für eine hohe Güte des Modells benötigt werden, empfiehlt es sich, eine große Lernmenge zu erstellen. Belastbare Angaben zur empfohlenen Menge an Datensätzen sind in der Literatur schwer zu finden.

Bewertung: OpenNLP NE stellt wichtige Werkzeuge zum Named Entity Recognition zur Verfügung. Hierbei handelt es sich allerdings nur ein Plug-In von vielen, das die benötigte Funktionalität anbietet⁴⁰. Da kein NER-Tool wirklich hervorsticht, empfiehlt es sich eins zu wählen, das kompatibel zum übergeordneten Datenanalyse-Tool ist. OpenNLP NE weist eine gute Kompatibilität zu KNIME auf. In dieser Kombination eignet sich OpenNLP NE als Unterstützung der Anforderungen A5 bis A7.

3.3.4 TechnologieRadar – Technologien beobachten nach LANG-KOETZ und PASTEWSKI

LANG-KOETZ und PASTEWSKI stellen ein Vorgehen zur Erstellung eines Technologie-Radars vor. Ziel ist Visualisierung von relevanten Technologien und Technologietrends un-

⁴⁰ Im Rahmen dieser Arbeit wird das NER aus Anwendungssicht analysiert. Auf eine Gegenüberstellung verschiedener Tools wird daher verzichtet. Eine solche Gegenüberstellung liefern beispielsweise ATDAG und LABATUT [AL13, S. 228].

ter Berücksichtigung verschiedener Kriterien. Die Ergebnisse unterstützen bei der Entscheidung über den Zeitpunkt, wann Technologien weiterentwickelt oder in Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen überführt werden sollen [LP10, S. 24]. Das Vorgehen umfasst drei Phasen und ist in Bild 3-16 dargestellt. Diese drei Phasen werden im Folgenden erläutert [LP10, S. 24ff.]

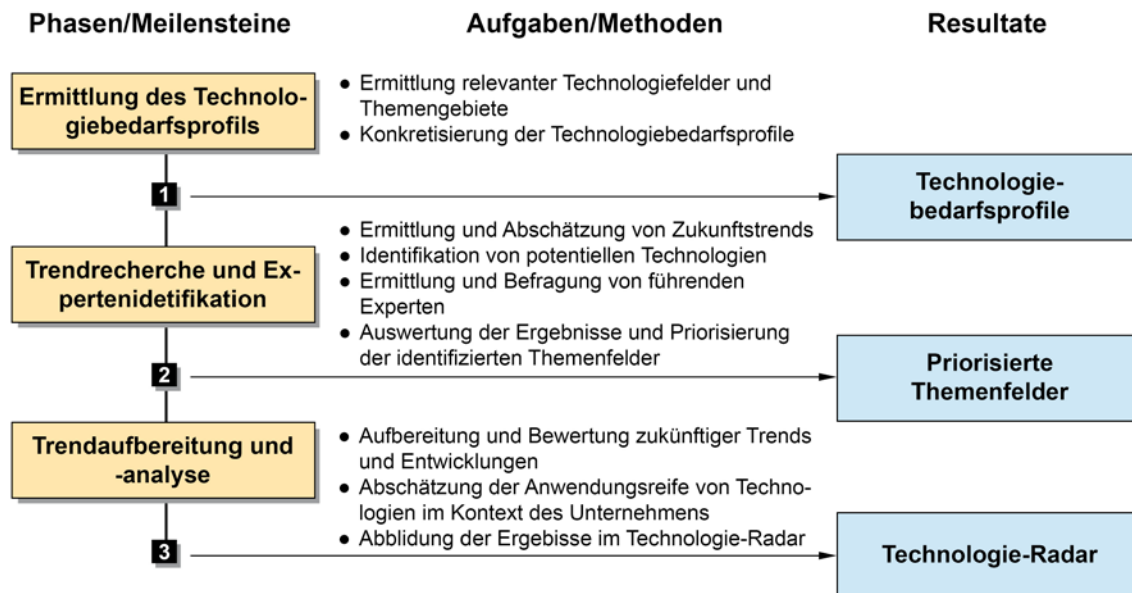


Bild 3-16: Vorgehensmodell zur Erstellung eines Technologie-Radars nach LANG-KOETZ und PASTEWSKI [LP10, S. 24]

Ermittlung des Technologiebedarfsprofils (Phase 1): In der ersten Phase erfolgt die *Ermittlung relevanter Technologiefelder und Themengebiete*. Diese werden aus zukünftigen *Technologieanwendungen, Produkten, Prozessen und Dienstleistungen* abgeleitet. Daraufhin werden *Technologiebedarfsprofile konkretisiert*, was gleichzeitig das Resultat der ersten Phase darstellt [LP10, S. 24f.].

Trendrecherche und Expertenidentifikation (Phase 2): Im Rahmen der zweiten Phase erfolgt die *Trendrecherche und Expertenidentifikation* zur Priorisierung der Technologie-Themenfelder. Zunächst werden *Zukunftstrends ermittelt* und aufbereitet. Anschließend werden in diesen Trends *potentiell relevante Technologien identifiziert*. Für eine Bewertung werden *führende Experten ermittelt und befragt*. Zuletzt werden die Ergebnisse ausgewertet und die *identifizierten Themenfelder priorisiert* [LP10, S. 25].

Trendaufbereitung und -analyse (Phase 3): Die dritte Phase befasst sich mit der (Technologie-) *Trendaufbereitung und -analyse*. Nach der Aufbereitung erfolgt die Bewertung anhand von marktrelevanten Aspekten. Anschließend werden die *Anwendungsreife* sowie *Technologie im Kontext des Unternehmens* bewertet. Abschließend erfolgt die Abbildung der *Ergebnisse im Technologie-Radar*. Das Radar ist so aufgebaut, dass der Abstand zum Mittelpunkt die Anwendungsreife darstellt. Das bedeutet, je näher eine Technologie am Zentrum des Radars liegt, desto kürzer ist die Zeit zur Anwendung. Die Sektoren des Radars repräsentieren die Technologiebereiche [LP10, S. 25f.].

Bewertung: Das Technologie-Radar nach LANG-KOETZ und PASTEWSKI liefert einen geeigneten Ansatz zur Darstellung und Priorisierung von Technologien in einem Radar. Hierfür ist insbesondere der Aufbau des Radars und die Darstellung der Bewertungskriterien relevant. Dieses Schema kann teilweise im Rahmen dieser Arbeit wiederverwendet werden. Damit erfüllt das Technologie-Radar die Anforderung A8.

3.4 Handlungsbedarf

Tabelle 3-1 zeigt eine zusammenfassende Bewertung der vorgestellten Methoden und Hilfsmittel aus den Abschnitten 3.1 bis 3.3. Diese werden anhand der Anforderungen aus Abschnitt 2.6 bewertet. In den Zeilen sind die Methoden und Hilfsmittel dargestellt, in den Spalten die Anforderungen. Die Bewertung zeigt, ob die Anforderungen weitestgehend, teilweise oder nicht erfüllt werden.

A1 Transparenter Plan zur Erschließung von geschäftsmodellrelevanten Technologiepotentialen

Die Systematik soll einen transparenten Plan zur Erschließung geschäftsmodellrelevanter Technologiepotentialen liefern. Diese Anforderung wird insbesondere von den Systematiken erfüllt, die im Rahmen der Strategischen Produktplanung eingeordnet sind. Insbesondere bei den Ansätzen zur Technologiefrühaufklärung wird das Geschäftsmodell als Potentialquelle kaum betrachtet.

A2 Branchen-übergreifende Anwendbarkeit der Systematik

Die Branchen-übergreifende Anwendbarkeit wird zwar von einigen Ansätzen postuliert, aber in der Ausführung nur selten nachgewiesen. Die Ansätze aus der Strategischen Produktplanung sind tendenziell Branchen-übergreifend einsetzbar. Hierzu muss allerdings eine gewisse Flughöhe gewährleistet sein. KÖSTER, PEITZ und MIEKE stechen hier hervor. Der Einsatz von Datenanalytik erlaubt ebenfalls eine breite Anwendung. Hierbei sind die Ansätze von ZOLLENKOP und ZELLER zu nennen. Es bietet sich an, die Datenanalytik innerhalb der Strategischen Planung zu verwenden.

A3 Ganzheitliche Betrachtung des Geschäftsmodells




















































































































































Diese Anforderung wird ausschließlich von ZOLLENKOP erfüllt. Bisher erfolgt die Analyse von Technologiepotentialen für Geschäftsmodelle fast ausschließlich auf Basis von Marktleistungen. Insbesondere digitale Technologien ermöglichen das Erschließen von wertschöpfungsorientierten Technologiepotentialen. ZOLLENKOP setzt dabei auf Wertketten.

A4 Ableitung geschäftsmodellrelevanter Technologiepotentialen

Die konkrete Beschreibung des Prozesses zur Ableitung von geschäftsmodellrelevanten Technologiepotentialen wird nur von einigen Ansätzen teilweise erfüllt. Die beruht darauf, dass das Geschäftsmodell nicht explizit erwähnt wird, allerdings Marktleistungen

sowie Wertketten als Analyseobjekte genutzt werden. Die konkreten Analyseschritte werden in den Ausführungen nur sehr oberflächlich behandelt.

Tabelle 3-1: Bewertung des untersuchten Stand der Technik anhand der Anforderungen

Bewertung der untersuchten Ansätze hinsichtlich der gestellten Anforderungen. Fragestellung: Wie gut erfüllen die untersuchten Ansätze (Zeile) die gestellten Anforderungen an eine Methode zur musterbasierten Entwicklung von technologie-induzierten Geschäftsmodellen (Spalte)? Bewertungsskala:  = nicht erfüllt  = teilweise erfüllt  = voll erfüllt GM: Geschäftsmodell; TFA: Technologiefrühaufklärung		Anforderungen (A)								
		Übergeordnet		Analyse von GM		Technologiefrühaufklärung Anwendung				
		Plan zur Erschließung GM-relevanter Technologiepotentiale	Branchen-übergreifende Anwendbarkeit der Systemik	Ganzheitliche Betrachtung des Geschäftsmodells	Ableitung geschäftsmodellrelevanter Technologiepotentiale	Bestimmung und Nutzung individuell auswählbarer Quellen	Berücksichtigung heterogener Daten- und Infoquellen	Effiziente Identifikation von nicht bekannten Technologien	Bewertung und Priorisierung von Technologien	Unterstützung des Aufbaus von technologischem GM-Wissen
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
GM-Entwicklung	Geschäftsmodellentwicklung in der Produktentstehung nach KÖSTER									
	Entwicklung einer produktlebenszyklus-orientierten Geschäftsmodell-Roadmap nach PEITZ									
	Musterbasierte Entwicklung technologie-induzierter Geschäftsmodelle nach AMSHOFF									
	St. Galler Business Model Navigator™ nach GASSMAN ET AL.									
	Lebenszyklusorientierte Frühaufklärung für Geschäftsmodelle nach ZOLLENKOP									
Technologiefrühaufklärung	Issueorientierte Frühaufklärung nach HÄRTEL									
	Technologiefrühaufklärung nach PFEIFFER									
	Kooperative Technologiefrühaufklärung mittels szenario-basiertem Technologie-Roadmapping nach MIEKE									
	Technologiefrühaufklärung mit Data Mining nach ZELLER									
	Systematik zur Suche nach technologischen Entwicklungen nach SCHLOEN und SCHMITZ									
	Technologie-Monitoring des FRAUNHOFER IAO									
	Technologie-Roadmap nach VIENENKÖTTER									
Hilfsmittel	KNIME									
	Query Expansion									
	OpenNLP NE									
	Technologie-Radar nach LANG-KOETZ und PASTEWSKI									

A5 Bestimmung und Nutzung individuell auswählbarer externer Quellen

Der Erfolg einer Datenanalyse ist maßgeblich von der Datenquelle abhängig. Aufgrund der hohen Dynamik in der Erzeugung von Daten und Informationen empfiehlt es sich, eine Methodik zur Bestimmung und Nutzung externer Quellen anzubieten. Die meisten

Ansätze zählen nur potentielle Kategorien von Quellen (z.B. Patentdatenbanken) auf, bieten aber keinen Auswahlprozess an. Einzig ZELLER beschreibt einen Auswahlprozess und erfüllt somit diese Anforderung. Er liefert jedoch keine Kriterien zur Auswahl.

A6 Berücksichtigung heterogener Daten- und Informationsquellen

Im Rahmen der Technologiefrühaufklärung ist es sinnvoll, eine breite Menge an Daten und Informationen zu untersuchen. Dies führt dazu, dass heterogene Daten- und Informationsquellen analysiert werden müssen. Diese Anforderung wird von keinem Ansatz weitestgehend erfüllt. Allerdings bieten die Hilfsmittel KNIME und OpenNLP NE die Möglichkeit diese mit relativ überschaubarem Aufwand zu erfüllen.

A7 Effiziente Identifikation von bisher nicht bekannten Technologien

Das effiziente Aufdecken von Schwachen Signalen wird in den eingesetzten Verfahren in den Vorgehensmodellen maximal teilweise erfüllt. Die Ansätze, die auf einer Datenanalyse beruhen, nutzen entweder eine manuelle Suche in den Quellen oder es wird auf Basis semantischer Verknüpfungen gesucht. Einige Verfahren adressieren auch die Aufbereitung von manuellen Suchen. Diese manuellen Verfahren erfüllen nicht die Anforderung einer effizienten Identifikation von bisher nicht bekannten Technologien. Das Zusammenspiel aus KNIME, Query Expansion und OpenNLP NE liefert Bausteine, die in Kombination diese Anforderung erfüllen können.

A8 Bewertung und Priorisierung von Technologien

Diese Anforderung wird von PEITZ, AMSHOFF, PFEIFFER, VIENENKÖTTER sowie LANG-KOETZ und PASTEWSKI weitestgehend erfüllt. In der Regel kommen Radar-, Portfolio- oder Roadmap-basierte Ansätze zum Einsatz. Diese müssen jedoch im Einzelfall auf ihre Tauglichkeit geprüft werden, da die Bewertungskriterien in der Regel spezifisch für das jeweilige Vorgehen zu definieren sind.

A9 Unterstützung des Aufbaus von neuem technologischen Wissen mit Bezug zum Geschäftsmodell

Diese Anforderung wird weitestgehend von HÄRTEL erfüllt, in der ein umfassender Reporting-Mechanismus geschaffen wird. Hierbei ist allerdings auch der praktische Umgang mit Technologien zu nennen, da dies anwendungsbezogenes Wissen aufbaut. PEITZ schlägt vor, Machbarkeitsstudien durchzuführen, was als interessanter, praxisnaher Ansatz zu beurteilen ist. Da er diese Studien jedoch nur optional vorsieht, ist diese Anforderung nur teilweise erfüllt. Gleichwohl eignen sich Machbarkeitsstudien hervorragend für den Wissensaufbau.

Fazit: Keine der vorgestellten Ansätze erfüllt alle Anforderungen. Einige Ansätze erfüllen eine oder einige Anforderungen weitestgehend. Aufgrund der komplexen Thematik und des spezifischen Anwendungskontextes reicht auch eine Kombination der Ansätze nicht aus. Es besteht daher **Handlungsbedarf** für eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung.

4 Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung

„We always overestimate the change that will occur in the next two years and underestimate the change that will occur in the next ten. Don't let yourself be lulled into inaction.“ – WILLIAM HENRY GATES III⁴¹

Diese Aussage von BILL GATES adressiert die Herausforderung, den notwendigen Wandel eines Geschäfts richtig einzuordnen und nicht untätig zu sein. Im Folgenden wird eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung vorgestellt, die dieser Herausforderung gerecht werden soll. Sie besteht aus einem Vorgehensmodell und einem IT-Werkzeug. Das Vorgehen fußt auf einem bestehenden, dokumentierten Geschäftsmodell⁴² und hat die technologieorientierte Weiterentwicklung des Geschäftsmodells zum Ziel.

Im Folgenden wird zunächst das Vorgehensmodell beschrieben und die Softwareunterstützung umrissen. Im Anschluss werden die einzelnen Phasen des Vorgehensmodells in den **Abschnitten 4.1 – 4.5** detailliert erläutert und die dafür notwendigen Softwarebausteine innerhalb dieser Abschnitte beschrieben. **Abschnitt 4.6** liefert allgemeine Informationen im Umgang mit der Systematik. Dieses Kapitel schließt in **Abschnitt 4.7** mit der Bewertung der Systematik anhand der Anforderungen aus Abschnitt 2.6 ab.

Das Vorgehensmodell für die Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung orientiert sich am idealtypischen Prozess zur strategischen Frühaufklärung und greift diesen in fünf Phasen auf (vgl. Bild 4-1). Im Folgenden werden diese Phasen zunächst grundlegend beschrieben und anschließend in den Abschnitten detailliert erläutert.

Analyse der Geschäftstätigkeit (Phase 1): Das Vorgehen beginnt mit einer Geschäftstätigkeitsanalyse. Dabei wird sichergestellt, dass alle geschäftsmodellrelevanten Aspekte (Partialmodelle) zur Repräsentation der Geschäftslogik dokumentiert und in ein tätigkeitsorientiertes Beschreibungsschema überführt werden. Als nächstes werden die Prozesse der Geschäftstätigkeit abgebildet. Abschließend werden technologieorientierte Verbesserungspotentiale⁴³ abgeleitet und bewertet. Technologiepotentiale sind aufwändige

⁴¹ Im Folgenden Bill Gates genannt.

⁴² Die Systematik ist ebenfalls für den Einsatz von neuen Geschäftsmodellen geeignet; Möglichkeiten zur Dokumentation eines solchen Geschäftsmodells sind in der Literatur bereits ausreichend beschrieben und werden daher im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter vertieft (vgl. Abschnitt 2.1.1).

⁴³ Im Folgenden werden technologieorientierte Verbesserungspotentiale und Technologiepotentiale synonym verwendet.

Tätigkeiten in der Geschäftslogik, für die vermutet werden kann, dass Technologien diese Missstände beheben können. Dies stellt das Resultat von Phase 1 dar.

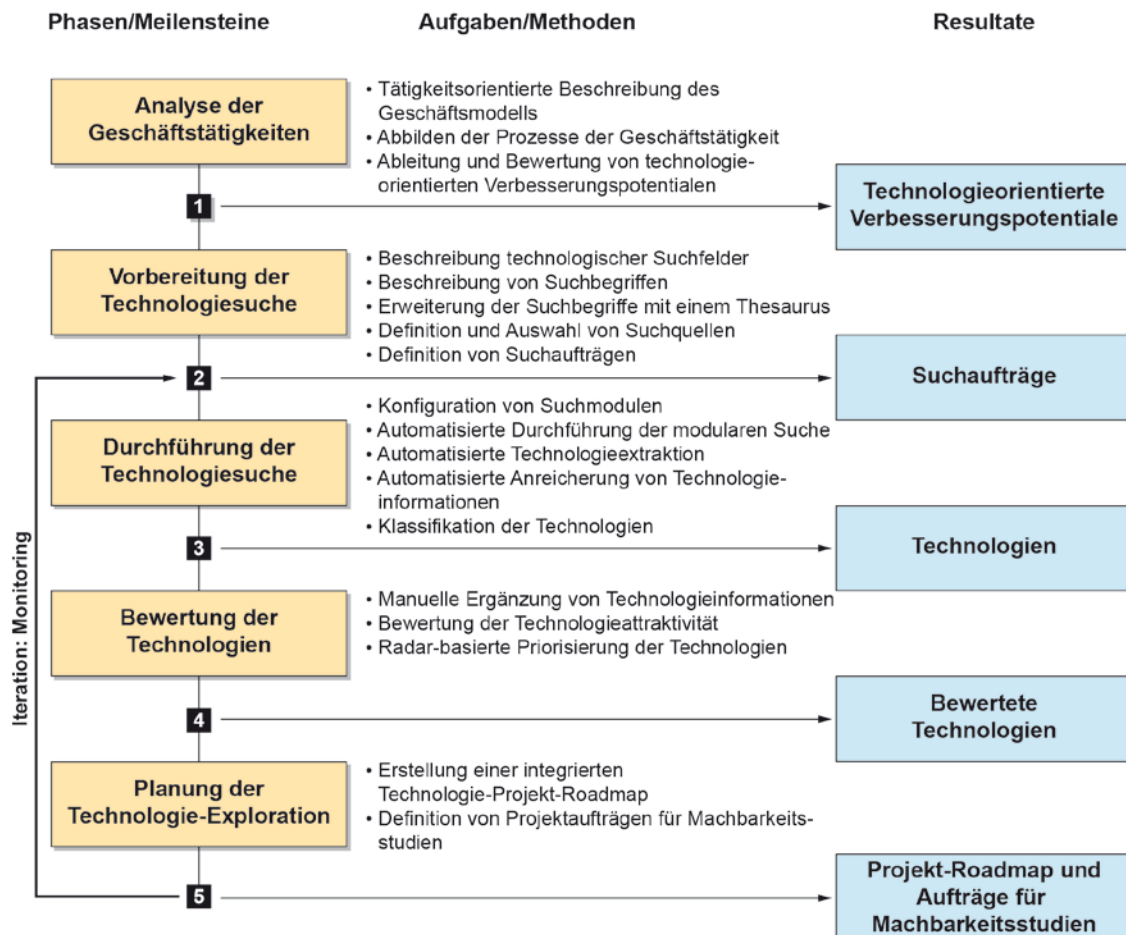


Bild 4-1: Vorgehensmodell zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung in Anlehnung an [PEG+15, S. 8]

Vorbereitung der Technologiesuche (Phase 2): Phase 2 greift die Technologiepotentiale auf und beschreibt das Ableiten von Suchaufträgen. Dafür wird zunächst im ersten Schritt das technologische Suchfeld erläutert. Darauf aufbauend werden die Suchbegriffe beschrieben und mit Hilfe eines Thesaurus erweitert, damit auch andere Nomenklaturen berücksichtigt werden, die die gleiche Bedeutung haben. Anschließend werden die Suchquellen definiert und ausgewählt. Suchquellen sind differenziert zu betrachten, da sie abhängig vom Neuigkeitsgrad der zu suchenden Technologie mehr oder weniger gut geeignet sind. Abschließend werden die erarbeiteten Informationen in Form von Suchaufträgen zusammengefasst, was das Resultat der zweiten Phase darstellt.

Durchführung der Technologiesuche (Phase 3): Die Durchführung der Technologiesuche beschreibt das Wechselspiel zwischen manuellen und rechnerunterstützten Aufgaben zur Identifikation von Technologien in Quellen. Dazu wird in Phase 3 zunächst die Konfiguration von Suchmodulen beschrieben. Dies beinhaltet das Zusammenstellen aller notwendigen technischen Informationen, die zum Zugriff auf eine Quelle notwendig sind.

Im Folgenden werden die automatisierten Schritte Durchführung der modularen Suche, Technologieextraktion sowie Anreicherung von Technologieinformationen beschrieben. Abschließend erfolgt eine Klassifikation der Technologien.

Bewertung der Technologien (Phase 4): Die vierte Phase beginnt mit der manuellen Ergänzung von Technologieinformationen für die identifizierten und klassifizierten Technologien. Dazu wird zunächst ein Beschreibungsschema in Form eines Steckbriefs definiert. Anschließend folgt die Bewertung der Technologieattraktivität anhand eines Portfolios. Dazu werden die Technologierelevanz sowie die relative Technologieerreichbarkeit bewertet. Abschließend findet eine Priorisierung der Technologien mit Hilfe eines Technologieradars statt. Dabei wird die bewertete Technologieattraktivität, aber auch das Synergiepotential sowie der Reifegrad dargestellt.

Planung der Technologie-Exploration (Phase 5): Für die Einschätzungen zur Praxistauglichkeit von Technologien wird im Rahmen der fünften Phase dessen Erprobung geplant. Dazu wird eine integrierte Technologie-Projekt-Roadmap erstellt. Diese Roadmap dient der zeitlichen Darstellung der Verfügbarkeit von den priorisierten Technologien sowie der Visualisierung, welche Technologien in einem gemeinsamen Projekt evaluiert werden sollten. Dafür werden technologische Machbarkeitsstudien definiert, in denen die priorisierten Technologien erprobt werden. Die Erprobung dient dem Wissenserwerb im praktischen Umgang mit der Technologie. Das Vorgehen resultiert in einem transparenten Plan zur Erschließung von geschäftsmodellrelevanten.

Zum besseren Verständnis und zur Validierung wird dieses Vorgehen anhand eines Beispiels mit einem Hersteller von Cash Cycle Management-Lösungen⁴⁴ erläutert. Vertrauliche Inhalte wurden in den Darstellungen abgeändert und vereinfacht. Die Industrie für Cash Cycle Management-Lösungen steht zwei grundlegenden Herausforderungen gegenüber. Das Unternehmen agiert seit einigen Jahren in einem schwierigen Branchenumfeld: Niedrigzinspolitik und der einhergehende Wegfall von Bankfilialen bei gleichzeitigen geopolitischen Spannungen in Ost-Europa und Asien, einem der Hauptabsatzmärkte führen zu einem hohen Margendruck. Gleichzeitig ändert sich das Nutzungsverhalten der Endkunden: Das Thema User Experience wird wichtiger. Auch Cash Cycle Management-Systeme müssen diesem Trend zwangsläufig folgen.

Die zweite Herausforderung betrifft die Digitalisierung. Die Einfachheit im Umgang mit bargeldlosen Bezahlverfahren sowie das zunehmend sinkende Vertrauen in das Bargeldsystem und das Ausweichen in sog. Kryptowährungen erschweren das Geschäft zusätzlich. Es besteht somit ein Bedarf, das bestehende Geschäftsmodell vor dem Hintergrund technologischer Weiterentwicklungspotentiale zu analysieren und das Geschäftsmodell an die zukünftigen Anforderungen im Markt auszurichten.

⁴⁴ Cash Cycle Management beschreibt Lösungen, die für die Interaktion mit Bargeld benötigt werden, wie Kassensysteme, Geldautomaten und Münzzähler. Die Lösungen bestehen in der Regel aus Hard- und Softwarekomponenten [Zil15, S. 45].

Zur Unterstützung des Vorgehensmodells wurde ein Software-Konzept entwickelt, das in Bild 4-2 schematisch dargestellt ist. Dabei handelt es sich um eine integrative Unterstützung des Vorgehensmodells. Der Einsatz von maschinellen Lernalgorithmen ermöglicht die Identifikation von neuen, subjektiv bisher nicht bekannten Technologien. Die Pfeile stellen die Informationsflüsse zwischen den einzelnen Elementen dar.

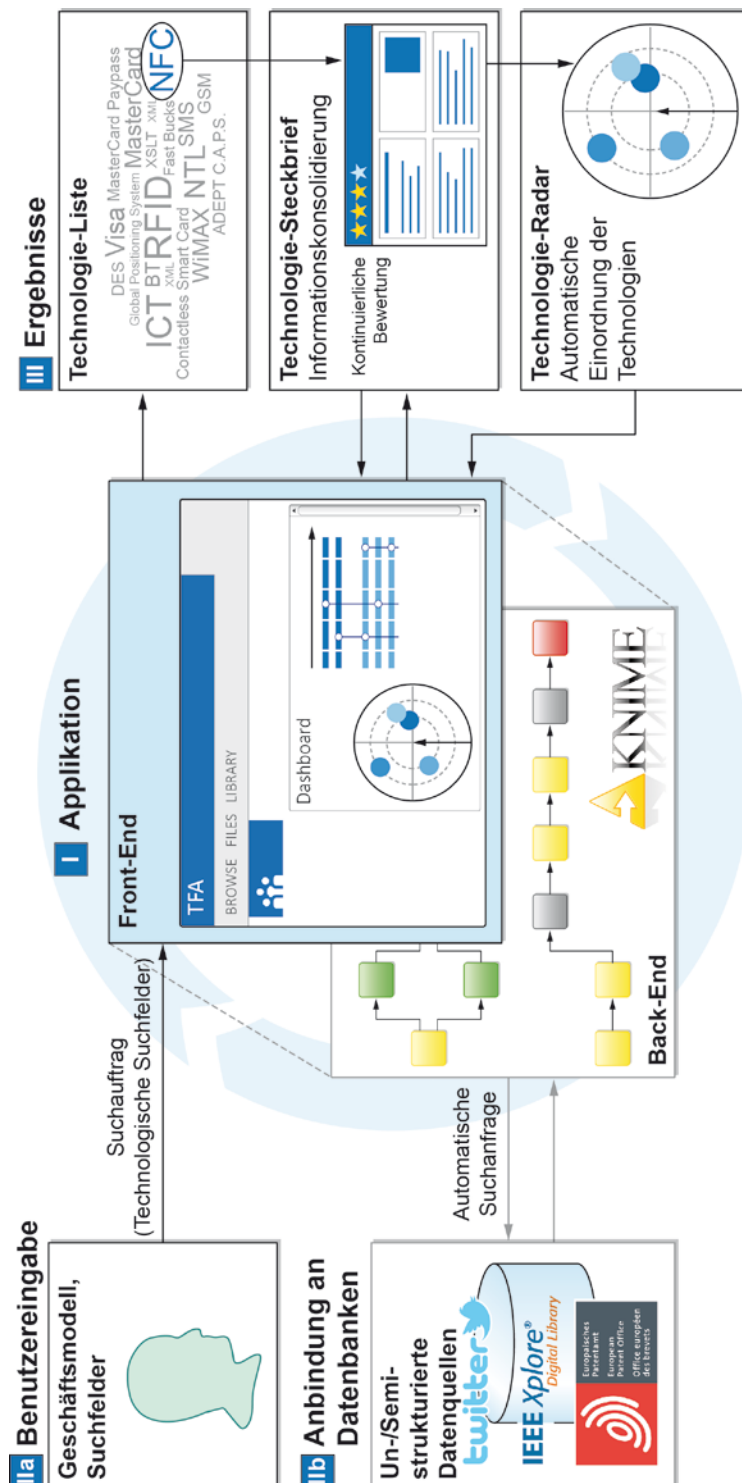


Bild 4-2: Software-Unterstützung zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung in Anlehnung an [PEG15, S. 1653]

Im Zentrum der Software-Unterstützung steht die **Applikation** (vgl. I), die eine Komponente zur visuellen Interaktion⁴⁵ mit dem Benutzer bereitstellt sowie eine Komponente zur Verarbeitung⁴⁶ von unstrukturierten oder semi-strukturierten Daten beinhaltet. Die Applikation besteht somit aus einem Front-End und einem Back-End.

Das **Front-End** dient der **Benutzereingabe** (vgl. IIa) sowie der Visualisierung von Ergebnissen. Dabei unterstützt die Software den Benutzer mit Hilfe des Front-Ends bei der Vorbereitung der Technologiesuche (Phase 2 des Vorgehensmodells). Die Datenbanken werden im Rahmen des Suchauftrags durch den Benutzer ausgewählt. Ferner werden über das Frontend die **Ergebnisse** dargestellt (vgl. III), die mit Hilfe der Software visualisiert werden. Dabei handelt es sich zunächst um eine Technologielliste, die alle potentiellen Technologien beinhaltet, die durch die Applikation identifiziert wurden.

Das **Back-End** der Applikation organisiert mittels Suchmodule die **Anbindung an Datenbanken** (vgl. IIb), die Datenverarbeitung sowie die Organisation von Ergebnisdaten für das Reporting der Ergebnisse. An das Back-End können Datenbanken angebunden werden, auf denen die Applikation neue Technologieinformationen sucht und diese zur Bewertung durch den Benutzer aufbereitet (Scanning). Suchaufträge können in definierten Abständen selbständig abgearbeitet werden, sodass technologische Suchfelder automatisiert über den Zeitverlauf beobachtet werden können (Monitoring).

Dem Benutzer wird aus der Applikation heraus ein Vorbewertungsformular bereitgestellt, mit dem die Ergebnisse als *richtig* oder *falsch* klassifiziert werden. Dies ist essenziell für das maschinelle Lernen zur stetigen Verbesserung der Suchergebnisse. Für jede als *richtig* klassifizierte Technologie wird durch die Software ein Technologiesteckbrief erstellt und durch bereits vorhandene Informationen angereichert⁴⁷. Auf Basis des Technologiesteckbriefs werden die Technologien bewertet und anhand der Technologieleistungsfähigkeit und der Relevanz für das Geschäftsmodell in einem Technologieradar visualisiert. Die Verkettung von Informationen über das gesamte Vorgehen ermöglicht eine präzise Ableitung von Handlungsoptionen, da sämtliche erarbeiteten Informationen zentral abgelegt und verknüpft sind.

⁴⁵ Im Folgenden Front-End genannt; das Front-End wurde auf Basis von MICROSOFT SHAREPOINT 2013 konzipiert, es ist allerdings auch mit anderen Kollaborationsplattformen umsetzbar. Gegebenenfalls sind Anpassungen an der beschriebenen Umsetzung notwendig. SHAREPOINT wurde im Stand der Technik nicht analysiert, da dieses Software-Tool keinen Einfluss auf die Erfüllung der Anforderungen hat.

⁴⁶ Im Folgenden Back-End genannt; das Back-End wurde auf Basis des IT-Werkzeugs KNIME konzipiert, es ist allerdings auch mit anderen Analytics-Plattformen umsetzbar. Gegebenenfalls sind Anpassungen an die beschriebene Umsetzung notwendig.

⁴⁷ Im Rahmen dieser Arbeit wurde die von WIKIPEDIA zur Verfügung gestellte Programmier-Schnittstelle (API) genutzt; jede andere beliebige Internet-Enzyklopädie mit einer dokumentierten API ist dafür ebenfalls geeignet.

4.1 Analyse der Geschäftstätigkeit

Im Rahmen der Geschäftstätigkeitsanalyse wird in diesem Abschnitt die Ausgangssituation analysiert. Ziel sind technologieorientierte Verbesserungspotentiale. Dazu wird zunächst das aktuelle Geschäftsmodell tätigkeitsorientiert beschrieben (Abschnitt 4.1.1). Anschließend werden die Prozesse der Geschäftstätigkeit abgebildet (Abschnitt 4.1.2) und die daraus resultierenden Technologiepotentiale abgeleitet und bewertet (Abschnitt 4.1.3).

4.1.1 Tätigkeitsorientierte Beschreibung des Geschäftsmodells

Ziel dieser Aufgabe sind dokumentierte Geschäftsmodelltätigkeiten zur Realisierung der beschriebenen Marktleistung. Von der strukturierten Aufnahme des Geschäftsmodells anhand von formalisierten Geschäftsmodellvariablen und -ausprägungen wird im Rahmen dieser Arbeit abgesehen, da es für den verfolgten Zweck als nicht zielführend erachtet wird. Vielmehr wird eine tätigkeitsorientierte Beschreibung des Geschäftsmodells benötigt, um einen Bezug zu den Geschäftsprozessen herzustellen, die für die Wertschöpfung notwendig sind (vgl. Abschnitt 2.1.1).

Bild 4-3 zeigt einen Auszug aus dem Geschäftsmodell für das Cash Cycle Management. Es besteht aus den Partialmodellen Angebots-, Kunden-, Wertschöpfungs- und Finanzmodell (vgl. Abschnitt 2.1.1). Innerhalb der Partialmodelle sind die Geschäftsmodellelemente als Überschrift definiert. Die Inhalte spiegeln die konkreten Gestaltungsoptionen wider. Das heutige Geschäftsmodell fokussiert sich im **Angebotsmodell** auf die Entwicklung und Bereitstellung von Geldautomaten. Ferner werden Service und Wartungsverträge angeboten. Die übrigen Geschäftsmodellelemente in den Partialmodellen sind so ausgestaltet, dass die angebotenen Marktleistungen erbracht werden können.

Zur nachhaltigen Sicherung des aktuellen Geschäftsmodells können Technologien dienen, die die Effizienz aller wertschöpfenden Tätigkeiten⁴⁸ erhöhen oder neue Marktleistungen ermöglichen. Das Geschäftsmodell nimmt dabei eine vermittelnde Rolle zwischen Geschäftsstrategie und Geschäftsprozessen ein (Abschnitt 2.1.1). Für eine detaillierte Technologieanalyse ist das Verlassen der abstrakten Ebene des Geschäftsmodells notwendig. Aus diesem Grund werden im Folgenden die Geschäftsprozesse dokumentiert und analysiert.

⁴⁸ Auch die Tätigkeiten im Rahmen des Angebots-, Kunden- und Finanzmodells werden in dieser Arbeit als wertschöpfende Tätigkeiten angesehen, da diese notwendig zur erfolgreichen Erbringung der Marktleistung sind.

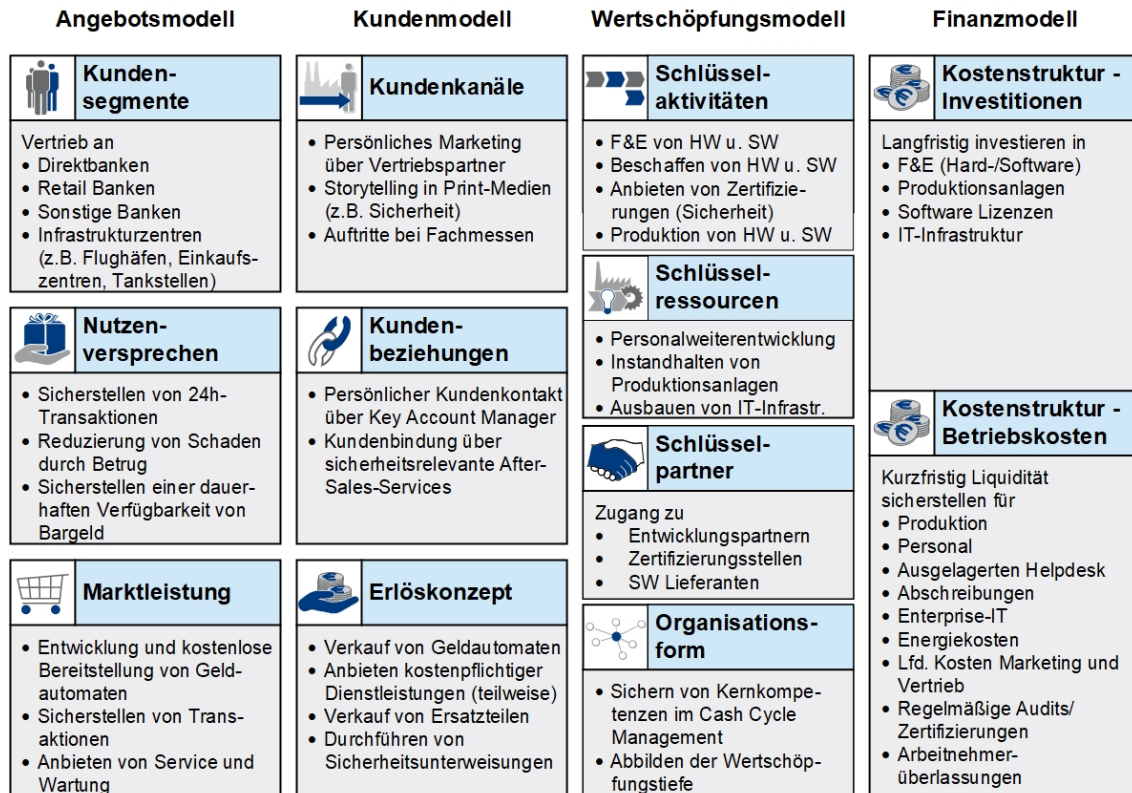


Bild 4-3: Auszug aus dem Geschäftsmodell zum Cash Cycle Management

4.1.2 Abbildung der Prozesse der Geschäftstätigkeit

Ziel sind dokumentierte Prozesse zu dem Geschäftsmodell, das in Abschnitt 4.1.1 beschrieben ist. Dazu wird zunächst eine Prozesslandkarte in OMEGA erstellt und anschließend der Bezug vom Geschäftsmodell zur Prozesslandkarte hergestellt. Jeder Gestaltungsoption der Geschäftsmodelle werden ein oder mehrere Geschäftsprozesse zugeordnet. In der Regel verweist eine Gestaltungsoption auf einen Teilprozess, der in OMEGA durch die grauen Balken gekennzeichnet wird. Bild 4-4 zeigt diese Zuordnung schematisch.

Beispielhaft kann hier die Bereitstellung von Ersatzteilen genannt werden, die Teil des gesamten Verkaufsprozesses – vom Bestelleingang über die Bestellabwicklung bis zur Kommissionierung und Verbuchung – ist. Dieser Teilprozess ist nur indirekt mit der Marktleistung bzw. Umsatzgenerierung verknüpft. Gleichwohl hat dieser Prozess Einfluss auf die Kostenstruktur, da es vorkommt, dass Teile verlegt und somit abgeschrieben bzw. neu bestellt werden müssen.

Als weiteres Beispiel dient die Gewährleistung der Sicherheit am Geldautomaten. Dies ist ein wesentlicher Teil des Nutzenversprechens und betrifft zum einen die Hardware, indem verstärkte Materialien eine höhere mechanische Sicherheit gewährleisten. Zum anderen betrifft dies auch die Elektronik und die Software / Firmware auf dem Gerät. Die Nutzungsparameter des Geldautomaten werden an die Banken übermittelt. Dort werden

mit Hilfe von Algorithmen mögliche Betrugsversuche identifiziert (Fraud Detection). Für diese Methode bedarf allerdings hoher Investitions- und/oder Betriebskosten für die Infrastruktur und die Datenverarbeitung.

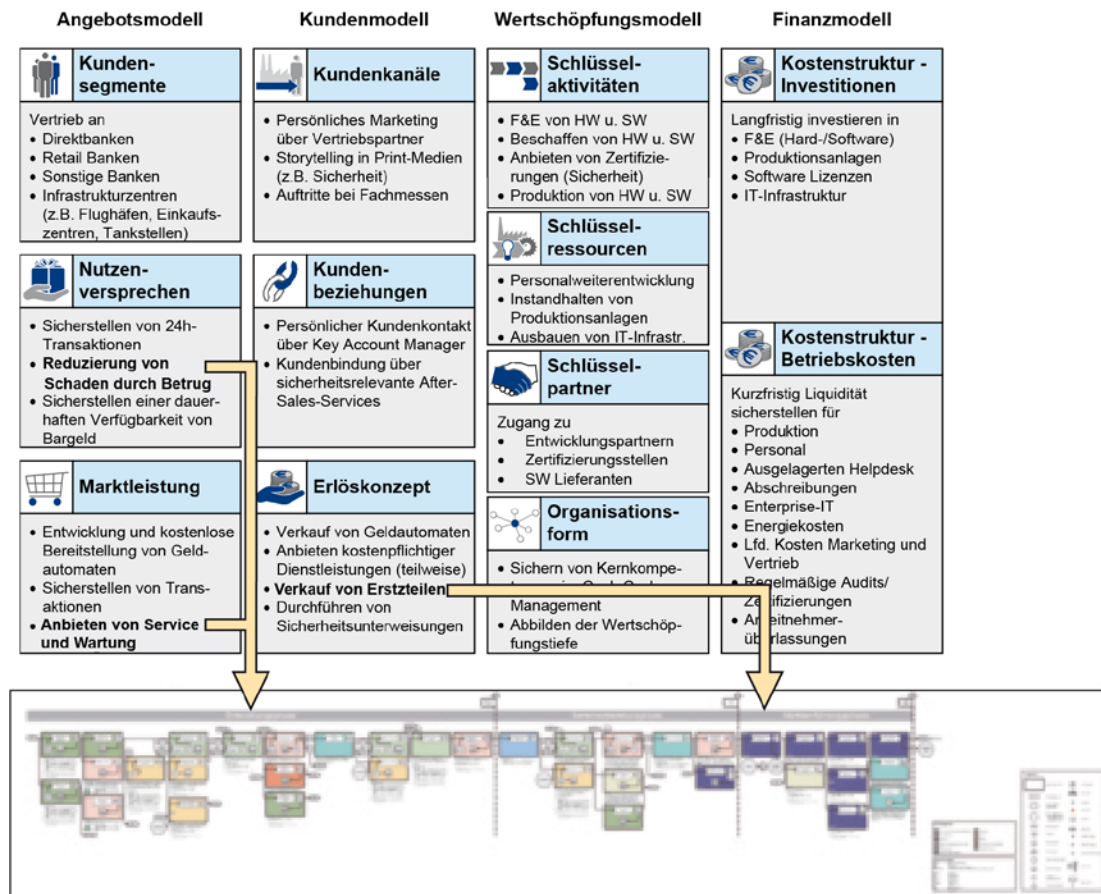


Bild 4-4: Schematische Darstellung der Zuordnung zwischen Gestaltungsoptionen und Geschäftsprozessen

Alle Geschäftsprozesse werden in einer Liste gesammelt und beschrieben. Ein Ausschnitt dieser Auflistung ist in Tabelle 4-1 dargestellt. Jeder Geschäftsprozess wird mit einem eindeutigen, prägnanten Namen bezeichnet und erhält eine Zuordnung der Gestaltungsoptionen aus dem Geschäftsmodell. Ferner werden alle dazugehörigen Teilprozesse aufgelistet.

Tabelle 4-1: Schematische Darstellung der Zuordnung zwischen Gestaltungsoptionen und Geschäftsprozessen

Nr.	Prozessbezeichnung	Zuordnung Gestaltungsoption	Teilprozesse
1	Ersatzteilprozess	<ul style="list-style-type: none"> • Verkauf von Ersatzteilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Entgegennahme der Bestellung • Ersatzteile suchen • Ersatzteile bereitstellen • Ersatzteile kommissionieren • Ersatzteile verbuchen • ...
2	Fraud Detection	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung von Betrug • Anbieten von Service und Wartung 	<ul style="list-style-type: none"> • Entgegennehmen von Transaktionsdaten • Vorverarbeitung der Daten • Ablage der Daten in einem Data-Warehouse • Abfrage an ein Data Mining-Modell zur Klassifizierung der Transaktion • ...
...	...	• ...	• ...

Bild 4-5 zeigt die Prozesslandkarte sowie zwei exemplarische Geschäftsprozesse aus dem Ersatzteilprozess in OMEGA. Die Ersatzteil-Anfrage wird in Papierform als Auftrag an die Suchanfrage übergeben. Anschließend wird die Suchanfrage im ERP-System gestartet und der Auftrag in ein IT-Objekt überführt. Dieser gelangt dann zum nächsten Prozessschritt Ersatzteil bereitstellen. Das Ersatzteil wird im Lager gesucht und im ERP-System verbucht. Anschließend wird das Ersatzteil an den nächsten Prozess übergeben.

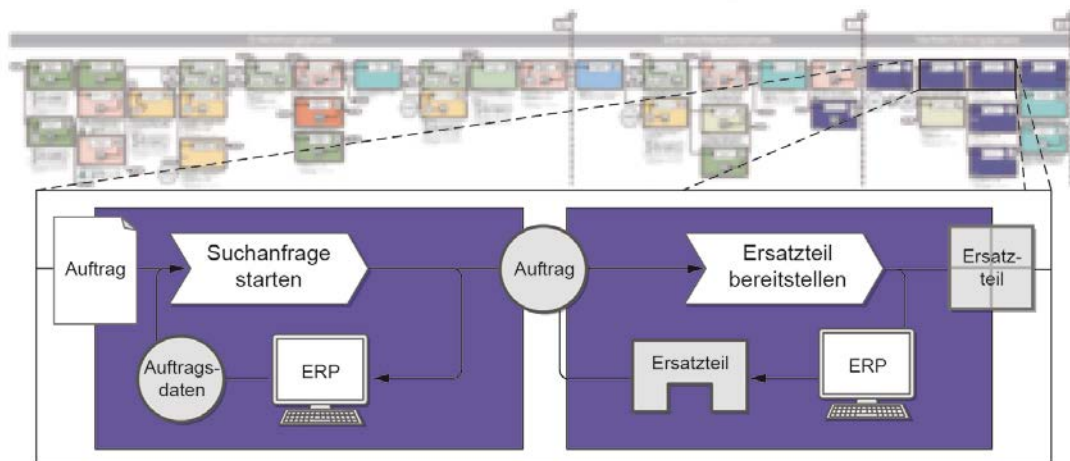


Bild 4-5: Auszug aus den Geschäftsprozessen für das Cash Cycle Management in OMEGA

4.1.3 Ableitung und Bewertung von technologieorientierten Verbesserungspotentialen

Ziel sind technologieorientierte Verbesserungspotentiale, die aus den Geschäftsprozessen abgeleitet werden. OMEGA liefert zur Analyse von Prozessen ein Objekt zur Kennzeichnung von Potentialen. Damit können Schwachstellen visualisiert werden, die ein „*Verbesserungspotential im Ablauf*“ darstellen [GP14, S. 259]. Verbesserungspotentiale werden vorrangig bei der Analyse von Ist-Prozessen gekennzeichnet und sind in diesem Zusammenhang unspezifisch. Sie können sowohl den Ablauf als solches, aber auch die dafür eingesetzten technischen Ressourcen betreffen. Zur besseren Einordnung dieser Prozesse werden die Konstrukte von OMEGA um ein Technologiepotential-Element ergänzt. Bild 4-6 zeigt dieses Element. In Anlehnung an die Definition eines Potentials, kennzeichnet ein Technologiepotential somit eine technologische Schwachstelle. Das bedeutet, dass diese Schwachstellen mit dem Einsatz von zusätzlichen Technologien behoben werden können.



Das Symbol wird verwendet, um in einem Prozess eine technologische Schwachstelle bzw. ein technologisches Verbesserungspotential zu kennzeichnen.

Bild 4-6: Technologisches Verbesserungspotential in Anlehnung an [GP14, S. 259]

In dem konkreten Beispiel ist im Rahmen des Ersatzteil-Verkaufs ein Zugriff auf die Ersatzteildatenbank über mobile Geräte nicht aus der Ferne möglich. Ferner existiert keine automatisierte Lösung zum Auffinden von Ersatzteilen im Lager. Bild 4-7 zeigt die Technologiepotentiale in OMEGA visualisiert.

Diese Darstellung bietet einen Überblick über die technologischen Missstände. Der hohe Grad an manuellen Arbeiten kann mit Hilfe technischer Hilfsmittel verringert werden und somit zu einer Effizienzsteigerung führen. Diese Analyse deckt somit Kosteneinsparungs- sowie Umsatzpotentiale auf.

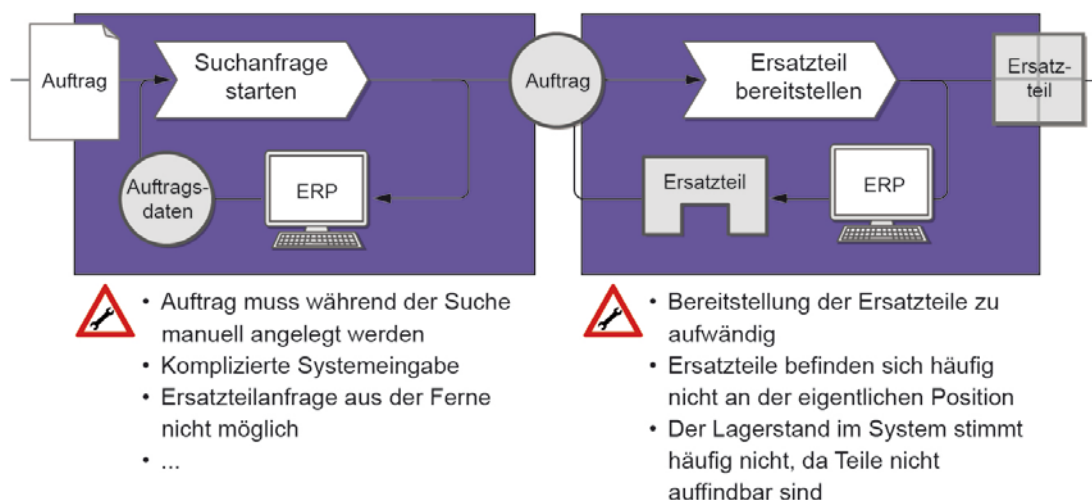


Bild 4-7: Auszug aus dem Ersatzteilprozess in OMEGA mit Technologiepotentialen

Im Folgenden werden die Potentiale für die Suche nach technologischen Hilfsmitteln vorbereitet. Dazu werden sämtliche Technologiepotentiale in einer Liste gesammelt und abstrahiert. Die Potentiale werden dabei inhaltlich zu Potentialkombinationen gruppiert. Hierbei kann ein Potential mehreren Gruppen zugeordnet werden. Bild 4-8 zeigt beispielhaft eine solche Potentialliste auf der linken Seite und die Potentialkombinationen rechts.

Die aufgeführten Potentiale betreffen das gesamte Geschäftsmodell bzw. die gesamte Prozesslandschaft. So umfasst Potential Nr. 2 beispielsweise die Erweiterung der Geldautomaten um Zusatzfunktionen. Im Bereich Fraud Detection können dies beispielsweise Anpassungen an Transaktionsparametern sein, die für die Detektion von Betrugsversuchen benötigt werden. Updates von Transaktionsparametern per Funk bzw. Over-the-Air (OTA) stellen den effizientesten Weg dar. Hierfür wird eine entsprechende Infrastruktur benötigt. Ferner müssen zum anderen die Geldautomaten in die Lage versetzt werden, solche Updates zu empfangen und verarbeiten zu können. Das Potential Nr. 2 kann somit der Potentialgruppe *Netzwerk-Infrastruktur* und *Update-fähigkeit von Geldautomaten* zugeordnet werden.

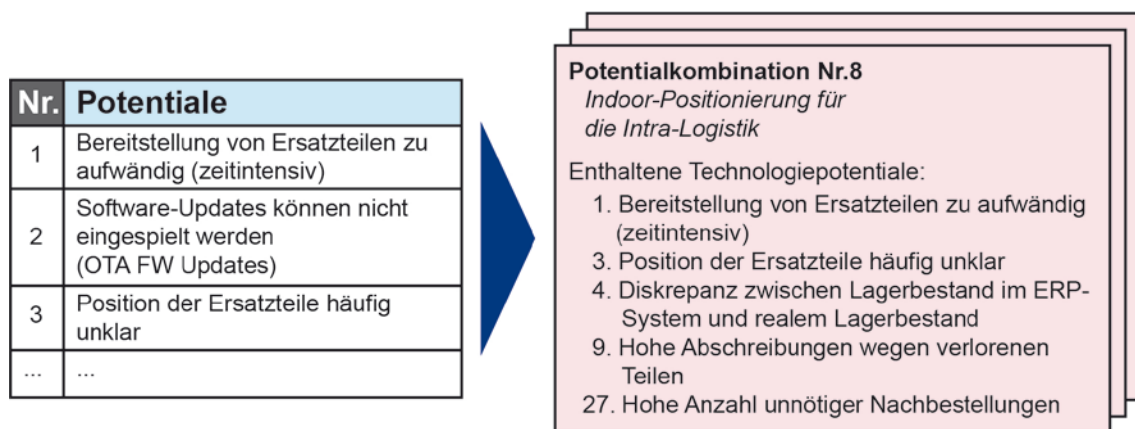


Bild 4-8: Potentialliste mit Zuordnung zu Potentialgruppen

Im Folgenden wird die Rangfolge der Potentialgruppen priorisiert.⁴⁹ Dazu werden die Potentialgruppen hinsichtlich ihrer Kosten- und Umsatzrelevanz in einem Portfolioansatz bewertet (vgl. Bild 4-9). Die **Kostenrelevanz** lässt sich anhand der Kriterien absolute Kostenhöhe, Kostensenkungspotential (durch den Einsatz von Technologien) und Synergiepotential (des korrigierten Missstandes für weitere Potentialkombinationen) bewerten. Die **Umsatzrelevanz** lässt sich durch die Kriterien Differenzierungspotential (zum Wettbewerb), die Auswirkung auf den aktuellen Umsatz sowie durch das zukünftige Umsatzpotential bewerten.

⁴⁹ Das Portfolio zur Bewertung der Rangfolge von Potentialkombinationen nach KÖSTER in Anlehnung an STOLL ist hier nicht zielführend, da die notwendigen Informationen zur Bewertung der Potentialkombinationen zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt sind [Kös14, S. 93], [Sto10, S. 101].

Die Potentialgruppe 8 *Indoor-Positionierung für die Intra-Logistik* weist eine hohe Kostenrelevanz bei hoher Umsatzrelevanz auf und hat somit direkten Einfluss auf die Marge. Die manuelle Suche nach Ersatzteilen ist sehr personalintensiv und dadurch vergleichsweise teuer. Diese Kosten können durch den Einsatz moderner Technologien eingespart werden. Mögliche Indoor-Positionierungs-Technologien können jedoch noch für weitere Zwecke genutzt werden, beispielsweise für Wertstromanalysen⁵⁰ innerhalb des Lagers. Zusätzlicher Umsatz kann in diesem konkreten Fall nicht generiert werden, da das eingesparte Lager-Personal nicht unmittelbar an der Wertschöpfung beteiligt ist und somit auch nicht für andere wertschöpfende Tätigkeiten eingesetzt werden kann. Allerdings besteht die Möglichkeit, Indoor-Positionierungs-Technologien in Geldautomaten zu verbauen und zusätzliche Marktleistungen in geschlossenen Räumen, wie Einkaufszentren, zu generieren. Das Resultat dieser Phase sind Gruppen von Technologiepotentialen.

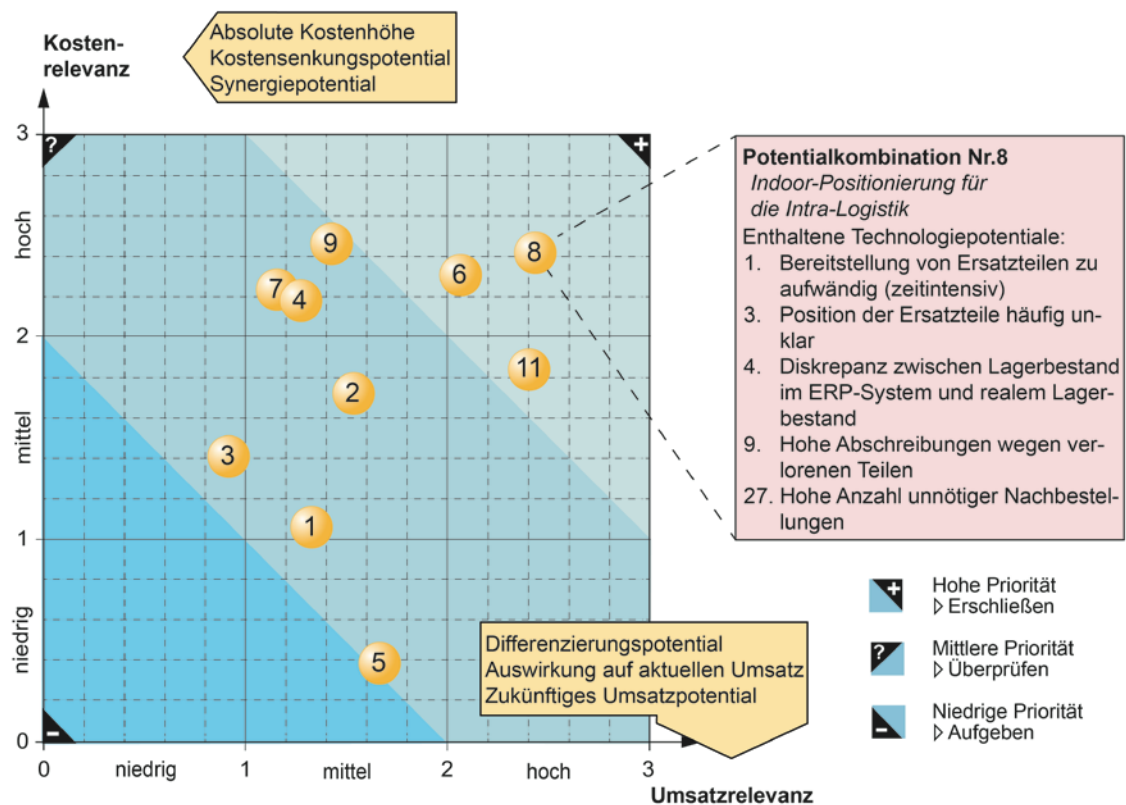


Bild 4-9: Bewertungs-Portfolio für die Potentialattraktivität von Technologiepotentialen

⁵⁰ Wertstromanalysen schaffen Transparenz innerhalb des eigenen Lagers oder der Fertigung, indem Wege von Waren und Gütern analysiert und typische Kennzahlen berechnet werden, wie z.B. die durchschnittliche Distanz. Die Informationen können für eine Lageroptimierung genutzt werden (Er110, S. 38ff.).

4.2 Suchvorbereitung

Die in Phase 1 beschriebenen Technologiepotentiale werden in Phase 2 für die Technologiesuche vorbereitet. Ziel sind Suchaufträge. Dazu werden zunächst die technologischen Suchfelder beschrieben und in Form von Steckbriefen abgelegt (Abschnitt 4.2.1). Anschließend werden die Suchfelder abstrahiert und die Suchbegriffe beschrieben (Abschnitt 4.2.2). Diese Suchbegriffe werden dann mit einem Thesaurus erweitert (Abschnitt 4.2.3). Im Anschluss daran werden die Suchquellen definiert und ausgewählt (Abschnitt 4.2.4). Abschließend werden Suchaufträge definiert (Abschnitt 4.2.5).

4.2.1 Beschreibung technologischer Suchfelder

Ziel sind beschriebene technologische Suchfelder, die aus den Technologiepotentialen abgeleitet werden. Dazu werden die Potentialkombinationen aus dem Bewertungs-Portfolio für Technologiepotentiale entnommen, die eine hohe Priorität⁵¹ aufweisen. Für die weitere Validierung in dieser Arbeit wird die Potentialkombination 8 *Indoor-Positionierung für die Intra-Logistik* genutzt.

Erfahrungsgemäß schränken zu konkrete Suchbegriffe das Suchfeld zu sehr ein. Aus diesem Grund wird das Technologiepotential abstrahiert. Für die Beschreibung des Suchfelds wird die Begriffsanalyse nach PEITZ genutzt [Pei15, S. 108f.]. Sie beinhaltet die folgenden vier Prinzipien, die das Suchfeld zielführend beschreiben:

- **Abstraktion:** Die Abstraktion, also die Verallgemeinerung, stellt das wichtigste Konzept zur Erarbeitung von Technologiesuchfeldern dar. PEITZ nutzt dabei eine Beschreibung nach Funktionen und Prozessen [Pei15, S. 108f.]. Da Technologien in der Regel Prozesse unterstützen oder Funktionen ermöglichen, stellt diese Methode einen wesentlichen Teil der Beschreibung dar.
- **Dekomposition:** Die Dekomposition nach Teilsystemen ist besonders bei einer marktleistungsorientierten Analyse des Geschäftsmodells relevant, bei der Produkte und Dienstleistungen im Vordergrund stehen. Die Dekomposition schafft ein besseres Verständnis über Teilsysteme und Subtechnologien [Pei15, S. 109]. Im Rahmen der wertschöpfungsorientierten Analyse des Geschäftsmodells ist diese Methode primär zum Schaffen eines besseren Verständnisses des Suchfelds geeignet und dient als Vorarbeit zur späteren Bewertung der Suchergebnisse.
- **Kontextbeschreibung:** Die Kontextbeschreibung kann aus den Einzelpotentialen abgeleitet werden (vgl. Bild 4-9). Die Details werden zwar nicht für die Suche benötigt, sind allerdings für die spätere Technologie-Exploration hilfreich.

⁵¹ Selbstredend können nach eigenem Ermessen auch weitere Potentiale ausgewählt werden. Das Portfolio ist lediglich als Entscheidungsunterstützung anzusehen.

- **Synonymisierung:** Auf eine Synonymisierung wird zu diesem Zeitpunkt verzichtet. Sie wird allerdings im Rahmen der Suchvorbereitung (Phase 2) wieder aufgegriffen. Dazu werden die Synonyme mit Hilfe eines Thesaurus im Rahmen der Softwareunterstützung automatisiert generiert.

Bild 4-10 zeigt die Darstellung eines Technologiesuchfeldes in Form einer MindMap. Im Zentrum steht das Technologiepotential. Die Beschreibungselemente in Form der drei genutzten Prinzipien sind um das Verbesserungspotential angeordnet.

Die **Kontextbeschreibung** enthält die wesentlichen qualitativen Anforderungen, wie das Orten von Paletten, das Einfluss auf die Größe sowie die den Energieverbrauch des Ortungsträgers hat. Ferner soll der Kurzzeitbetrieb, also das spezifische Abfragen von Positionsdaten ermöglicht werden sowie der Dauerbetrieb, der eine Echtzeitübertragung zur Folge hat. Die Reichweite der Ortung soll bei 15 Metern liegen bei einer Genauigkeit von einem halben Meter. Die **Abstraktion** gibt bereits Hinweise auf mögliche Suchbegriffe, wie Lokalisierung, Positionierung und Ortung. Im Rahmen der **Dekomposition** liegt die Herausforderung darin, den Suchraum möglichst offen zu lassen und sich nicht auf Funktechnologien zu beschränken. Gleichwohl gibt es notwendige Voraussetzungen, wie ein Ortungs-Tag zur Identifikation von Objekten.

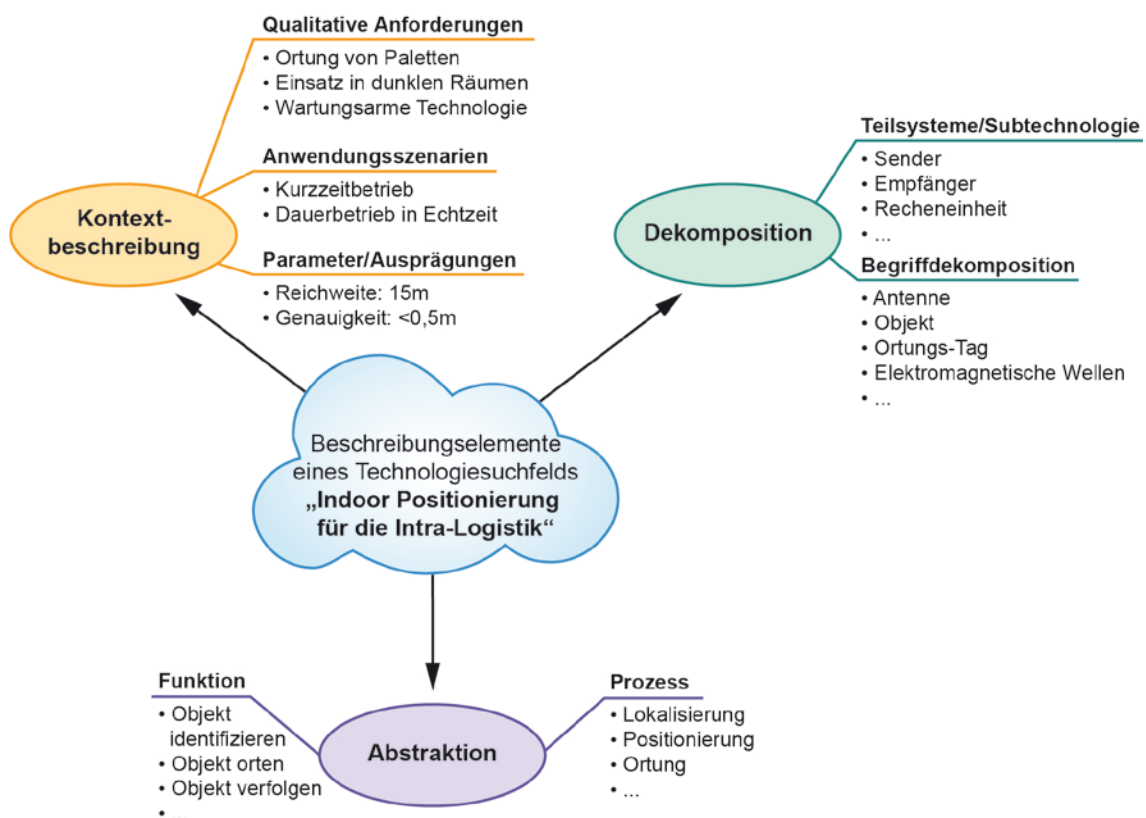


Bild 4-10: Begriffsanalyse des Suchfeldes in Anlehnung an PEITZ [Pei15, S. 108]

4.2.2 Beschreibung von Suchbegriffen

Ziel sind Suchbegriffe, die von dem IT-Werkzeug aufgenommen und für die Suche in Quellen genutzt werden. Dazu werden die beschriebenen technologischen Suchfelder als Basis genutzt.

Die **Suchsprache** hat einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse. Da in diesem Ansatz ein maschinelles Lernverfahren genutzt wird (vgl. Phase 3), müssen die Lernmodelle in einer beliebigen Sprache angelernet werden. Die Auswahl der Suchsprache beruht im Wesentlichen auf den folgenden zwei Kriterien:

- **Verfügbarkeit von Quellen:** Eine Vielzahl von potentiellen wissenschaftlichen und technischen Quellen liegen in englischer Sprache vor [DK12, S. 1399]. So ist ein Aufnahmekriterium für sogenannte Zitationsdatenbanken, dass mindestens ein Abstract und Titel in englischer Sprache vorliegt [Els17-ol, S. 2]. Die englische Sprache führt zudem dazu, dass möglichst international gesucht wird.
- **Verfügbarkeit von Werkzeugen zur Aufbereitung von unstrukturierten Daten:** Im Rahmen der Technologiefrühaufklärung liegen die meisten Technologieinformationen in Form von Texten vor. Es handelt sich somit um unstrukturierte Daten. Für die Analyse bedarf es einer Vorverarbeitung dieser Texte. Typische Methoden werden unter dem Schlagwort NLP zusammengefasst (vgl. Abschnitt 2.1.6). Als Beispiel kann hier ein Stop Word-Filter genannt werden, der mit Hilfe einer definierten Liste sog. Stoppwörter herausfiltert, um den Analyse-raum einzugrenzen und die Suche effizienter zu gestalten. NLP-Werkzeuge, wie vorgefertigte Stoppwort-Listen, liegen aufgrund von großen Open Source-Communities in hoher Vielzahl in englischer Sprache vor (vgl. Abschnitt 3.3.3).⁵²

Aufgrund der höheren Anzahl an verfügbaren Quellen und Werkzeugen zur Analyse von Texten wird im Rahmen dieser Arbeit **Englisch** als Suchsprache verwendet. Das technologische Suchfeld *Indoor-Positionierung für die Intra-Logistik* wird nun abstrahiert und in die englische Sprache überführt. Daraus wird der Suchbegriff *indoor positioning*. Dieser Suchbegriff beschreibt ein Suchfeld. Suchbegriff und Suchfeld werden im Folgenden in Form eines Steckbriefs dokumentiert. Bild 4-11 zeigt exemplarisch den Steckbrief für dieses Suchfeld. Dazu wird eine Kategorisierung sowie Kurzbeschreibung angefertigt und die bereits existierenden Informationen (Begriffsanalyse, Geschäftsmodell, Potentialattraktivitäts-Portfolio) zusammengetragen. Der Steckbrief enthält eine Einschätzung des vorhandenen Technologiewissens im Unternehmen. Dies ist relevant für die Auswahl von Suchquellen (vgl. Abschnitt 4.2.4).

⁵² Diese Werkzeuge können auch in den jeweiligen Landessprachen nachgebaut werden. Das Vorgehen ist bereits ausführlich beschrieben und bietet keinerlei wissenschaftlichen Mehrwert (vgl. Abschnitt 3.3.3).

Suchbegriff Indoor Positioning	Begriffsanalyse 	Potentialattraktivität Position im Portfolio 								
Kategorie Lokalisierungstechnologie										
Kurzbeschreibung Technologie für eine automatisierte Positionierung von Objekten in einem Raum. Die Positionierung kann entweder per Funk oder optisch erfolgen.	Letzte TFA Datum Scanning <input type="checkbox"/> _____ Monitoring <input type="checkbox"/> _____	Geschäftsmodell <table border="1"> <thead> <tr> <th>Angebotsmodell</th> <th>Kundenmodell</th> <th>Wertschöpfungsmodell</th> <th>Finanzmodell</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Angebot • Produktangebot • Dienstleistung • Informationsangebot • ... </td> <td> Kunden • Kundentypen • Kundenverhalten • Kundenbeziehungen • ... </td> <td> Wertschöpfungskette • Wertschöpfungsprozess • Wertschöpfungskette • ... </td> <td> Finanzstruktur • Finanzfluss • Finanzstruktur • ... </td> </tr> </tbody> </table>	Angebotsmodell	Kundenmodell	Wertschöpfungsmodell	Finanzmodell	Angebot • Produktangebot • Dienstleistung • Informationsangebot • ...	Kunden • Kundentypen • Kundenverhalten • Kundenbeziehungen • ...	Wertschöpfungskette • Wertschöpfungsprozess • Wertschöpfungskette • ...	Finanzstruktur • Finanzfluss • Finanzstruktur • ...
Angebotsmodell			Kundenmodell	Wertschöpfungsmodell	Finanzmodell					
Angebot • Produktangebot • Dienstleistung • Informationsangebot • ...	Kunden • Kundentypen • Kundenverhalten • Kundenbeziehungen • ...	Wertschöpfungskette • Wertschöpfungsprozess • Wertschöpfungskette • ...	Finanzstruktur • Finanzfluss • Finanzstruktur • ...							
Einschätzungen Kostenrelevanz Umsatzrelevanz Vorhandenes Technologie-wissen	Administratives Bearbeiter: M. Placzek Erstellt: 25.6.2017 Letzte Aktualisierung: 18.9.2017 Geschäftsmodell: Cash Cycle Management									

Bild 4-11: Steckbrief für das Suchfeld mit Suchbegriffen

4.2.3 Erweiterung der Suchbegriffe mit einem Thesaurus

Ziel ist eine Menge an synonymen Suchbegriffen für ein Suchfeld. Ausgangspunkt sind die beschriebenen Suchbegriffe für das Technologiepotential. Für die Beschreibung der technologischen Suchfelder ist die Begriffsanalyse nach PEITZ genutzt worden (vgl. Abschnitt 4.2.1). Hierbei wurde die **Synonymisierung** zurückgestellt. Diese wird nun aufgegriffen.

Die Vielfalt der natürlichen Sprache erlaubt das bedeutungsgleiche Beschreiben mit ähnlichen oder anderen Begriffen. Da Texte in der Regel vom Menschen frei formuliert werden, können somit auch wechselnde Begriffe für den gleichen Sachverhalt genutzt werden. Dies trifft auch für das Beschreiben von Technologien zu, insbesondere in einer sehr frühen Phase. Das bedeutet, dass je schwächer das zu interpretierende Signal⁵³ ist, desto freier und unkonventioneller ist die gefundene Nomenklatur innerhalb der Beschreibung. Aus diesem Grund ist es notwendig, das Suchfeld möglichst genau, aber auch weit genug zu definieren. Eine gängige Methode ist die Synonymisierung des Suchbegriffs.

Bild 4-12 zeigt exemplarisch das Erweitern des Suchbegriffs *indoor positioning* mit Hilfe von Synonymen. Ein Suchbegriff kann aus einer Aneinanderreihung einzelner Begriffe

⁵³ Der Grad der „Schwäche“ eines schwachen Signals korreliert mit der Häufigkeit der Nennung in verschiedenen disjunkten Quellen.

bestehen, wie es in diesem Validierungsbeispiel der Fall ist. Der zusammengesetzte Suchbegriff wird in die Teile *indoor* und *positioning* zerlegt. Es zeigt sich, dass noch weitere Begriffe berücksichtigt werden müssen.

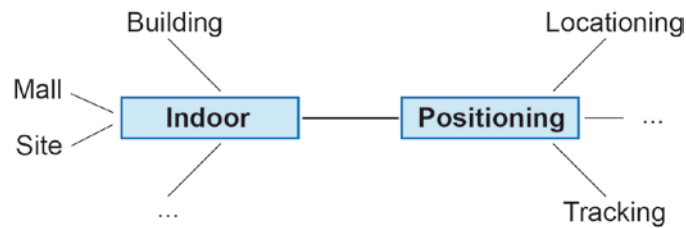


Bild 4-12: Auszug aus dem Prinzip der Verkettung von Synonymen

Für beide Begriffe werden im Folgenden die Synonyme erarbeitet und in einer Liste abgelegt. Im Anschluss daran werden die Synonyme beider Teilbereiche miteinander kombiniert, also das Kreuzprodukt gebildet. Bild 4-13 zeigt dieses Prinzip.

Da die zusammengesetzten Suchbegriffe beliebig lang und die Anzahl der Synonyme sowie die daraus entstehenden Suchabfragen beliebig groß werden können, wird von einer manuellen Verkettung abgeraten. Es existieren Programmierschnittstellen an beliebige Thesauri, die einen Begriff entgegennehmen und eine Liste an Synonymen zurückgeben. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Thesaurus-Dienst ALTERVISTA⁵⁴ genutzt. Die Einträge der zurückgegebenen Synonyme werden anschließend miteinander kombiniert. Resultat sind somit die verketteten Suchbegriffe, die in einer Liste abgelegt werden und im Rahmen der Technologiesuche (vgl. Phase 3) wieder aufgegriffen werden.

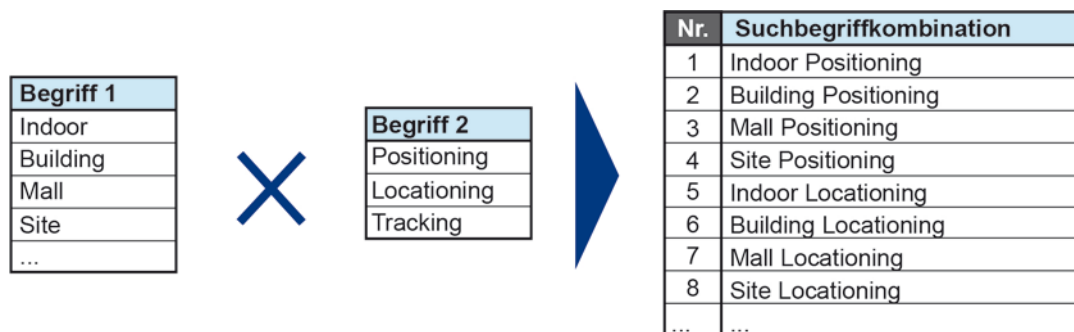


Bild 4-13: Auszug des Kreuzprodukts indoor positioning mit Synonymen

4.2.4 Definition und Auswahl von Suchquellen

Ziel sind Suchquellen für den jeweiligen Suchauftrag. Dabei müssen die Suchquellen Anforderungen erfüllen, um vom IT-Werkzeug berücksichtigt werden zu können und im Rahmen dieser Systematik nutzbar zu sein. Nachdem die Anforderungen definiert sind, werden Quellen gesucht, die potentiell passend sind. Anschließend werden diese Quellen

⁵⁴ Der Thesaurus-Dienst ALTERVISTA kann durch ein äquivalentes Werkzeug ersetzt werden. Dabei kann es sein, dass andere Programmierschnittstellen adaptiert werden müssen.

anhand der Anforderungen bewertet. Abschließend findet eine Auswahl von Quellen bezogen auf den Suchauftrag statt. Dabei wird der Neuigkeitsgrad des untersuchten Technologiefeldes als Kriterium herangezogen. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Definition und Auswahl von Suchquellen beschrieben. Dazu erfolgt zunächst eine **Beschreibung von Anforderungen an die Suchquellen:**

- **Englischsprachig:** Das maschinelle Lernmodell wird mit englischsprachigen Texten angelernet (vgl. Abschnitt 4.2.2, Abschnitt 3.3.1 und Abschnitt 3.3.3). Damit Technologien in solchen Texten identifiziert werden können, werden daher ausschließlich englischsprachige Texte benötigt.
- **Programmierschnittstelle (API):** Idealerweise bietet die Suchquelle eine API⁵⁵ an, um Texte sowie Metainformationen abzufragen. Dies gewährleistet ein effizientes Suchen in den Quellen, indem das Information Retrieval in die Quellinfrastruktur ausgelagert wird (vgl. Abschnitt 2.1.6). Zudem ist es durch Metadaten, wie das Änderungsdatum, möglich, Änderungen am Dokument nachzuvollziehen, seitdem das letzte Mal darauf zugegriffen wurde.
- **Gängiges Authentifizierungsverfahren:** Für den Zugriff auf die Quellen über APIs werden in der Regel Authentifizierungsinformationen benötigt. Dies ist sowohl für kostenfreie, als auch für kostenpflichtige Quellen der Fall, um Missbrauch⁵⁶ vorzubeugen. Im Rahmen dieser Arbeit werden nur Quellen berücksichtigt, die das OAuth-Verfahren⁵⁷ beherrschen.
- **Allgemeingültige Abfragesyntax:** Datenbanksysteme bieten in der Regel eine eigene Abfragesyntax an. Diese Syntaxen können entweder sehr spezifisch oder eher allgemeingültig/generisch sein. Für diese Systematik sind Quellen zu bevorzugen, die eher allgemeingültig/generisch sind und mit den gängigen logischen Operatoren, wie z.B. *AND*, *OR*, *XOR* funktionieren (vgl. Abschnitt 3.3.2). Die Operatoren werden für die Kaskadierung der Suchbegriffe, also die Query Expansion benötigt.

⁵⁵ Prinzipiell ist die Suche auch über einen sogenannten Crawler möglich, der die Quellen manuell durchsucht, indem der unstrukturierte Teil aus dem Body der semi-strukturierten HTML-Datei extrahiert wird. Da die anschließende Technologie-Extraktion identisch mit dem Vorgehen der Abfrage über API ist, wird es im Rahmen dieser Arbeit nicht weiterverfolgt.

⁵⁶ Missbrauch kann unter anderem das Lahmlegen von Internetseiten beinhalten. Dabei ist die sogenannte Distributed Denial of Service (DDoS) eine beliebte Methode [SA16, S. 1ff.]. Dabei werden verschiedene Computer zusammengeschaltet und gemeinsam Anfragen an die Webseite geschickt. Die Last ist so hoch, dass die Seite nicht zu erreichen ist. Dies wird durch Authentifizierungsverfahren erschwert.

⁵⁷ OAuth (Open Authentication) ist ein gängiges, offenes Protokoll, das zur Steuerung der Autorisierung von API-Aufrufen genutzt wird. Die Autorisierung geschieht mit Hilfe eines Schlüssels, ohne sämtliche Anmeldedaten an die Gegenstelle zu übermitteln [Bih15, S. 1ff.].

- **Regelmäßige Updates:** Für das Identifizieren schwacher Signale ist es essentiell, dass die Daten und Informationen in den Suchquellen regelmäßig aktualisiert werden. Diese Anforderung ist manuell zu prüfen. Gute Indikatoren sind eine aktive, große Community oder ein umfassender Quellenkatalog.

Suche nach Quellen: Im Folgenden wird eine Auflistung der Suchquellen erstellt. Dabei kann der Aufwand beliebig groß sein, da insbesondere die Internet-Quellen eine hohe Dynamik aufweisen. Aus diesem Grund werden Kategorien vorgeschlagen, die jedoch beliebig erweitert werden können. Zum einen können neue Kategorien hinzugefügt werden, zum anderen können innerhalb der Kategorien neue Quellen hinzugefügt werden. Bild 4-14 stellt einige inhaltlich nützliche Quellen⁵⁸ dar.

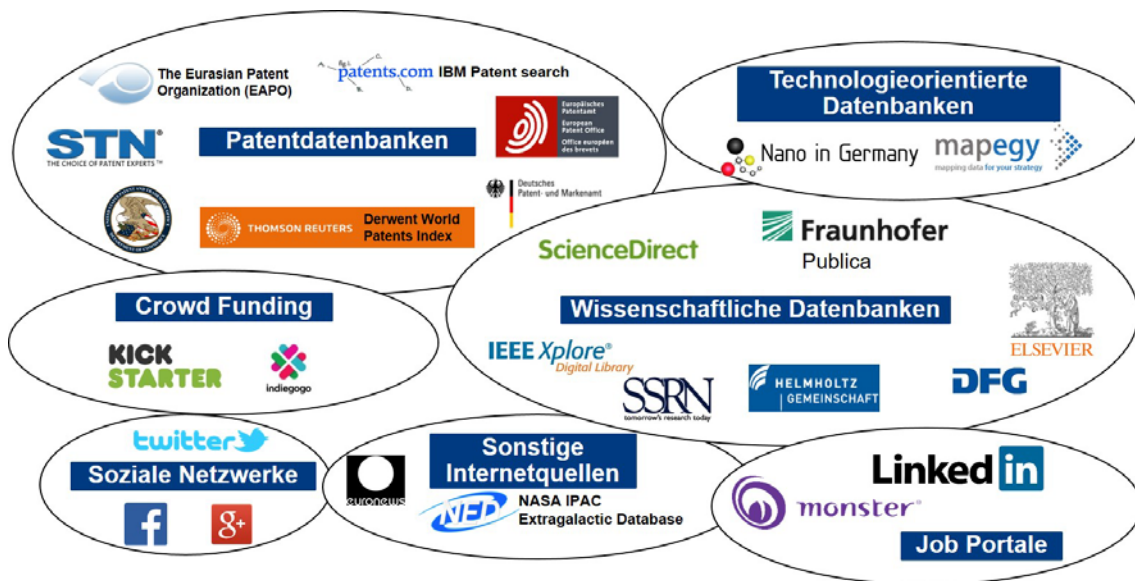


Bild 4-14: Überblick über die gängigsten Suchquellen mit Kategorien

Technologiepotentiale können mit verschiedenen Technologien erschlossen werden. Dazu ist es relevant zu wissen, wie hoch das bereits vorhandene Technologiewissen ist. Daraus ableitend sind verschiedene Quellen mehr oder weniger geeignet. Hierfür lässt sich die folgende Regel ableiten: *Je schwächer das gesuchte Signal ist, desto spezifischer ist das notwendige Wissen zur Bewertung.* Das bedeutet, dass bereits Erfahrungen in dem Bereich notwendig sind, um Schwache Signale zu identifizieren. Dies bedeutet auch, dass es sinnvoller ist, Quellen zu nutzen, die auch die frühen Phasen abdecken, wenn bereits Technologien in dem Suchfeld im Einsatz sind. Dies sind beispielsweise Datenbanken von wissenschaftlichen Institutionen, wie die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Die DFG fördert eher die Grundlagenforschung und präsentiert die Projekte auf ihrer Internetseite.

⁵⁸ Bild 4-14 stellt eine Zusammenfassung der inhaltlichen Quellen dar. Die Anforderungen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Sind noch keine Technologien aus dem Suchfeld im Unternehmen im Einsatz, so sind eher technologieorientierte Datenbanken oder Crowd Funding-Plattformen interessant. Eine Kategorisierung der Quellen ist somit hilfreich, um das benötigte Technologiewissen einzugrenzen. Im Folgenden werden die einzelnen Kategorien beschrieben:

- **Patentdatenbanken:** Patentdatenbanken beinhalten angemeldete Patentschriften und -informationen. Die Navigation innerhalb dieser Datenbanken basiert auf einer Zuordnung von Schlüsseln⁵⁹. Patentdatenbanken existieren auf landesspezifischer oder supranationaler Ebene. So sind Patente innerhalb der Europäischen Union für die gesamte EU bindend. Patentdatenbanken können sowohl in frühen Phasen der Technologie-Exploration, als auch bei bereits existierenden Technologiewissen eingesetzt werden. Patentdatenbanken haben den breitesten Anwendungsbereich und decken den Bereich von wenig bis mittel-hohem Wissen ab.
- **Technologieorientierte Datenbanken:** Technologieorientierte Datenbanken beinhalten bereits aufbereitete Technologieinformationen. Dafür ist ein externer Dienstleister verantwortlich, der in der Regel manuell Technologien sammelt und aufbereitet. Dieses Vorgehen beruht darauf, dass die Technologien bereits ausreichend beschrieben sind, also demnach etabliert sind. Diese Datenbanken eignen sich eher nicht, um schwache Signale zu identifizieren. Somit sind diese Quellen für Unternehmen mit mittlerem bis hohem vorhandenem Technologiewissen geeignet.
- **Crowd Funding-Plattformen:** Crowdfunding-Plattformen sind seit einiger Zeit besonders beliebt, um für technologieorientierte Ideen ein Startkapital zu sammeln. Dabei ist der Kreativität keine Grenzen gesetzt. Der Erfolg basiert auf der Weisheit der Masse. Die Finanzierungsziele sind in der Regel so hoch, dass ein großer Teil von Investoren überzeugt werden muss. Auf der anderen Seite werden enge Zeitziele gesetzt, sodass klassische Grundlagenforschung eher nicht Gegenstand dieser Plattformen sind. Für die potentielle Anwendung dieser Technologien wird wenig Technologiewissen vorausgesetzt.
- **Wissenschaftliche (Zitations-)Datenbanken:** Für die Bewertung der Güte werden wissenschaftliche Abhandlungen in einer zentralen Datenbank gespeichert und analysiert. Dabei werden unterschiedliche Metriken berechnet, beispielsweise der Hirsch-Index⁶⁰. Abstrahiert können diese Verfahren wie folgt beschrieben werden: Werden Autoren mit ihren Publikationen oft von anderen Autoren referenziert, so wirkt sich dies positiv auf die eigene Bewertung aus. Dabei handelt es

⁵⁹ Aufgrund des gewählten Ansatzes zur Identifikation von Technologien, ist ein konkretes Verständnis zur Navigation in Patentdatenbanken nicht notwendig. Eine Beschreibung dieser Navigation kann WITTMANN und GREIF entnommen werden [WG89, S. 350].

⁶⁰ Die Berechnung und Herleitung des Hirsch-Index kann bei TODESCHINI und BACCINI nachgeschlagen werden [TB16, S. 162ff.].

sich jedoch um rein quantitative Bewertungen. Allerdings müssen Kriterien erfüllt sein, um in diesen Datenbanken aufgenommen zu werden. Ein wesentliches Kriterium ist, dass mindestens der Titel und der Abstract in englischer Sprache vorliegen müssen (vgl. Abschnitt 4.2.2). Viele Autoren veröffentlichen jedoch den gesamten Text in englischer Sprache. So kann auf eine breite Sammlung von Quellen zurückgegriffen werden. Bei den Texten handelt es sich in der Regel um Grundlagenforschung oder angewandte Forschung. Hierfür sollte mindestens mittleres Wissen vorhanden sein.

- **Soziale Netzwerke:** Soziale Netzwerke weisen die größte Anzahl an Nutzern auf. So konnte beispielsweise Facebook vor kurzem die 2 Milliarden-Grenze überschreiten [Hei17-ol]. Über äußerst umfassende Programmierschnittstellen⁶¹ kann mit Hilfe modernster Abfragetechniken gezielt nach Informationen gesucht werden. Diese sind bei der großen Menge an Daten notwendig. Soziale Netzwerke werden vermehrt auch für professionelle Bedürfnisse verwendet. Aufgrund der hohen Nutzung und großen Akzeptanz, werden diese Netzwerke von vielen Experten genutzt. Aus diesem Grund und der schwierigen Eingrenzung der Nutzergruppen wird davon ausgegangen, dass Informationen vorhanden sind, die den gesamten Reifegrad des Technologiewissens abdecken.
- **Sonstige Internetquellen:** Sonstige Internetquellen beinhalten Webseiten, wie Fachportale oder -foren. Da eine konkrete Auswahl von solchen Quellen maßgeblich vom Suchfeld abhängt, werden diese Quellen situativ ausgesucht. Eine gezielte Suche nach diesen Internetquellen kann die gesamte Bandbreite an Informationen abdecken und ist somit potentiell für alle Reifegrade des vorhandenen Technologiewissens geeignet.
- **Job-Portale:** Job-Portale sind eine geeignete Quelle, um herauszufinden, ob Unternehmen in den Suchfeldern aktiv sind. Hierbei handelt es sich um frühe Signale, dass Unternehmen ihre Aktivitäten in bestimmten Feldern intensivieren möchten. An dem Grad der Hierarchiestufe lässt sich in der Regel ablesen, wie professionalisiert die Technologie bereits im Unternehmen ist. Auch hierbei lassen sich alle Reifegrade des vorhandenen Technologiewissens abdecken.

Bewertung der Suchquellen nach Anforderungen:

Die in Bild 4-14 dargestellten Quellen erfüllen die an sie definierten Anforderungen. Für die Aufnahme neuer Quellen werden mit Hilfe eines Quick Check-Fragebogens die Anforderungen abgefragt. Alle Kriterien sind als K.O.-Kriterien anzusehen. Das bedeutet, dass eine nicht erfüllte Anforderung bereits zum Ausschluss dieser Quelle führt. Eine Gewichtung wird daher nicht vorgenommen. Bild 4-15 zeigt diesen Fragebogen. In dem oberen Bereich sind die Anforderungen aufgelistet, die die Quellen erfüllen müssen. Im

⁶¹ Weitergehende Informationen sind unter der Facebook Graph API zu finden [ABN15, S. 27ff.].

unteren linken Bereich wird die Kategorisierung vorgenommen. Der untere rechte Bereich zeigt als Hilfestellung an, welche Bereiche an vorhandenem Technologiewissen durch die Kategorie von Quellen geeignet sind.

Fragebogen Quellenauswahl

Name IEEE Xplore

☒ Englischsprachig
☒ Programmschnittstelle (API)
☒ Gängiges Authentifizierungsverfahren

☒ Allgemeingültige Abfragesyntax
☒ Regelmäßige Updates








Kategorie	Technologiewissen
<input type="checkbox"/> Patentdatenbank	
<input type="checkbox"/> Technologieorientierte Datenbank	
<input type="checkbox"/> Crowd-Funding-Plattform	
<input checked="" type="checkbox"/> Wissenschaftliche (Zitations-)Datenbank	
<input type="checkbox"/> Soziales Netzwerk	
<input type="checkbox"/> Sonstige Internetquelle	
<input type="checkbox"/> Job-Portal	

Bild 4-15: Quick Check-Fragebogen für neue Suchquellen

Auswahl der Suchquellen:

Für den ersten Durchlauf einer Suche ist es zielführend, Kategorien von Quellen abzufragen, die einen Gesamtüberblick geben können. Damit sind diejenigen Quellen gemeint, die den größten Bereich an vorhandenem Technologiewissens abdecken, beispielsweise Patentdatenbanken, wissenschaftliche Datenbanken und soziale Netzwerke. Diese Netzwerke werden im professionellen Kontext unterschätzt, beinhalten allerdings aufgrund der Quantität an durchsuchbaren Daten viele schwache Signale. Im Rahmen dieser Arbeit werden stellvertretend folgende Quellen⁶² genutzt, die die oben gestellten Anforderungen erfüllen:

- **Open Patent Services (OPS)** als Patentdatenbanken des Europäische Patentamts (EPO)

⁶² Eine Beschreibung sowie weiterführende Informationen für die ausgewählten Quellen sind zu finden unter [Eur17-ol], [IEE17-ol], [Twi17-ol].

- **IEEE Xplore** als wissenschaftliche Datenbank
- **Twitter** als soziales Netzwerk

4.2.5 Definition von Suchaufträgen

Abschließend werden in dieser Phase alle gesammelten Informationen zusammengefasst und im IT-Werkzeug abgelegt. Ziel sind Suchaufträge, die alle benötigten Informationen beinhalten. Dazu wird eine Eingabemaske bereitgestellt, die die notwendigen Informationen abfragt. Bild 4-16 zeigt diese Eingabemaske.

TFA

BROWSE Datei Ansicht

Suchformular

Eingabemaske Suchauftrag
Diese Eingabemaske unterstützt den Nutzer bei der Initiierung einer Technologiefrühaufklärung. Für jeden Suchauftrag wird eine Menge an Suchquellen definiert. Für das Monitoring wird ein Zeitintervall sowie ein Endzeitpunkt definiert. Der Start initiiert gleichzeitig die Abfrage des Thesaurus.

Suchauftrag

Suchbegriff 4.2.2 indoor positioning

Anzahl der Resultate 200

Wie viele Technologien sollen als Suchergebnis angezeigt werden?
Je mehr Technologien berücksichtigt werden, desto mehr Rechenzeit wird benötigt, allerdings erhöht dies die Chance Schwache Signale zu finden.

Intervall alle 3 Wochen bis 31.12.2017 4.6.1

Quellen

DPMA hinzufügen>> EPOS 4.2.4
Springer Link << entfernen IEEE Xplore 4.2.3
Facebook Twitter

Start

◀ Zurück

Bild 4-16: Eingabemaske für einen Suchauftrag in Anlehnung an [PEG15, S. 1658]

Der **Suchbegriff** ist Abschnitt 4.2.2 zu entnehmen. Da die Suche sehr rechenaufwändig sein kann, kann die **Anzahl der Resultate** eingeschränkt werden. Dies kann jedoch dazu führen, dass Schwache Signale herausgefiltert werden. Es wird empfohlen, die Suche zunächst mit einer niedrigen Anzahl an Suchergebnissen durchzuführen, um das maschinelle Lernmodell für den Suchbereich zu trainieren (vgl. Abschnitt 4.3.4). Im Anschluss kann die Suche nochmals mit einer höheren Anzahl an Ergebnissen wiederholt werden.

Die Auswahl der **Quellen** wird mit einer Mehrfachauswahl durchgeführt. Dazu wird ein Element auf der linken Seite markiert und über den Hinzufügen-Knopf auf die rechte Seite überführt. Alle Quellen, die in der rechten Seite enthalten sind, werden für die Suche genutzt.

Für das Monitoring wird ein **Intervall** definiert, in welchen Zeitabständen die Suche wiederholt werden soll. Ferner wird abgefragt, wann das Monitoring enden soll.

Beim Bestätigen des Suchauftrags (**Start**) werden die Suchbegriffe automatisch an den Thesaurus-Dienst übermittelt. Dazu wird der Suchbegriff in die einzelnen Bestandteile zerlegt und der Thesaurus-Dienst wird Begriff für Begriff abgefragt. Die Ergebnisse werden intern in einer Liste abgelegt und miteinander kombiniert (vgl. Abschnitt 4.2.3). Anschließend werden die möglichen Kombinationen überprüft und gegebenenfalls von der Suche ausgeschlossen. Jede valide Begriffskombination wird in einen Suchauftrag überführt und dem übergeordneten Suchauftrag zugeordnet. Das Prinzip ist in Bild 4-17 dargestellt. *Building*, *Mall* und *Site Positioning* werden von der Suche ausgeschlossen, da die Suchbegriffe die Positionierung von Gebäuden adressieren und nicht die Positionierung innerhalb dieser Gebäude.

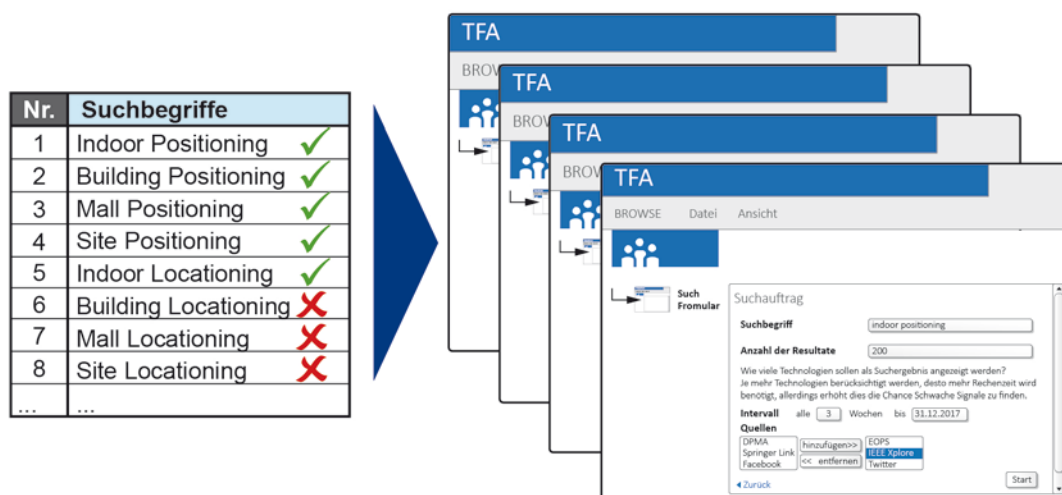


Bild 4-17: Auswahl der Begriffskombinationen sowie Überführung in Suchaufträge

4.3 Durchführung der Technologiesuche

Phase 3 beschreibt die Suche nach Technologien. Dazu wird zunächst die Konfiguration von Suchmodulen beschrieben, die die Schnittstelle zu den Suchquellen bildet (Abschnitt 4.3.1). Anschließend wird der automatisierte Teil der Technologiesuche beschrieben. Dieser beginnt mit der modularen Suche⁶³ auf den Quellen (Abschnitt 4.3.2). Daraufhin werden die Technologien mit Hilfe eines maschinellen Lernalgorithmus aus den Suchergebnissen extrahiert (Abschnitt 4.3.3). Der automatisierte Teil endet mit der Anrei-

⁶³ Die modulare Suche wird im Folgenden synonym mit dem modularen Scanning genutzt. Beide Begrifflichkeiten beschreiben den Prozess des Information Retrieval auf Quell-Datenbanken bzw. Suchmodulen.

cherung von Technologie-Informationen (Abschnitt 4.3.4). Abschließend wird die manuelle Technologie-Klassifikation beschrieben, die das maschinelle Lernmodell zur Technologie-Extraktion kontinuierlich verbessert (Abschnitt 4.3.5).

Bild 4-18 zeigt den Prozess in Form einer abstrahierten Darstellung aus dem Software-Tool. Die Darstellung besteht aus einer Aneinanderreihung der eingangs beschriebenen Aufgaben dieser Phase, die sich in der folgenden Struktur der Arbeit wiederfindet. Dabei wird in dem Software-Werkzeug zwischen einfachen Knoten und Meta-Knoten unterschieden (vgl. Abschnitt 3.3.1). Die untergeordneten Aufgaben der Meta-Knoten befinden sich in der Beschreibung unterhalb des Prozesses. Der Prozess beginnt mit der *Konfiguration der Suchmodule*. Hier werden die notwendigen Informationen zur Authentifizierung und zum Rückgabeformat definiert. Anschließend erfolgt das *Modulare Scanning* auf den Such-Modulen. Dafür wird das Information Retrieval der Quell-Datenbanken genutzt. Die *Technologie-Extraktion* beschreibt den Prozess des NER sowie die Vor- und Nachbearbeitung der Daten. Das *Anreichern von Technologieinformationen* dient der automatisierten Ermittlung von Technologienamen und -beschreibungen sowie Publikationsinformationen. Abschließend wird im Rahmen der *Technologie-Klassifikation* das Nutzer-Feedback aufgenommen, um zu ermitteln, ob es sich bei dem Suchergebnis tatsächlich um eine Technologie handelt. Im Folgenden werden diese Prozessschritte in den einzelnen Abschnitten detailliert erläutert.

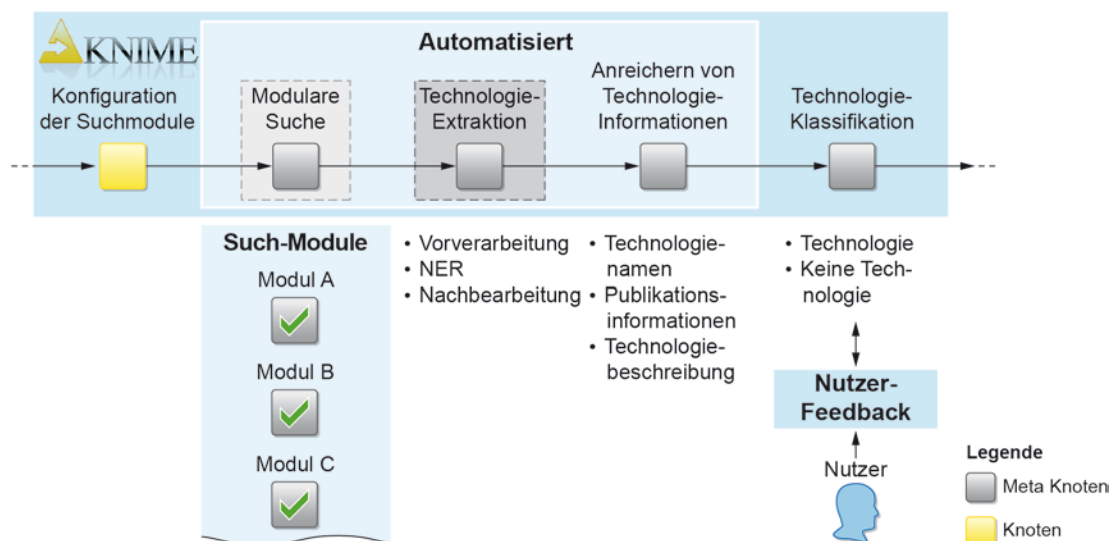


Bild 4-18: Prozess-Übersicht der Technologie-Suche in Anlehnung an [PEG15, S. 1655]

4.3.1 Konfiguration von Suchmodulen

Ziel sind konfigurierte Suchmodule, die mit einem möglichst hohen Standardisierungsgrad beschrieben werden. Für jedes Suchmodul sind abhängig von der Programmierschnittstelle unterschiedliche Zugriffsverfahren definiert, um auf die Quellen zuzugrei-

fen. Diese Verfahren benötigen unter Umständen abweichende Authentifizierungsinformationen. Die Autorisierung erfolgt mit Hilfe eines gängigen Verfahrens, wie OAuth. So stellt das Europäische Patentamt die Open Patent Services zur Verfügung, für die eine Authentifizierung nach dem OAuth-Verfahren notwendig ist (vgl. Abschnitt 4.2.4). Der Authentifizierungsprozess ist in Bild 4-19⁶⁴ exemplarisch am Beispiel OPS dargestellt. Hierbei erfolgt die Konfiguration des Suchmoduls. Die Prozessschritte werden im Folgenden erläutert:

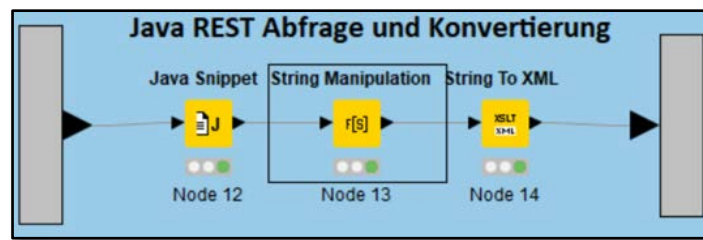


Bild 4-19: Bildschirmfoto des Suchmoduls für OPS nach [Ebe13, S. 75]

- **Java-Snippet:** Der erste Schritt Java Snippet befüllt die Authentifizierungsinformationen im Suchmodul. Ziel ist die Autorisierung über OAuth, für die im Vorfeld ein Schlüssel (Authentication-Key) beantragt werden muss. Die Anmeldeinformationen im Rahmen der Suchmodule sind unterschiedlich, allerdings werden sowohl der Key, als auch die Zieladresse der Suchquelle in jedem Fall benötigt. Im Rahmen der Beantragung des Keys werden personenabhängige Anmeldeinformationen abgefragt. Diese Parameter (Authentication-Key und Zieladresse) werden in dem Java-Snippet im Quellcode hinterlegt. Ferner werden im Quellcode die Suchbegriffe verarbeitet. Dies gilt auch für die erweiterten Suchbegriffe mit dem Thesaurus. Die Suchbegriffe werden nacheinander mit Hilfe des jeweiligen Suchmoduls abgefragt. In diesem Fall geschieht das über die API von OPS.
- **String Manipulation:** Zur effizienten Verarbeitung der Ergebnisse im Rahmen der Technologieextraktion werden die Ergebnisse nachbearbeitet. Hierbei wird die Konstante "xmlns=http://www.epo.org/exchange/" aus dem Ergebnis gelöscht. Dies reduziert den Rechenaufwand, da diese Konstante keinerlei relevanten Informationen enthält.
- **String To XML:** Das Ergebnis dieses Teilprozesses wird als Datentyp String zurückgegeben. Dieses Ergebnis wird abschließend in ein XML⁶⁵-Objekt überführt,

⁶⁴ Die Bezeichnung unterhalb der Knoten ist eindeutig und wird vom KNIME vergeben. Sie wird im Rahmen der Arbeit an einigen Stellen als Referenz auf den Knoten verwendet.

⁶⁵ Die Extensible Markup Language (XML) ist eine Metasprache zur Darstellung von hierarchischen Strukturen in einer Textdatei [HM04, S. 3f.]. XML kann Daten entweder in strukturierter oder semi-strukturierter Form enthalten.

um in den folgenden Teilprozessen effizienter verarbeitet zu werden. Das Ergebnis dieses Teilprozesses ist in Bild A-2 (vgl. Anhang A2.1)⁶⁶ dargestellt.

4.3.2 Durchführung der modularen Suche

Ziel sind Texte, die zu den jeweiligen Suchbegriffen identifiziert wurden. Bild 4-20 zeigt den Prozess, der durchlaufen wird, um diese Texte zu ermitteln. Dazu wird zu Beginn entschieden, welche Suchmodule abgefragt werden. Diese Information wird in Abschnitt 4.2.5 definiert und in Form einer binären Variable für jedes Suchmodul abgelegt. Im Folgenden werden die einzelnen Prozessschritte beschrieben:

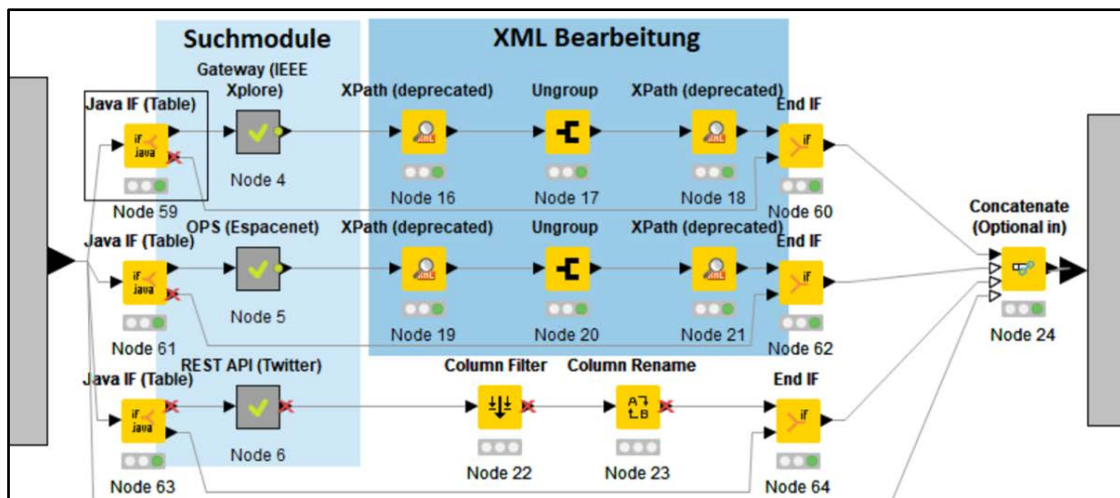


Bild 4-20: Bildschirmfoto der Konfiguration der Suchmodule in Anlehnung an [PEG15, S. 1656]

- **Java IF (Table) / End IF:** Zu Beginn wird für jedes Suchmodul geprüft, ob das Modul für die Suche verwendet werden soll. Dazu wird die binäre Variable überprüft. Ist sie wahr, wird das Suchmodul genutzt. Für den anderen Fall wird das Suchmodul übersprungen. Die beiden Bedingungspfade werden im End If zusammengeführt.
- **Suchmodule:** Der Bereich Suchmodule beinhaltet einen Meta-Knoten für jedes Suchmodul. Der konkrete Ablauf in den Suchmodulen ist in Abschnitt 4.3.1 beschrieben. Die Herausforderung besteht darin, dass jede API andere Begrifflichkeiten innerhalb der XML-Antwort nutzt, sodass im Anschluss eine XML-Nachbearbeitung notwendig ist. Ferner kann es sein, dass ein anderes Antwortformat vorliegt, wie es beispielsweise bei Twitter der Fall ist. Twitter liefert direkt Attribute zu den Suchergebnissen in Form einer Tabelle zurück, sodass nur die ent-

⁶⁶ Bildschirmfotos, die aufgrund ihrer Größe nicht leserlich sind, sind dem Anhang zu entnehmen. Ein Verweis darauf befindet sich im Text.

sprechende Text-Spalte ausgewählt und diese Spalte analog zur Spaltenbezeichnung der übrigen Suchmodule umbenannt wird (Node 22 und Node 23). Aufgrund der Trivialität dieses Vorgehens, wird nicht näher darauf eingegangen.

- **XPath (deprecated):** Je Suchmodul mit XML-Antworten ist es notwendig, die verschiedenen XML-Formate zu verarbeiten. Mit der XPath (deprecated)-Funktion ist es möglich, die XML-Antwort nach einem bestimmten Attribut zu filtern. Dies ist vergleichbar mit dem Filter nach einer bestimmten Spalte einer Tabelle. Hierbei wird der Fokus auf das Abstract⁶⁷ gelegt.
- **Ungroup:** Die Rückgabe der Ergebnisse erfolgt in einem XML-Objekt. Dieses wird in diesem Schritt getrennt, sodass für jedes Ergebnis ein Eintrag in der Datenbank vorliegt.
- **XPath (deprecated):** In diesem Schritt werden alle unnötigen XML-Zusatzinformationen (z.B. Formatierungsinformationen) über die Funktion XPath (deprecated) entfernt. Somit bleibt ausschließlich das Text-Ergebnis in Form des Textes übrig.
- **Concatenate (Optional in):** Im abschließenden Schritt werden mit Hilfe der Funktion Concatenate (Optional in) die einzelnen Subergebnisse zusammengeführt, sodass nur noch eine Tabelle mit allen Ergebnissen existiert. Diese Ergebnisse sind somit entweder einer XML-Antwortdatei entnommen oder direkt aus einer Antwort-Tabelle im Beispiel Twitter.

Das Ergebnis ist in Bild A3 (vgl. Anhang A2.2) dargestellt. Die Spalte Row_ID stellt einen fortlaufenden, eindeutigen Identifikator (ID) dar. Die Spalte Suchbegriff zeigt den Begriff, mit dem das Ergebnis gefunden wurde und die Spalte Text zeigt den gesamten Textbaustein. In diesem konkreten Fall werden 1081 Dokumente ermittelt.

4.3.3 Technologieextraktion

Ziel sind Technologien, die in den Texten identifiziert werden. Die Technologieextraktion beschreibt den Prozess zur Identifikation von Technologien mit Hilfe eines maschinellen Lernverfahrens. Dabei wird auf eine Software-Bibliothek zurückgegriffen, die Methoden zur Verarbeitung von natürlicher Sprache beinhaltet. Diese Bibliothek trägt den Namen OpenNLP (Open Natural Language Processing). Im Rahmen dieser Arbeit wird hauptsächlich das Named Entity Recognition (NER) aus der OpenNLP-Bibliothek genutzt. OpenNLP stellt Werkzeuge zur Verfügung, um NER zu nutzen. Konkret werden zwei Werkzeuge im Rahmen dieser Arbeit genutzt, zum einen ein NER-Modell und zum

⁶⁷ Dies kann ebenfalls der Volltext sein, sofern die entsprechenden Zugriffsberechtigungen für die Suchquellen existieren.

anderen der NER-Modell-Builder. Zudem werden Eingabeinformationen benötigt, um das Modell zu erstellen. Im Folgenden werden diese drei Elemente beschrieben:

- **NER-Modell:** Das NER-Modell stellt das maschinelle Lernmodell dar, um Technologien in Texten zu identifizieren. Es ist somit das zentrale Werkzeug, mit dem Technologien extrahiert werden. OpenNLP stellt bereits fertige NER-Modelle zur Verfügung, um beispielsweise Organisationen, Orte, Personen sowie Zeit- und Datumsangaben zu identifizieren (vgl. Abschnitt 3.3.3).
- **Eingabeinformationen:** Zum Trainieren eines NER-Modells werden drei Eingabeinformationen benötigt: Eine Liste mit Sätzen, eine Positiv-Liste, die bereits Technologien enthält⁶⁸ sowie eine Negativ-Liste, die „Nicht-Technologien“⁶⁹ enthält. Mit Hilfe dieser drei Listen wird das Modell angelern. Für das kontinuierliche maschinelle Lernen werden diese drei Listen stetig erweitert. Versuche im Rahmen der Arbeit haben ergeben, dass eine Liste mit 15.000⁷⁰ verschiedenen Texten vorhanden sein sollte, um ein funktionsfähiges Modell zu erstellen.
- **NER-Modell-Builder:** Der NER-Modell-Builder stellt ein Werkzeug zur Verfügung, um neue NER-Modelle anzulernen oder bestehende NER-Modelle weiterzuentwickeln⁷¹. Dieser Modell-Builder kann über einen Kommandozeilenbefehl manuell aktiviert werden. Es wird empfohlen, den Modell-Builder stetig zu trainieren. Eine zielführende Lernstrategie ist das regelmäßige (z.B. tägliche) Anlernen über Nacht, sofern sich eine Änderung an einer der drei Listen ergeben hat.

Bild 4-21 stellt das theoretische Prinzip zum Anlernen eines NER-Modells dar und zeigt den Zusammenhang zwischen den Eingabeinformationen, dem NER-Modell-Builder und dem NER-Modell auf. Die Eingabeinformationen werden in einer vorab definierten Stelle abgelegt. Der NER-Modell-Builder erhält den Ablageort als Parameter sowie den Speicherort für das angelernete Modell.

⁶⁸ Eine Liste mit Technologienamen, also eine Positiv-Liste, wird im Folgenden mit Whitelist bezeichnet.

⁶⁹ Eine Liste mit Nicht-Technologienamen, also eine Negativ-Liste, wird im Folgenden mit Blacklist bezeichnet.

⁷⁰ Eine pauschale Abschätzung der minimalen Anzahl an Texten zum Trainieren des NER-Modells ist allerdings nicht möglich.

⁷¹ Im Rahmen dieser Arbeit wird das grundlegende Konzept beschrieben sowie der Nachweis erbracht, dass diese Software-Werkzeuge prinzipiell für das Auffinden von Technologien in Texten geeignet sind. Aus diesem Grund wird nicht weiter auf den zu Grunde liegenden Algorithmus eingegangen und auf eine Gegenüberstellung der existierenden Bibliotheken zur Technologieextraktion verzichtet.

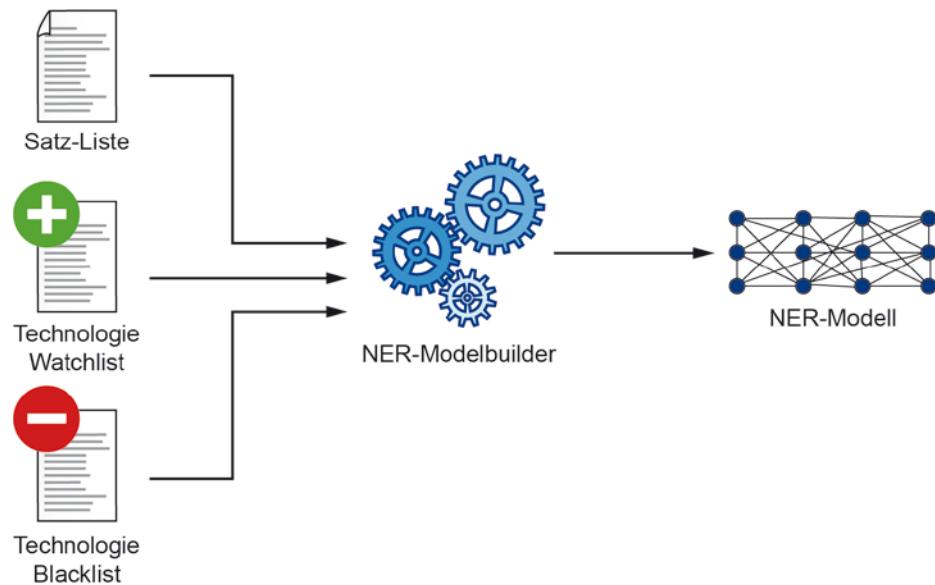


Bild 4-21: Schematische Darstellung der Ein- und Ausgabe des NER-Modell-Builders

Das konkrete Vorgehen ist in Bild 4-22 beschrieben. Die in Blautönen dargestellten Bereiche repräsentieren die Hauptaufgaben der Technologieextraktion. Vor- und nachgelagert sind Operationen auf den Daten, die der Datenaufbereitung dienen. Die *Extraktion der Beispielsätze für OpenNLP* beinhaltet das Vorgehen zur Erstellung der Satzliste. Das Block *Named Entity Recognition* beschreibt den parallelen Prozess zur Technologieextraktion. Der nachgelagerte Block *Zählen und Konvertieren* enthält die Aufbereitung der Ergebnisse. Im Folgenden werden die einzelnen Blöcke detailliert beschrieben.

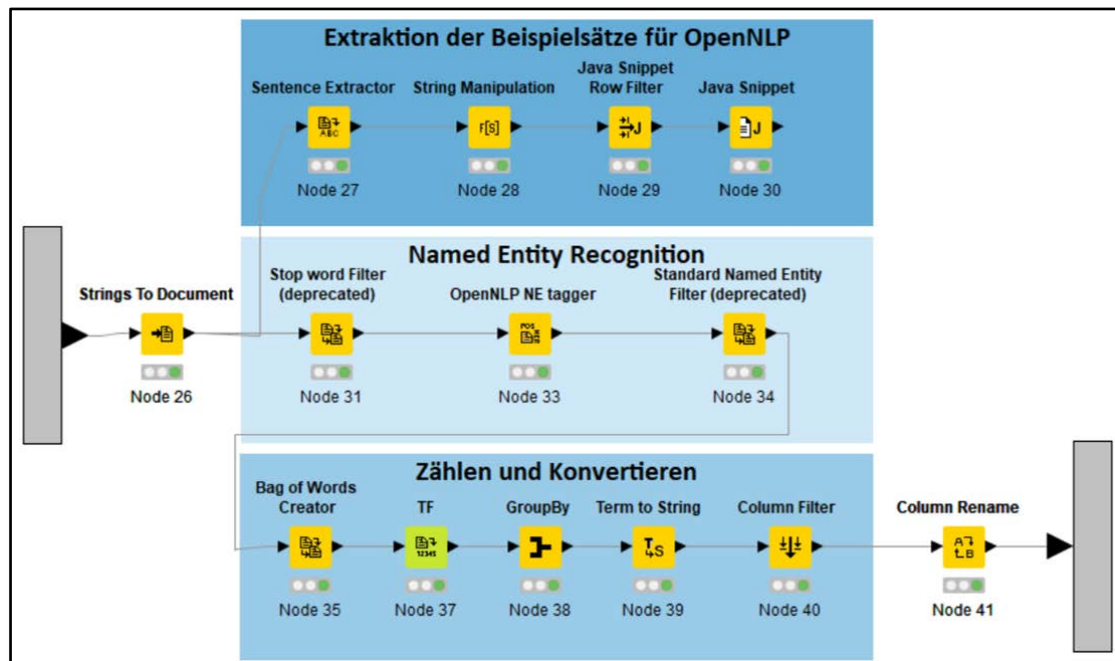


Bild 4-22: Bildschirmfoto des Prozesses der Technologieextraktion in Anlehnung an [PEG15, S. 1657]

Der erste Prozessschritt Strings To Document wandelt die Suchergebnisse von einem String-Datentyp in ein Document-Datentyp um. Der Datentyp Document wird für die weitere Verarbeitung mit der OpenNLP-Bibliothek benötigt und ist somit zwingend vorgegeben. Diese Umwandlung hat keinen Einfluss auf den Inhalt der Textbausteine. Im Folgenden wird die Extraktion der Beispielsätze für OpenNLP vorgestellt.

Extraktion der Beispielsätze für OpenNLP

Der Block *Extraktion der Beispielsätze für OpenNLP* beschreibt einen parallelen Prozess zum eigentlichen NER, um dem NER-Modell-BUILDER Beispieltextrbausteine zur Verfügung zu stellen. Ein Beispieltextrbaustein ist definiert als vollständiger Text, der dem NER-Modell-BUILDER als ein Teil der Eingabeinformationen dient. Es werden folgende Prozessschritte bearbeitet:

- **Sentence Extractor:** Der Sentence Extractor teilt die Suchergebnisse aus Bild A-3 in einzelne Sätze auf. Dabei wird das Satzzeichen Punkt („.“) als Trennzeichen genutzt. Diese Sätze werden anschließend in eine Tabelle überführt, in der die Row_ID wieder die ID darstellt. Die Spalte Document enthält einen Verweis auf das übergeordnete Suchergebnis. Die Spalte Sentence enthält den Satz und die Spalte Number of terms die Anzahl der Wörter, die in dem Satz enthalten sind. Es werden 7537 Sätze identifiziert.
- **String Manipulation:** Die String Manipulation entfernt Zeilenumbrüche im Text, die in KNIME mit dem Sonderzeichen „\“ gekennzeichnet sind. Diese Zeilenumbrüche sind KNIME-spezifisch und müssen für die weitere Analyse entfernt werden.
- **Java Snippet Row Filter:** Dieses Java Snippet identifiziert Sätze, die Sonderzeichen enthalten und löscht diese für die weitere Analyse. Hier sind insbesondere HTML-Statements gemeint, die bei der Suche zurückgegeben werden können und durch das Software-Werkzeug bis dahin nicht als HTML-Statement identifiziert werden. Ferner werden Sätze entfernt, die zu kurz für eine Analyse sind. Als zielführend hat sich eine Mindestlänge von fünf Wörtern erwiesen.
- **Java Snippet:** Das abschließende Java Snippet schreibt das Ergebnis dieses Prozessblocks in eine Textdatei beziehungsweise ergänzt diese, falls bereits eine vorhanden ist. Diese Textdatei wird abschließend als Eingangsinformation für den NER-Modell-BUILDER bereitgestellt.

Bild A-4 (vgl. Anhang A2.3) zeigt einen Ausschnitt des Ergebnisses. Es bleiben nach dieser Verarbeitung 6.246 Sätze übrig, die dem NER-Modell-BUILDER als Lernmenge zur Verfügung gestellt wird.

Named Entity Recognition

Der Block *Named Entity Recognition* beschreibt die Prozessschritte zur Identifikation und Extraktion von Technologien in den Suchergebnissen. Es werden folgende Prozessschritte durchlaufen:

- **Stop word filter (deprecated):** Sätze enthalten Wörter, die häufig in einem Satz vorkommen, jedoch keine Relevanz für das NER aufweisen. Diese sogenannten Stoppwörter werden im Rahmen dieses Prozessschritts identifiziert und gelöscht. Dabei wird das standardmäßige Vokabular genutzt, das OpenNLP bereits in Form einer Liste zur Verfügung stellt. Enthalten sind Wörter, wie „a“, „am“, „an“, „because“, „to“, „from“ und „by“⁷².
- **OpenNLP NE tagger:** Dieser Prozessschritt stellt die eigentliche Identifikation der Technologien dar, in dem mögliche Technologien als solche getaggt, also gekennzeichnet werden. Dabei wird Satz für Satz mit Hilfe des vorliegenden NER-Modells abgefragt, ob mögliche Technologien in diesem Satz enthalten sind. Bei erfolgreicher Identifikation werden die Technologien in einer weiteren Liste gespeichert.

Es wird empfohlen für jedes Geschäftsmodell ein gesondertes Modell anzulegen und dieses spezifisch für das Geschäftsmodell anzulernen. Das Ergebnis hängt sehr stark von der Güte des NER-Modells ab und verbessert sich mit zunehmenden Eingangsinformationen. Allerdings besteht die Gefahr des Overfittings⁷³, das bedeutet in diesem Fall, dass trotz neuer Suchergebnisse keine neuen Technologien gefunden wurden. Sollte dies zu häufig auftreten, empfiehlt es sich eine andere Bibliothek in diesen Prozess zu integrieren.⁷⁴

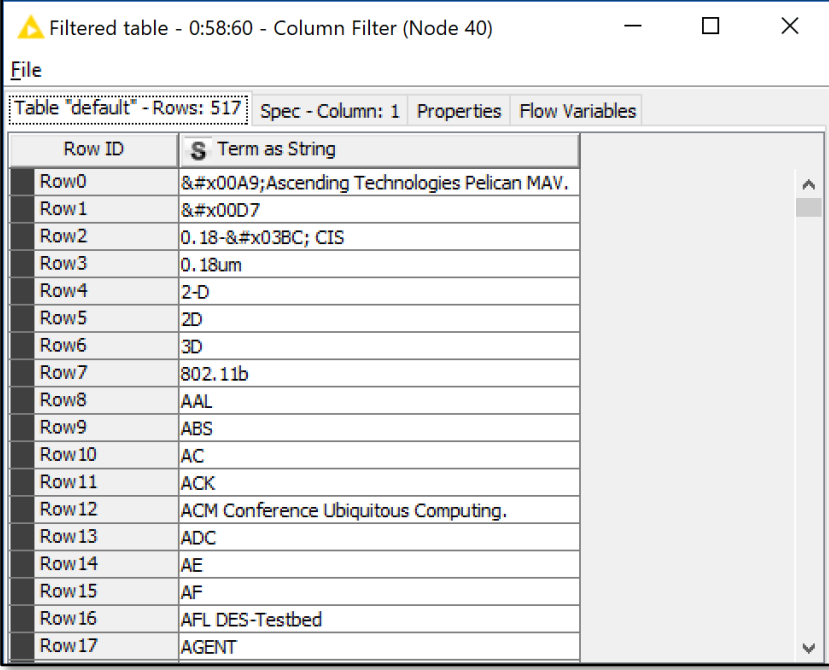
- **Standard Named Entity Filter (deprecated):** Im Rahmen dieses Prozessschritts werden diejenigen Sätze identifiziert und abgelegt, die die identifizierten möglichen Technologien enthalten. Diese Sätze werden später benötigt, um Quellinformationen, wie das zugrundeliegende Suchergebnis, die konkrete Quelle und das Abrufdatum zuordnen zu können.

⁷² Die Anzahl der Stoppwörter, die OpenNLP zur Verfügung stellt, ist deutlich umfangreicher. Für weiterführende Informationen wird auf die Dokumentation von OpenNLP verwiesen [Ope17-ol].

⁷³ Overfitting beschreibt das Phänomen, dass das maschinelle Lernmodell zu stark auf eine bestimmte Eingangsinformation angelernt wurde und somit für neue Texte nur eingeschränkt funktioniert [SPB10, S. 179ff.].

⁷⁴ Dieses Phänomen hängt sehr spezifisch von der Struktur der Sätze sowie der Inhalte der Whitelist und Blacklist ab. In der Regel erstellt der Algorithmus zu viele erklärende Variablen im Hintergrund, sodass die erstellten Regeln nicht mehr für neue Texte zutreffen.

Bild 4-23 zeigt einen Ausschnitt des Ergebnisses des NER. Die Spalte Row_ID enthält auch hier die ID, die Spalte Term as String die Auflistung der identifizierten, möglichen Technologien. Das NER-Modell hat 517 potentielle Technologien identifiziert.⁷⁵



Row ID	Term as String
Row0	©Ascending Technologies Pelican MAV.
Row1	×
Row2	0.18-μ CIS
Row3	0.18um
Row4	2-D
Row5	2D
Row6	3D
Row7	802.11b
Row8	AAL
Row9	ABS
Row10	AC
Row11	ACK
Row12	ACM Conference Ubiquitous Computing.
Row13	ADC
Row14	AE
Row15	AF
Row16	AFL DES-Testbed
Row17	AGENT

Bild 4-23: Bildschirmfoto des Ergebnisses des NER (Ausschnitt)

Zählen und Konvertieren

Die identifizierten möglichen Technologien werden im Folgenden mit Informationen angereichert, wie z.B. die Häufigkeit der Suchergebnisse. Diese Anzahl stellt im weiteren Verlauf der Systematik einen Hinweis auf die Schwäche des identifizierten Signals dar. Häufige Nennungen bedeuten, dass die aufgefundene Technologie bereits häufig beschrieben wurde. Um wirklich schwache Signale zu identifizieren, empfiehlt es sich, auch die Ergebnisse zu evaluieren, die nur selten genannt werden. Im Folgenden wird der Prozessblock beschrieben, um die Suchergebnisse mit der Häufigkeit der Nennungen zu ergänzen:

- **Bag of Word Creator:** In diesem Prozessschritt werden die Ergebnisse aus dem NER in eine neue Tabelle überführt. Dabei wird jede identifizierte Technologie in eine Tabellenspalte geschrieben. Doppelte Suchergebnisse werden hierbei entfernt.
- **TF (Term Frequency):** Im Folgenden wird die Bag of Words-Tabelle mit der Häufigkeit der genannten Technologien befüllt. Dazu wird jedes Dokument

⁷⁵ Das genutzte NER-Modell wurde einmal initial angelernt. Die Anzahl der Ergebnisse reduziert sich mit zunehmender Anzahl an Lernvorgängen.

nochmals herangezogen und überprüft, wie häufig die identifizierte Technologie vorkommt. Jede Zeile stellt in dieser Tabelle ein Dokument dar. Die Spalte Term Frequency stellt die Häufigkeit dar. Tabelle 4-2 zeigt dies schematisch.

Tabelle 4-2: Matrix zur Term Frequency der identifizierten Technologien (Ausschnitt) in Anlehnung an [PEG15, S. 1659]

Dokument ID	Term	Term Frequency
Dokument 1	UWB	5
Dokument 1	BT Mesh	2
Dokument 1	WiFi Mesh	2
Dokument 2	UWB	7
Dokument 2	LoRa	2
...

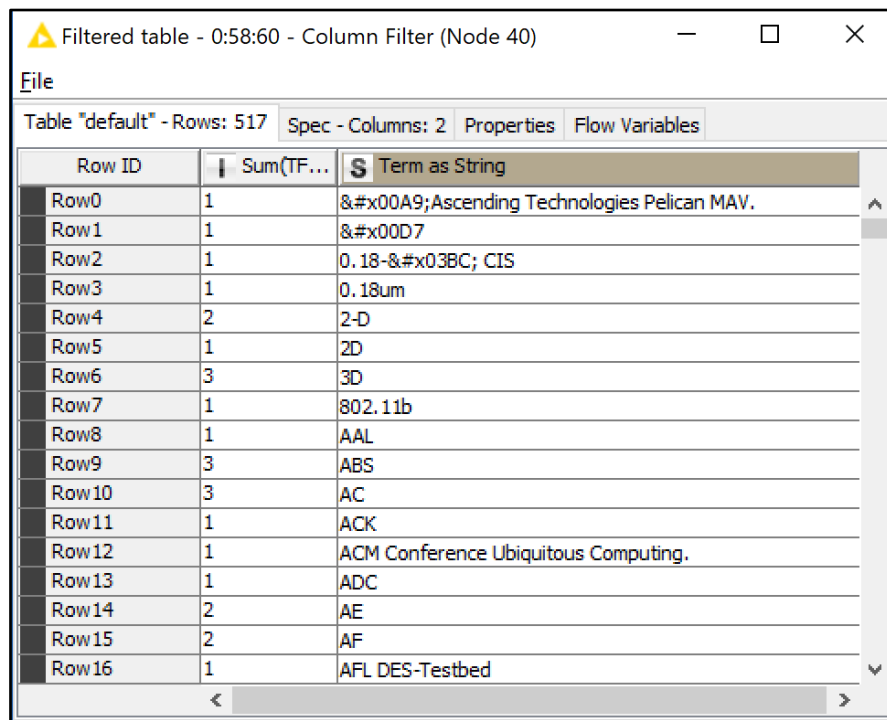
- **GroupBy:** Dieser Prozessschritt gruppiert und aggregiert die Anzahl der Nennungen je Dokument, sodass am Ende die Summe der Nennungen vorhanden ist. Diese Summe stellt die Häufigkeit des Vorkommens dieser Technologie in allen Suchergebnissen (bzw. Dokumenten) dar.
- **Term to String:** Für die weitere Verarbeitung in der Systematik werden die Nennungen sowie die Häufigkeit als String-Datentyp benötigt. Diese Umwandlung erfolgt in dem Prozessschritt.
- **Column Filter:** Abschließend werden diese beiden Spalten in einer Tabelle dargestellt. Bild 4-24 zeigt einen Ausschnitt des Ergebnisses. Dieser Ausschnitt enthält eine ID (Row_ID), die Spalte Sum(TF), die die Summe der Nennungen der Technologie enthält sowie die Spalte Term as String mit der identifizierten Technologie. Da auch seltene Nennungen zur Identifikation von schwachen Signalen relevant sein können, werden keine Ergebnisse gelöscht.

4.3.4 Anreichern von Technologieinformationen

Ziel sind Technologieinformationen, um eine möglichst breite Informationsbasis für die anschließenden Bewertungen zur Verfügung zu stellen. Die Ergebnisse aus der Technologieextraktion liegen teilweise kryptisch in Form von Abkürzungen vor (vgl. Bild 4-24). Für ein besseres Verständnis werden im Folgenden Informationen zur Technologie zusammengestellt. Dazu werden zunächst die Suchmodule genutzt, um eine erneute Abfrage auf den Quellen durchzuführen. Hierbei wird anstatt der Suchfelder die konkrete

Technologie als Suchbegriff genutzt. Dabei werden die Ergebnisse in den Speicher geladen, um die folgenden Schritte mit weniger Rechenzeit durchzuführen.⁷⁶

Die zusätzlichen Technologieinformationen sind Beschreibungstexte, Anzahl der Nennungen in dem gesamten Datenbestand der Quellen, Kategorisierung der Technologie sowie eine Einschätzung der Technologiereife anhand der Anzahl der Publikationen über den Zeitverlauf. Im Folgenden werden die einzelnen Prozessschritte detailliert beschrieben.



Row ID	Sum(TF...	Term as String
Row0	1	©Ascending Technologies Pelican MAV.
Row1	1	×
Row2	1	0.18-μ CIS
Row3	1	0.18um
Row4	2	2-D
Row5	1	2D
Row6	3	3D
Row7	1	802.11b
Row8	1	AAL
Row9	3	ABS
Row10	3	AC
Row11	1	ACK
Row12	1	ACM Conference Ubiquitous Computing.
Row13	1	ADC
Row14	2	AE
Row15	2	AF
Row16	1	AFL DES-Testbed

Bild 4-24: Bildschirmfoto des Ergebnisses der Technologieextraktion (Ausschnitt)

Laden der Technologieinformationsbasis

Die bisherige Auswertung fand auf Basis der Texte statt, die für die Suchaufträge gefunden wurden. Um eine möglichst breite Informationsbasis zu schaffen, wird diese nun erweitert, indem die Suchquellen aus dem Suchauftrag nach den konkreten Technologien durchsucht werden. Dazu können die bereits vorhandenen Suchmodule genutzt werden. Die Suchbegriffe werden als Parameter übergeben. Bild 4-25 stellt den Prozess zum Laden der Informationsbasis dar.

Die Dauer dieses Prozesses hängt maßgeblich von der Anzahl der gefundenen Technologien, der Anzahl der Quellen sowie der Auslastung der Server und der Internetverbindung

⁷⁶ Ein weiterer Grund für dieses Vorgehen ist die mögliche Generierung von Kosten. Einige Service-Anbieter bepreisen die Nutzung der Dienste nach der Anzahl der API-Abfragen.

ab. Dies kann beliebig lange dauern. Aus diesem Grund wird im Rahmen des Prozessblocks *Teilen* eine Funktion zur Verfügung gestellt, um die Anzahl der Suchbegriffe zu reduzieren. Dabei können die Technologien mit den häufigsten Suchergebnissen in den Quellen ausgewählt werden. Die Prozessschritte für diese Aktion werden im Folgenden beschrieben.

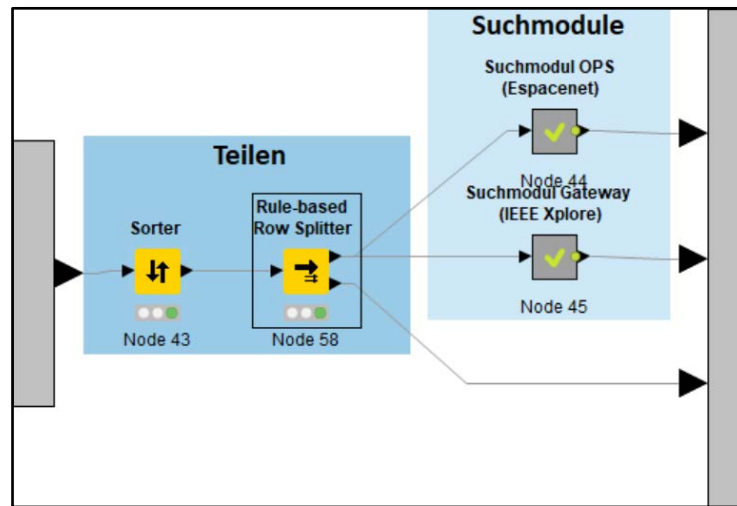


Bild 4-25: Bildschirmfoto des Prozesses zum Laden der Technologieinformationsbasis nach [Ebe13, S. 62]

- **Sorter:** Dieser Prozessschritt sortiert die möglichen Technologien abfallend nach Häufigkeit der Nennungen, die im Rahmen der Technologieextraktion ermittelt wird.
- **Rule-based Row Splitter:** Im Rahmen dieses Prozessschritts wird die Regel definiert, ab welcher Nennhäufigkeit die Suchmodule für eine Technologie abgefragt werden. Diese Variable kann zu Beginn gesetzt werden. Es wird empfohlen, die Technologieinformationsbasis aller identifizierten möglichen Technologien zu laden, um keine schwachen Signale zu verlieren.

Bild A-5 (vgl. Anhang A2.4) zeigt exemplarisch das Ergebnis dieses Prozesses am Beispiel des Suchmoduls OPS. Die Spalte *Row_ID* ist die ID, die Spalte „i“ stellt die Information über die Häufigkeit der Nennung im Rahmen der Technologieextraktion dar, die dritte Spalte beschreibt die Technologie und die vierte Spalte zeigt das Suchergebnis für die Technologie. Augenscheinlich ist dieses Ergebnis identisch zum Durchführen der modularen Suche (vgl. Abschnitt 4.3.2). Allerdings ist die Ergebnismenge um ein Vielfaches höher. So werden für die Technologie UWB (Ultra-Wideband) bereits 44.494 relevante Dokumente identifiziert.

Ermittlung von Technologienamen

Eine Vielzahl der gefundenen Technologien wird von dem maschinellen Lernmodell in Form einer Abkürzung zurückgegeben. Dies scheint eine wesentliche Regel zu sein, die

das maschinelle Lernmodell auf Basis der Eingangsinformationen erarbeitet hat. Für die anschließende Bewertung ist dies jedoch kontraproduktiv, da die Technologie als solche identifiziert werden muss. Dies ist äußerst zeitintensiv. Aus diesem Grunde wird eine automatisierte Namensermittlung durchgeführt.

Die Namensbeschreibungen sind in der Regel in dem Text vorhanden, in denen die möglichen Technologien identifiziert werden. Dies erlaubt es, konkret danach zu suchen. Bild 4-26 zeigt die Prozessschritte, die notwendig sind, um die vollständigen Technologie-Namen zu ermitteln. Der Gesamtprozess ist zur besseren Lesbarkeit in zwei Prozessblöcke gegliedert. Zunächst werden die relevanten Texte zur Namensfindung im Rahmen des vorgelagerten Prozessschritts XML Abfrage (Abstrakt) bereitgestellt. Dabei werden sämtliche Quellen, in der eine mögliche Technologie enthalten ist, in den Speicher geladen und mit der Abkürzung klassifiziert. Im Anschluss geschieht die Ermittlung von möglichen Technologienamen sowie die Auszählung und Filterung der Ergebnisse. Die beiden Prozessblöcke werden im Folgenden detailliert beschrieben.

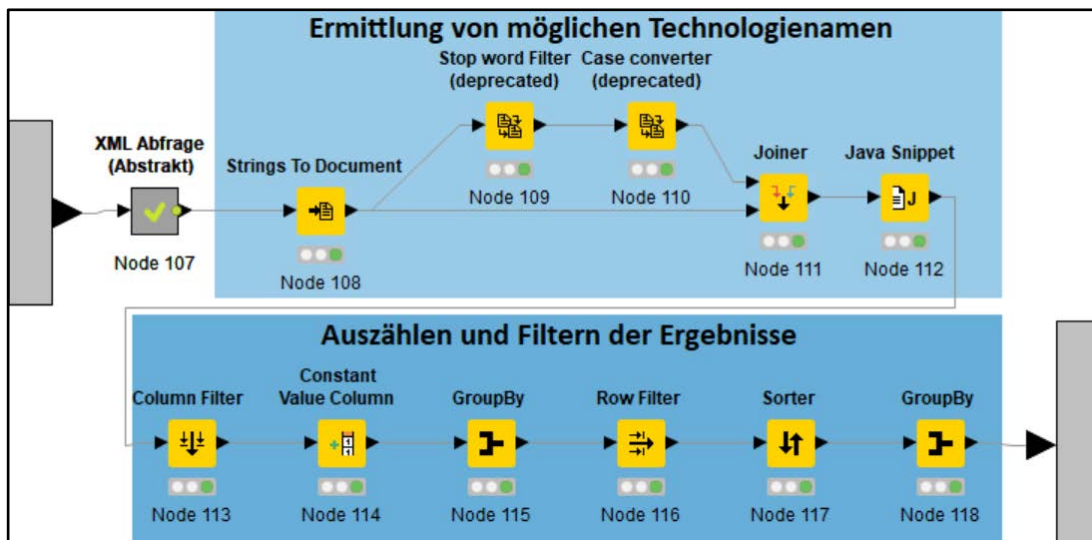


Bild 4-26: Bildschirmfoto des Prozesses zur Ermittlung des vollständigen Technologienamens in Anlehnung an [Ebe13, S. 68]

- **Strings To Document:** Die Texte, die einer möglichen Technologie zugeordnet sind, werden im Folgenden im Document-Datentyp benötigt. Diese Umwandlung aus String-Datentyp geschieht in diesem Prozessschritt (vgl. Abschnitt 4.3.3). Für die weitere Verarbeitung wird ausschließlich der Text des gefundenen Dokuments genutzt. Die Metainformationen⁷⁷, wie der Technologienname sowie die Anzahl der gefundenen Ergebnisse, werden für die folgenden zwei Prozessschritte nicht benötigt. Aus diesem Grund teilt sich der folgende Prozess in zwei Pfade. Die

⁷⁷ Metainformationen beschreiben Informationen über die eigentlichen Daten. In diesem Fall sind Metainformationen Attribute, die das zu analysierende Text-Dokument beschreiben.

Nodes 109 und 110 erhalten ausschließlich den zu analysierenden Text, die Metainformationen werden an Node 111 (Joiner) durchgereicht.

- **Stop word Filter (deprecated):** Der Stop word-Filter entfernt Wörter, die häufig in einem Satz vorkommen, jedoch keine Relevanz für die Ermittlung des Technologienamens aufweisen. Diese sogenannten Stoppwörter werden im Rahmen dieses Prozessschritts identifiziert und gelöscht (vgl. Abschnitt 4.3.3).
- **Case converter (deprecated):** Wörter, die zu Beginn eines Satzes stehen oder einen Eigennamen darstellen, werden in der Regel großgeschrieben. In den Dokumenten ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Schreibweisen enthalten, sodass in diesem Prozessschritt alle Buchstaben in Kleinbuchstaben gewandelt werden. Dies ist ein übliches Vorgehen im Rahmen des NLP und ermöglicht eine höhere statistische Vergleichbarkeit der Texte.
- **Joiner:** Dieser Prozessschritt vereint die Metainformationen mit den verarbeiteten Texten. Dabei werden die beiden Tabellen über die IDs miteinander verknüpft und zu einer Tabelle wieder zusammengefasst. Das Ergebnis ist eine Tabelle mit dem Dokument in Kleinbuchstaben ohne Stoppwörter zusammen mit den Metainformationen zu diesem Dokument.
- **Java Snippet:** Das Java Snippet stellt die Funktion bereit, die die Technologienamen in den Dokumenten identifiziert. Dazu werden die folgenden zwei Annahmen getroffen:
 - 1) Die Anzahl der Buchstaben der gefundenen Technologieabkürzung ist identisch mit der Anzahl der Wörter, die die Abkürzung beschreiben.
 - 2) Der vollständige Technologiename steht vor der Abkürzung.

Diese Annahmen sind auf Basis einer manuellen Textanalyse entstanden und stellen den notwendigen ersten Schritt für die Identifikation der Technologienamen dar. Zur Identifikation der Technologienamen wird ein regulärer Ausdruck⁷⁸ genutzt, der die oben erläuterten Regeln umsetzt. Dazu wird die Zeichenfolge vor der Technologieabkürzung mit folgendem Ausdruck identifiziert:

(\\s){Technologieabkürzungslänge-1}(Technologieabkürzung)

Die Klammern gliedern diesen regulären Ausdruck in drei Teilbereiche.

⁷⁸ Ein regulärer Ausdruck ist ein Konstrukt aus der Informatik zur Definition von Zeichenketten mit Hilfe syntaktischer Regeln [Fri97, S. 1f.]. ECHTERHOFF sieht reguläre Ausdrücke im Rahmen der Identifikation von Cross Industrie-Applikationen kritisch, beschreibt allerdings auch eine fehlerhafte Syntax [Ech14, S. 124].

- 1) (\s): Definiert die Regel, alle Freizeichen⁷⁹ im Text zu identifizieren. Dies sind Leerzeichen, aber auch Tabulator(zeichen) und Return(zeichen).
- 2) {Technologieabkürzungslänge-1}: Definiert die Häufigkeit der vorherigen Regel. Bei einer Technologieabkürzung mit einer Länge von drei (beispielsweise UWB) sind Zeichenfolgen zu identifizieren, die zwei Leerzeichen enthalten.
- 3) (Technologieabkürzung): Diese Regel definiert, dass hinter der Zeichenfolge mit der entsprechenden Anzahl an Leerzeichen die Technologieabkürzung stehen muss. Dies ist in dem konkreten Fall UWB.

Dieses Vorgehen schlägt Namen vor, bei der allerdings keine exakte Genauigkeit garantiert werden kann. Zur Steigerung der Genauigkeit wird auf das Gesetz der Großen Zahlen⁸⁰ zurückgegriffen. Ziel ist eine Liste von Technologienamen, die am häufigsten in den Dokumenten gefunden werden. Dieses Vorgehen ist im Prozessblock *Auszählen und Filtern* der Ergebnisse beschrieben (vgl. Bild 4-26) und wird im Folgenden detailliert:

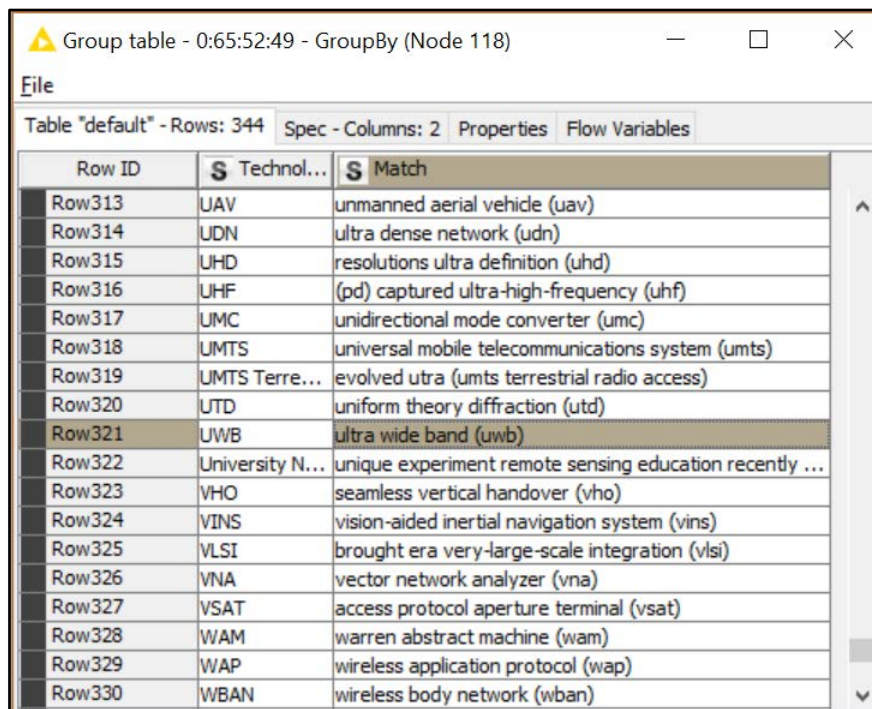
- **Column Filter:** Für die effiziente Verarbeitung wird das Gesamtdokument aus dem Speicher entfernt. Es bleiben die Technologieabkürzung sowie der Technologienamen übrig. Dieser Schritt ist ausschließlich für die Verbesserung der Rechenzeit notwendig und hat methodisch keine Relevanz.
- **Constant Value Column:** Für die Häufigkeit der Technologienamen wird eine zusätzliche Spalte benötigt, die als Zähler dient und um eins hochrechnet, sobald das identische Ergebnis in einem anderen Dokument gefunden wird. Im initialen Zustand werden alle Werte auf 1 gesetzt.
- **GroupBy:** Dieser Prozessschritt gruppiert die identische Kombination von Technologieabkürzung und Technologienamen. Wird ein Datensatz mit einem identischen Datensatz gruppiert, rechnet der Zähler automatisch um eins hoch. So reduziert sich die Anzahl der Einzelergebnisse von 424.377 auf 8.807 gruppierte Werte.
- **Row Filter:** In diesem Prozessschritt werden die Einträge entfernt, für die kein Technologienamen gefunden wird. In Summe wurden für 344 potentielle Technologien Namen identifiziert aus einer Gesamtmenge von 517.
- **Sorter:** Die gefundenen Technologienamen werden anhand der Häufigkeit absteigend sortiert. Dies dient der Vorbereitung für den nächsten Prozessschritt.

⁷⁹ Die Freizeichen sind in der zugrundeliegenden Textstruktur mit einem eindeutigen Zeichen identifizierbar.

⁸⁰ Das Gesetz der Großen Zahlen beschreibt das Phänomen, dass sich das Ergebnis in einem möglichst stabilen Zustand einpendelt, sofern die Stichprobe möglichst groß ist [Sch09, S. 397ff.].

- **GroupBy:** Abschließend werden die Technologienamen ausgewählt, die am häufigsten auftreten. Dazu werden die Technologienamen je Technologieabkürzung gruppiert und nach Häufigkeit des Auftretens sortiert.

Es hat sich erwiesen, dass die Identifikation der Technologienamen alleine auf Basis von regulären Ausdrücken notwendig, aber nicht hinreichend ist. Der nachgelagerte statistische Ansatz erhöht die Genauigkeit auf über 90%. Bild 4-27 zeigt einen Ausschnitt des Ergebnisses der Namensfindung. UWB wird erfolgreich als *ultra wide band* identifiziert.



Row ID	S Technol...	S Match
Row313	UAV	unmanned aerial vehicle (uav)
Row314	UDN	ultra dense network (udn)
Row315	UHD	resolutions ultra definition (uhd)
Row316	UHF	(pd) captured ultra-high-frequency (uhf)
Row317	UMC	unidirectional mode converter (umc)
Row318	UMTS	universal mobile telecommunications system (umts)
Row319	UMTS Terre...	evolved utra (umts terrestrial radio access)
Row320	UTD	uniform theory diffraction (utd)
Row321	UWB	ultra wide band (uwb)
Row322	University N...	unique experiment remote sensing education recently ...
Row323	VHO	seamless vertical handover (vho)
Row324	VINS	vision-aided inertial navigation system (vins)
Row325	VLSI	brought era very-large-scale integration (vlsi)
Row326	VNA	vector network analyzer (vna)
Row327	VSAT	access protocol aperture terminal (vsat)
Row328	WAM	warren abstract machine (wam)
Row329	WAP	wireless application protocol (wap)
Row330	WBAN	wireless body network (wban)

Bild 4-27: Bildschirmfoto des Ergebnisses der Ermittlung der Technologienamen (Ausschnitt)

Ermittlung von Publikationsinformationen

Ziel ist eine Auflistung der Anzahl an Publikationen pro Kalenderjahr je Technologie. Diese Anzahl stellt über die Jahre verteilt einen geeigneten Indikator für die anschließende Bewertung der Technologiereife dar.⁸¹ Aufgrund der möglicherweise hohen Anzahl an Publikationen kann das manuelle Sammeln dieser Publikationsdaten äußerst zeitaufwendig sein. Zudem liegen die gefundenen Publikationsdaten noch im Arbeitsspeicher vor, sodass es sinnvoll ist, diese zum jetzigen Zeitpunkt aufzubereiten.

Der Prozess zur Ermittlung von Publikationsinformationen ist in Bild 4-28 dargestellt. Der erste Prozessschritt stellt die Publikationsdaten in Form einer Liste bereit und lädt sie

⁸¹ Analog zu dem theoretischen Konzept der technologischen S-Kurve [GP14, S. 132f.].

in den Speicher (analog zur Ermittlung der Technologienamen). Dabei wird für jede gefundene Publikation aus der Technologieinformationsbasis das entsprechende Publikationsjahr hinzugefügt und der Technologie zugeordnet. Anschließend erfolgt die Verarbeitung dieser Daten. Dieser Verarbeitungsschritt findet im Prozessblock *Filtern und Sortieren der Publikationsdaten* statt. Im Folgenden wird dieser Prozessblock detailliert beschrieben.

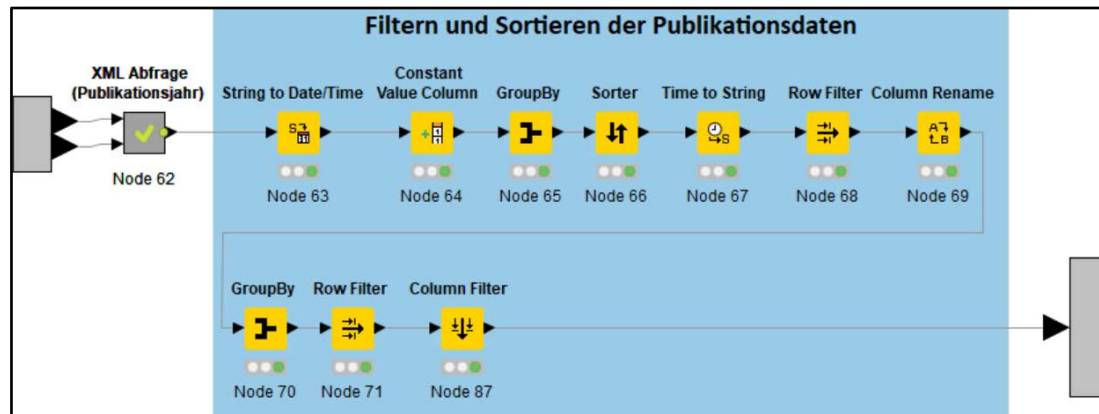


Bild 4-28: Bildschirmfoto des Prozesses zur Ermittlung der Publikationsinformationen in Anlehnung an [Ebe13, S. 65]

- **String to Date/Time:** Zu Beginn wird das Publikationsjahr aus dem Datentyp String in den Datentyp Date/Time überführt. Date/Time wird im Folgenden für die Verarbeitung der Publikationsjahre benötigt.
- **Constant Value Column:** Für die Anzahl der Publikationen pro Jahr je Technologie wird eine zusätzliche Zähl-Spalte benötigt. Diese Spalte wird initial für alle Felder auf 1 gesetzt.
- **GroupBy:** Dieser Prozessschritt gruppiert die identische Kombination von Technologieabkürzung und Publikationsjahr. Wird ein Datensatz mit einem identischen Datensatz gruppiert, rechnet der Zähler in der Zähl-Spalte automatisch um eins hoch.
- **Sorter:** Als Vorbereitung für die nachfolgenden Prozessschritte wird die Liste sortiert. Als erstes Sortierkriterium dient die Technologie, als zweites Sortierkriterium das Publikationsjahr. So entsteht eine alphabetisch sortierte Liste nach Technologien, die aufsteigend nach Publikationsjahren sortiert ist.
- **Time to String:** Nach abgeschlossener Sortierung nach Publikationsjahren wird der Datentyp des Publikationsjahres aus dem Datentyp Date in den Datentyp String überführt. Dies ist der definierte Zieldatentyp.
- **Row Filter:** Um die Ergebnisse vergleichbar zu halten, werden alle Publikationen für das aktuelle Kalenderjahr herausgefiltert. Wird die Analyse früh im Kalenderjahr durchgeführt, so kann es passieren, dass eine irreführende Entwicklung der

Publikationszahlen für dieses Jahr angenommen wird. Eine fehlerhaft berechnete Abflachung der Publikationszahlen kann zu falschen Implikationen der Technologiereife führen.

- **Column Rename:** Für ein aussagekräftiges Ergebnis werden die wesentlichen Spalten konkretisiert. Dazu wird die Zähler-Spalte in Publikationszahlen und die Jahres-Spalte in Publikationsjahr umbenannt.
- **GroupBy:** In diesem Prozessschritt werden alle Publikationszahlen sowie -jahre je Technologie in eine Spalte zusammengefasst. Dazu wird nach dem Technologienamen gruppiert. Bei der Gruppierung werden sowohl die Publikationszahlen, als auch die -jahre konkateniert, also zusammengefügt. Das bedeutet, dass die jeweiligen Informationen als Text hintereinander gesetzt und mit einem Komma getrennt werden. Dabei wird sichergestellt, dass sich die Publikationszahl an einem bestimmten Index (Position in der Zeichenkette) zu einem Publikationsjahr zurückführen lässt.
- **Row Filter:** Dieser Prozessschritt filtert die Technologien heraus, denen keine Publikationszahlen oder -jahre zugeordnet werden konnten. Dies geschieht äußerst selten und ist in diesem konkreten Fall nicht vorgekommen.
- **Column Filter:** Abschließend wird die Liste mit den Publikationsinformationen aufbereitet. Dazu werden alle Spalten herausgefiltert, die irrelevant für die weitere Betrachtung sind. Es bleiben eine ID, der Technologienname sowie die Publikationsinformationen übrig.

Bild 4-29 zeigt einen Ausschnitt des Ergebnisses der Ermittlung der Publikationsinformationen. Es ist ersichtlich, dass die erste Publikation zu UWB im Jahre 1978 entstand. Anschließend gab es 14 Jahre keine weitere Publikation bis zum Ende der 90er Jahre, in denen die Technologie langsam in den Fokus der Forschung rückte. Mitte der 2000er Jahre stieg die Anzahl der Publikationen zu UWB deutlich an, was darauf hindeuten lässt, dass UWB in diesem Zeitraum in die Wachstumsphase eingetreten ist. Aktuell befindet sich diese Technologie noch immer in der Wachstumsphase, da ein Wendepunkt noch nicht erreicht ist, was sich mit der aktuellen Marktbeobachtung deckt.

Filtered table - 0:65:5:51 - Column Filter (Node 87)

File

Table "default" - Rows: 517 Spec - Columns: 3 Properties Flow Variables

Row ID	Technologienname	Publikationszahlen	Publikationsjahre
Row473	UDN	1, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 2, 1, 5, 3, 1, 3...	1926, 1929, 1940, 1943, 1950, 1951, 1960, 1961, 1962...
Row474	UHD	1, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 4, 2, 4, 3, 5, 3...	1928, 1955, 1967, 1973, 1977, 1985, 1987, 1988, 1989...
Row475	UHF	1, 2, 5, 2, 1, 6, 3, 6, 6, 2, 6, 2, 1, 1, 2, 3, 4...	1947, 1950, 1952, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1960...
Row476	UMC	1, 1, 1, 1, 3, 2, 1, 4, 2, 2, 3, 1, 4, 3, 1, 3, 1...	1940, 1944, 1960, 1961, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973...
Row477	UMTS	1, 1, 1, 2, 1, 1, 3, 5, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 19, 3...	1956, 1981, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995...
Row478	UMTS Terrestrial Radio Access	1, 4, 1, 8, 1, 10, 9, 13, 31, 43, 30, 42, 40, ...	1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000...
Row479	UTD	1, 1, 1, 2, 1, 1, 3, 1, 4, 2, 2, 5, 1, 10, 3, ...	1926, 1929, 1959, 1968, 1974, 1975, 1977, 1978, 1979...
Row480	UWB	1, 2, 1, 4, 4, 2, 7, 6, 8, 37, 54, 59, 74, 59, ...	1978, 1992, 1996, 1997, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003...
Row481	UWB RF	1, 2, 2, 2, 3, 5, 4, 17, 28, 35, 56, 74, 63, 7...	1978, 1996, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004...
Row482	UWB Sensor	1, 1, 1, 2, 2, 4, 1, 1, 5, 1, 9, 22, 26, 32, 59...	1964, 1988, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002...
Row483	University	4, 1, 3, 1, 1, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 6, 2, 2, 2...	1907, 1930, 1950, 1952, 1956, 1959, 1961, 1962, 1963...
Row484	University Debrecen	1, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 3, 2, 1, 1, 2, 4, 3, 9, 2, 5...	1969, 1978, 1979, 1980, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986...
Row485	University Nebraska-Lincoln	1, 1, 1, 1, 2, 2, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 1, 1...	1893, 1894, 1906, 1913, 1917, 1918, 1928, 1929, 1930...
Row486	University Western Australia	2, 2, 2, 1, 1, 2, 4, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 3, 1...	1893, 1907, 1913, 1920, 1921, 1925, 1928, 1929, 1930...
Row487	University Wyoming first-year Introduction En...	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 1, 3, 1, 1, 1, 2...	1953, 1971, 1980, 1985, 1989, 1990, 1991, 1993, 1996...
Row488	VHO	1, 1, 2, 1, 1, 1, 2, 1, 2, 5, 4, 4, 2, 4, 2, 1, 5...	1895, 1944, 1948, 1951, 1952, 1953, 1956, 1957, 1958...
Row489	VINS	1, 2, 1, 1, 2, 1, 2, 3, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 3...	1920, 1932, 1934, 1949, 1960, 1965, 1972, 1974, 1975...
Row490	VLSI	1, 1, 1, 5, 7, 3, 5, 11, 12, 12, 10, 19, 27, 3...	1977, 1978, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986...

Bild 4-29: Bildschirmfoto des Ergebnisses der Ermittlung der Publikationsinformationen (Ausschnitt)

Ermittlung von Technologiebeschreibungen

Ziel ist eine kurze und prägnante Beschreibung der gefundenen Technologien. Für einige Technologien existieren bereits Beschreibungstexte. Diese können speziellen technologieorientierten Datenbanken (vgl. Abschnitt 4.2.4) oder auch in Online-Enzyklopädien entnommen werden. Es empfiehlt sich, die Beschreibungsquelle nach den folgenden drei Kriterien auszusuchen:

- 1) Es existiert eine Programmierschnittstelle mit der mittel- oder unmittelbar der Beschreibungstext heruntergeladen werden kann. Der Text wird also entweder direkt in den Speicher geladen oder ist zumindest als Beschreibungstext gekennzeichnet.
- 2) Das Antwortformat ist einheitlich, damit die Antwort der Abfrage effizient und effektiv verarbeitet werden kann.
- 3) Die Quelle ist umfassend und aktuell. Da insbesondere die Schwachen Signale interessant sind, sollten die Quellen eine hohe Anzahl an aktuellen Artikeln aufweisen und regelmäßig aktualisiert werden. Quellen, die durch eine hohe Aktivität der eigenen Community gepflegt werden, sind zu bevorzugen, da aufgrund der Masse an verfügbarem Wissen die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass aktuelle Technologien beschrieben werden.

Im Rahmen der Arbeit wird die Online-Enzyklopädie Wikipedia⁸² ausgewählt und als Quelle für Technologiebeschreibungen genutzt. Diese Quelle erfüllt die an sie gestellten

⁸² Eine Bewertung der wissenschaftlichen Güte von Wikipedia ist nicht Teil dieser Arbeit. Ziel ist der Nachweis über die prinzipielle Eignung externer Quellen zur Technologiebeschreibung.

Anforderungen. Bild 4-30 zeigt den Prozess zur Abfrage der Beschreibungsinformationen über Wikipedia. Dieser Prozess ist in zwei Prozessblöcke und zwei einzelnen Nachbearbeitungsschritten aufgeteilt, die im Folgenden detailliert beschrieben werden.

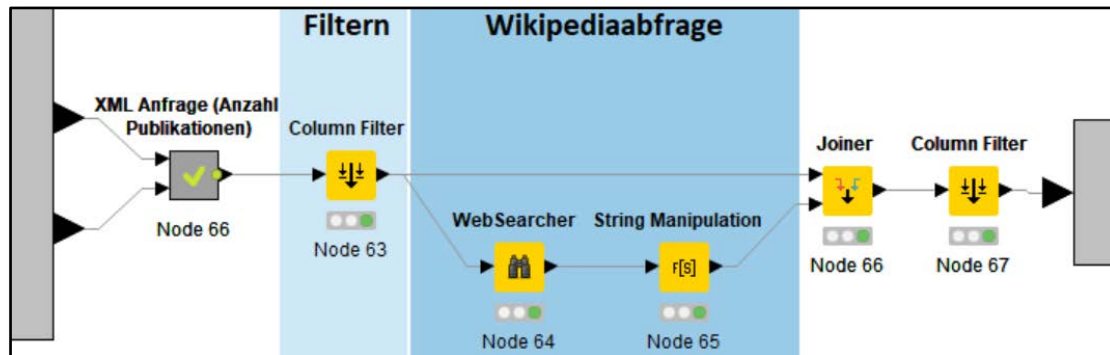


Bild 4-30: Bildschirmfoto des Prozesses zur Ermittlung der Technologiebeschreibungen in Anlehnung an [Ebe13, S. 72]

Im ersten Prozessschritt wird die Technologieinformationsbasis geladen. Da dieser Schritt ebenfalls rechenintensiv ist, kann die Anzahl begrenzt werden. Ferner werden nicht alle Spalten benötigt, die aus dem Speicher geladen werden.

- **Column Filter:** Dieser Prozessschritt entfernt unnötige Spalten aus der Tabelle, die aus dem Speicher geladen wird. Im Wesentlichen wird eine ID, der Technologienname sowie die Anzahl der Quellen, in denen die Technologie gefunden wird, benötigt. Letztere Angabe ist wichtig, sofern nur eine beschränkte Anzahl zur Analyse zugelassen wird, beispielsweise die 10 am häufigsten gefundenen Technologien.

Im Folgenden wird der Prozess in zwei Pfade aufgeteilt. Für die eigentliche Suche in der Quell-Datenbank ist ausschließlich der Name relevant, nach dem gesucht werden soll. Alle weiteren Informationen werden an Node 66 weitergereicht. Für die Suche nach Beschreibungstexten sind die folgenden zwei Prozessschritte notwendig. Diese können bei Bedarf durch andere Quellen ersetzt werden.

- **WebSearcher:** Der WebSearcher⁸³ stellt nativ eine Verbindung zu einer Online-Suche her. Es ist lediglich die Auswahl des Suchanbieters notwendig. Ferner wird der Spaltenname konfiguriert, der den Technologienamen enthält sowie die Sprache. Der WebSearcher liefert den Beschreibungstext, die abgefragte URL⁸⁴ sowie den Zeitstempel der letzten Textanpassung zurück.

⁸³ Der WebSearcher von KNIME stellt verschiedene Konnektoren für Suchanbieter zur Verfügung, wie zu Bing und Google. Eine eigene Implementierung ist an dieser Stelle nicht notwendig.

⁸⁴ Ein Uniform Resource Locator (URL) adressiert eine Webseite. Über diese lesbare Buchstabenkombination wird auf die entsprechende Seite zugegriffen [Wil13, S. 611].

- **String Manipulation:** Bestimmte Technologienamen sind in den Quell-Datenbanken nicht eindeutig identifizierbar. Der WebSearcher liefert sämtliche mögliche Kurzbeschreibungen zurück und trennt sie durch ein Komma. Da im Rahmen des Gesamtprozesses das Komma bereits beim Konkatenieren eingesetzt wird, werden alle Kommata durch ein sonstiges beliebiges Sonderzeichen ersetzt, das noch nicht genutzt wird. In diesem Fall ist es eine Raute.

Abschließend werden die Daten für die weitere Verarbeitung in dem Software-Werkzeug aufbereitet. Die folgenden zwei Prozessschritte haben keine inhaltliche Relevanz.

- **Joiner:** Dieser Prozessschritt führt die Spalten wieder zusammen, die für die Internetsuche entfernt wurden. Die Zusammenführung erfolgt über die ID.
- **Column Filter:** Für die weitere Verarbeitung im Gesamtprozess werden die Spalten ausgewählt, die der WebSearcher zurückgegeben hat. Dies ist der Beschreibungstext, der Zeitstempel der letzten Textanpassung sowie die abgefragte URL. Alle weiteren Spalten werden entfernt.

Bild 4-31 zeigt einen Ausschnitt der Ergebnisse. Es ist deutlich ersichtlich, dass bei vielen Technologienamen eine Mehrdeutigkeit existiert. Die Mehrdeutigkeit kann ausschließlich durch eine manuelle Nachbearbeitung behoben werden. Allerdings wird der Nutzen der automatisierten Technologiebeschreibung dennoch als hoch angesehen, da es in Summe manuellen Aufwand einspart. UWB wird in diesem konkreten Fall richtigerweise als radio technology beschrieben.

Row ID	Technol...	Summary
Row480_Row...	UWB	UWB may refer to: Ultra-wideband# a very wide band radio technology In education: U
Row378_Row...	RF	RF is an abbreviation for radio frequency. Rf or RF may also mean: RF Online# an or
Row266_Row...	MIMO	In radio# multiple-input and multiple-output# or MIMO (pronounced / 'maɪmoʊ/ or / 'mi
Row196_Row...	IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE# pronounced "I triple E
Row385_Row...	RFID	Radio-frequency identification (RFID) uses electromagnetic fields to automatically ident
Row343_Row...	PLC	PLC or plc may refer to: Product lifecycle Public limited company# a type of company
Row425_Row...	SLAM	Slam# SLAM or SLAMS may refer to: Slam (DJs)# a techno and electronic production/
Row273_Row...	MMSE	MMSE can refer to: Mini-Mental State Examination# a questionnaire to measure cogniti
Row402_Row...	RSSI	received signal strength indicator (RSSI) is a measurement of the power present in a re
Row472_Row...	UAV	An unmanned aerial vehicle (UAV)# commonly known as a drone# is an aircraft without
Row39_Row3...	BER	BER is the IATA area code for airports in the Berlin region# Germany: Berlin-Tegel Airp
Row276_Row...	MPC	MPC# Mpc or mpc has multiple meanings. Megaparsec (Mpc)# unit of length used in a
Row330_Row...	PAPR	PAPR may refer to: Peak-to-Average Power Ratio# the peak divided by the Root mean
Row416_Row...	SI	Si# SI or si may refer to: Si (film)# original title of the 2010 South Korean film Poetry S
Row315_Row...	OFDM	Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) is a method of encoding digital data
Row355_Row...	PV	PV may refer to: Paradise Valley# Arizona Prescott Valley# Arizona Palos Verdes# Ca
Row388_Row...	RGB	The RGB color model is an additive color model in which red# green and blue light are a

Bild 4-31: Bildschirmfoto des Ergebnisses der Ermittlung der Technologiebeschreibungen (Ausschnitt)

4.3.5 Klassifikation der Technologien

Essentiell für die kontinuierliche Verbesserung des maschinellen Lernmodells ist die kontinuierliche Technologie-Klassifikation. Dabei wird bewertet, ob es sich bei dem jeweiligen Suchergebnis um eine Technologie handelt oder nicht. Es wird noch nicht bewertet, ob die Technologie relevant für das Geschäftsmodell ist.

Der Ansatz, Technologien mit Hilfe eines maschinellen Lernmodells zu identifizieren, ist kein semantischer oder regelbasierter Ansatz (vgl. Abschnitt 3.3.2), sondern ein statistischer. Das bedeutet, dass Technologien aufgrund ihrer Eigenschaften im Text identifiziert werden. Da es sich bei den Algorithmen häufig um eine Black-Box handelt, sind die exakten Regeln schwer nachvollziehbar. Im Rahmen dieser Arbeit kann jedoch festgehalten werden, dass Technologien in der Regel mit einer Abkürzung beschrieben sind und dass diese Abkürzungen dann häufig am Satzanfang stehen. Maschinelle Lernverfahren erreichen aber selten eine Genauigkeit von 100%⁸⁵.

Die Bewertung erfolgt über ein Formular, das sämtliche bereits bekannte Informationen bündelt und visualisiert. Ferner sind zwei Schaltflächen vorhanden, mit der das Suchergebnis als Technologie klassifiziert oder abgelehnt wird. Bild 4-32 zeigt dieses Formular exemplarisch am Beispiel UWB.

TFA

BROWSE Datei Ansicht

uwb

Technologie Keine Technologie

Vollständiger Name
ultra wide band

Suchbegriff: Indoor Positioning Erstellt: 20.9.2017 15:42:44

Beschreibung:
uwb may stand for: ultra wide band, a a very wide radio technology...

◀ Zurück Speichern

Technologie-Klassifikation

Diese Maske bietet erste Informationen über potentielle Technologien. Zusätzlich wird die Klassifikation (Vorbewertung) durchgeführt. Durch die Schaltflächen „Technologie“ und „Keine Technologie“ wird der zugrunde liegende Lern-Algorithmus stetig verbessert.

Bild 4-32: Steckbrief mit Technologie-Klassifizierung in Anlehnung an [PEG15, S. 1659]

⁸⁵ Bei einer Genauigkeit von 100% und bekannten Mustern oder Regeln innerhalb der Daten ist ein maschinelles Lernmodell nicht zielführend. Es ist effizienter, das Muster oder die Regel in Form von Bedingungen oder Schleifen zu programmieren.

Das Formular ist so aufgebaut, dass der Bewerter effizient die Suchergebnisse bewerten kann. Im oberen Teil sind direkt unter dem Titel des Suchergebnisses die Schaltflächen zur Klassifizierung angeordnet. Sollte es auf den ersten Blick ersichtlich sein, ob es sich um eine Technologie handelt, so ist diese direkt zu klassifizieren. Im unteren Bereich befinden sich die Detailinformationen, bestehend aus einem Beschreibungstext und einem Suchbegriff. Nach erfolgter Bewertung erscheint unverzüglich das nächste zu bewertende Suchergebnis.⁸⁶

Das Ergebnis der Bewertung wird unmittelbar und automatisiert als Eingangsgröße für das maschinelle Lernmodell bereitgestellt. Das in Bild 4-21 dargestellte Vorgehen erweitert sich damit zu einem Kreislauf. Bild 4-33 zeigt dieses schematische Vorgehen.

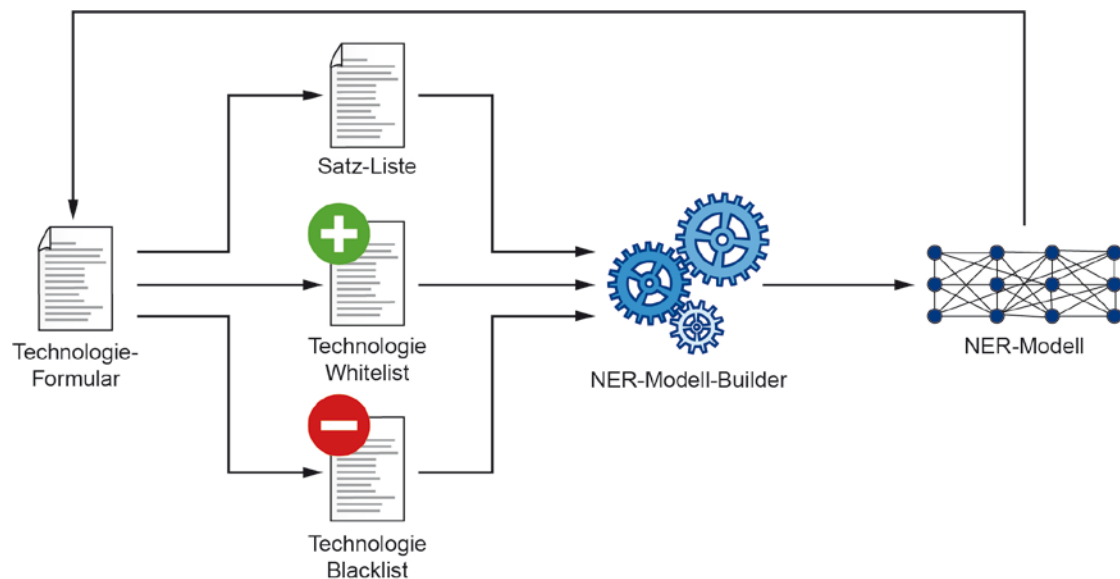


Bild 4-33: Schematische Darstellung des Prozesses zur kontinuierlichen Weiterentwicklung des maschinellen Lernmodells

Das Technologie-Formular stellt den Ausgangspunkt zur Technologie-Klassifikation dar. Es visualisiert zudem gleichzeitig die Ergebnisse der Technologiesuche. Nach erfolgter Klassifikation wird die Lernmenge für den NER-Modell-Builder bereitgestellt. Die Lernmenge besteht aus einer Text-Liste sowie einer Whitelist und einer Blacklist (vgl. Abschnitt 4.3.3). Diese White- und Blacklist werden automatisiert nach der Bewertung befüllt, in dem der Name des Suchergebnisses in eine dieser Listen aufgenommen wird. Zudem werden die Suchtexte, in denen die Technologie gefunden wurde, mit in die Text-Liste geschrieben. Der NER-Modell-Builder wird über Nacht aktiviert, sodass jederzeit ein möglichst aktuelles NER-Modell vorliegt. Das NER-Modell arbeitet anschließend mit

⁸⁶ Eine alternative Form der Darstellung stellt eine Liste oder Tabelle dar. Selbstredend ist diese Visualisierungsform ebenfalls umgesetzt. Da dies allerdings ausschließlich eine weitere Ansicht zur Visualisierung der Suchergebnisse darstellt und sonst keinen Mehrwert für diese Systematik bietet, wird diese im Rahmen der Arbeit nicht beschrieben.

einer höheren Genauigkeit und einer reduzierten Anzahl an Suchergebnissen. Die bereits gefundenen Technologien werden für die Folgesuchen nicht berücksichtigt.

Nach erfolgreicher Klassifikation werden die Technologien in eine Technologiелiste geschrieben und mit den bereits bekannten Informationen aus Abschnitt 4.3.4 ergänzt. Die Technologien wechseln damit ihren Status von potentieller Technologie in Technologie.⁸⁷

4.4 Bewertung der Technologien

Im Rahmen der Technologie-Bewertung wird in diesem Abschnitt die Technologie in verschiedenen Dimensionen analysiert. Dazu werden zunächst alle fehlenden Technologie-Informationen ergänzt (Abschnitt 4.4.1). Anschließend findet die Bewertung der Technologiepriorität (Abschnitt 4.4.2) sowie der Geschäftsmodellpriorität (Abschnitt 4.4.3) statt. Diese Bewertungen werden in einem Portfolio vereint (Abschnitt 4.4.4). Abschließend wird eine Radar-basierte Technologie-Priorisierung durchgeführt (Abschnitt 4.4.5). Ziel sind bewerte und priorisierte Technologien.

4.4.1 Manuelle Ergänzung von Technologieinformationen

Ziel dieser Phase ist eine möglichst vollständige Bewertungsbasis. Dazu werden die Informationen ergänzt, die in Phase 3 nicht automatisiert erhoben werden. Die vollständigen Informationen werden in einem Steckbrief gesammelt und aufbereitet. Die Beschreibungselemente sind bewusst kurzgehalten, sodass die wesentlichen Informationen für die Bewertung im Vordergrund stehen. Der Steckbrief enthält die folgenden Beschreibungselemente:

- **Kurzbeschreibung:** Die Kurzbeschreibung wird im Rahmen des Anreicherns von Technologieinformationen automatisch erhoben (vgl. Abschnitt 4.3.4). Sie wird in einen kurzen und prägnanten Beschreibungstext überführt.
- **Erklärung:** Erläuterungen, die über die Kurzbeschreibung hinausgehen, werden im Rahmen der Erklärung beschrieben. Allerdings ist darauf zu achten, dass die Erklärung prägnant formuliert wird.
- **Kategorie:** Enthält die übergeordnete Technologiekategorie und dient der Herstellung der Vergleichbarkeit zwischen den Technologien. Die Kategorie wird

⁸⁷ Dieses Vorgehen ist so gewählt, um das Back-End mit der Technologiesuche von dem Front-End mit der Bewertung zu trennen. Diese Trennung hat keinen Einfluss auf die Systematik ist aber performanter, da die beiden Software-Werkzeuge auf unterschiedlichen Infrastrukturen laufen.

manuell hinzugefügt und kann sich an einem existierenden Technologiekatalog orientieren.⁸⁸

- **Leistungsspezifikationen:** Die Leistungsspezifikationen hängt von der jeweiligen Kategorie ab und ist im Vorfeld zu definieren. Für Identifikations- und Kommunikationstechnologien sind der Frequenzbereich, Sendeleistung, Reichweite sowie die Datenrate als Kriterium geeignet.⁸⁹
- **Einschätzungen zur Beherrschbarkeit:** Diese Kategorie beinhaltet eine erste grobe Einschätzung bezüglich der Kriterien zur Beherrschbarkeit der Technologie. Diese Kriterien werden mit den Ausprägungen niedrig, mittel und hoch beschrieben. Im Folgenden sind diese aufgelistet.
 - Komplexität: Erwartete technische Komplexität zur Beherrschung der Technologie
 - Synergien: Erwarteten Synergien für das betrachtete Unternehmen
 - Investitionskosten: Erwartete Investitionskosten zur Beherrschung der Technologie
 - Disruptionspotential: Erwartete Disruptionspotential im Umgang und der Monetarisierung der Technologie
 - Verfügbarkeit (extern): Externe Verfügbarkeit der Technologie am Markt
- **Entwicklungsstand:** Der Entwicklungsstand umfasst die Stufen Prototyp, Pilotanwendungen sowie Serienreife und ist angelehnt an die Technologiebewertung der Innovations-Datenbank (vgl. Abschnitt 2.4.1) [BGI09, S. 43ff.]. Die Bezeichnung Prototyp bedeutet, dass diese Technologie ausschließlich in ersten Machbarkeitsstudien verbaut ist. Pilotanwendung ist so definiert, dass die Technologie bereits in größeren Installationen integriert ist, allerdings noch keine Serienreife aufweist. Serienreif ist eine Technologie, die bereits industrialisiert und kommerzialisiert ist.
- **Position auf der S-Kurve:** Diese Bewertung beruht auf dem S-Kurven-Konzept nach MCKINSEY und beschreibt die Technologiereife anhand der Leistungsfähigkeit und den kumulierten F&E-Aufwänden [GP14, S. 132f.]. Diese Bewertung wird im Rahmen der Technologiepriorität aufgegriffen (vgl. Abschnitt 4.4.2). Die

⁸⁸ Sollten die Technologieinformationen für Zwecke eingesetzt werden, die über diese Systematik hinausgehen, so kann es sinnvoll sein, zu Beginn eine Ontologie zu definieren.

⁸⁹ Anhand des Frequenzbereichs sowie der Reichweite lässt sich die Leistungsfähigkeit von Kommunikationstechnologien einschätzen. Ein niedriger Frequenzbereich weist eine niedrige Störanfälligkeit auf, kann aber auch nur wenige Daten pro Zeiteinheit transportieren. Ein hoher Frequenzbereich bedeutet eine gesteigerte Datenrate mit einer erhöhten Störanfälligkeit gegenüber Materialien in der Umgebung. Die Reichweite ist hingegen nicht zwangsweise abhängig von der Technologie.

Position wird anhand der Anzahl an Publikationen über den Zeitverlauf abgeschätzt.

- **Auswirkungen auf das Geschäftsmodell:** Diese Bewertung visualisiert den Einfluss auf die einzelnen Geschäftsmodellelemente. Diese wiederum sind eng verknüpft mit den Prozessen, die sich aus der tätigkeitsorientierten Beschreibung des Geschäftsmodells ergeben. Durch diese Verkettung ist der Einfluss auf das Geschäftsmodell abzuleiten.
- **Beschreibung der gegenwärtigen technischen Lösung:** Zur Lösung des Technologiepotentials wird die gegenwärtige technische Lösung beschrieben, die bereits im Einsatz ist. Hierbei kann es durchaus vorkommen, dass noch keine technische Lösung derzeit Verwendung findet.
- **Skizzen:** Enthält alle wesentlichen Bilder, die für das Verständnis zum Wirkprinzip der Technologie oder für den Technologieeinsatz wichtig sind. Dies können erste Skizzen oder schon aufbereitete technische Zeichnungen sein.
- **Quellen:** Beinhaltet eine Auflistung aller Quellen, die im Rahmen der Technologiesuche gefunden wurden. Es wird empfohlen, eigene existierende Quellen hinzuzufügen, um eine möglichst vollständige Auflistung an Quellen abzulegen.
- **Monitoring:** Im Rahmen dieses Beschreibungselements werden die notwendigen administrativen Informationen zum Monitoring abgelegt. Die Identifikation neuer Quellen wird zwar automatisiert durchgeführt, allerdings ist der Nutzer für die Überarbeitung der Einschätzung verantwortlich. Aus diesem Grund wird der verantwortliche Mitarbeiter festgelegt (vgl. Abschnitt 4.5.3). Ferner wird festgehalten, wann die letzte Aktualisierung durchgeführt wurde und die nächste Aktualisierung fällig ist.

Bild 4-34 zeigt exemplarisch den Steckbrief am Beispiel UWB. Dieser enthält die notwendigen Beschreibungstexte sowie eine Einschätzung zur Beherrschbarkeit der Technologie. Anhand der Publikationsdaten lässt sich abschätzen, dass es sich um eine Schlüsseltechnologie handelt. Es existieren bereits externe Pilotanwendungen, diese sind allerdings noch nicht zur Serienreife getrieben. Die Technologie beeinflusst das Nutzenversprechen, die Marktleistung sowie das Erlös-konzept.

Eine gegenwärtige Lösung im Einsatz zur Indoor-Positionierung in der Intra-Logistik existiert nicht, allerdings sind bereits andere produktnahe Kommunikationstechnologien im Einsatz. So existiert bereits ein Pilot eines kopflosen Geldautomaten⁹⁰. Die Quellen

⁹⁰ Der kopflose Geldautomat (Headless ATM) beschreibt das Konzept eines Geldautomaten ohne Monitor und Tastatur. Die gewünschte Buchung wird über das Smartphone eingegeben und über eine Near Field Communication (NFC-)Schnittstelle an den Geldautomaten übertragen [Fin17-ol].

sind aus der Technologiesuche entnommen, die Skizzen sind manuell hinzugefügt worden. So wird ein Großteil der Informationen automatisiert befüllt.

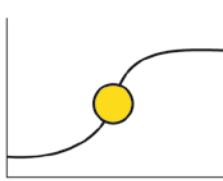
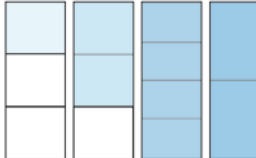
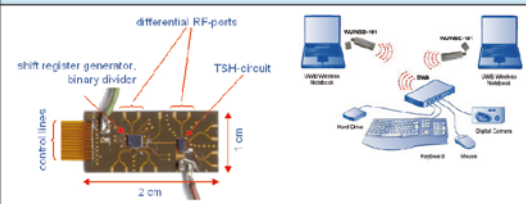
Kurzbeschreibung Technologie für Sender-Empfänger-Systeme zum automatischen und berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren von Objekten und Lebewesen mit Radiowellen.	Kategorie Identifikations- und Kommunikationstechnologie																			
Erklärung Ein UWB-System besteht aus einem Transponder (umgangssprachlich auch Tag genannt), der sich am oder im Objekt befindet und einen kennzeichnenden Code (ID) enthält sowie einem Lesegerät zum Auslesen dieser Kennung. Das Lesegerät enthält eine Software oder Firmware, das den eigentlichen Leseprozess steuert und eine UWB-Middleware mit Schnittstellen zu weiteren Applikationen und Datenbanken.	Leistungsspezifikationen <table border="1"> <thead> <tr> <th>Merkmal</th> <th>Ausprägung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frequenzbereich</td> <td>3,1-10,6 GHz</td> </tr> <tr> <td>Sendeleistung</td> <td>0,5 mW / -41,3 dBm/MHz</td> </tr> <tr> <td>Reichweite</td> <td>10-50m</td> </tr> <tr> <td>Datenrate</td> <td>0,48-1,32 Gbit/s</td> </tr> </tbody> </table>		Merkmal	Ausprägung	Frequenzbereich	3,1-10,6 GHz	Sendeleistung	0,5 mW / -41,3 dBm/MHz	Reichweite	10-50m	Datenrate	0,48-1,32 Gbit/s								
Merkmal	Ausprägung																			
Frequenzbereich	3,1-10,6 GHz																			
Sendeleistung	0,5 mW / -41,3 dBm/MHz																			
Reichweite	10-50m																			
Datenrate	0,48-1,32 Gbit/s																			
Einschätzung zur Beherrschbarkeit <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Komplexität</td> <td>hoch</td> </tr> <tr> <td>Synergien</td> <td>hoch</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td>hoch</td> </tr> <tr> <td>Disruptionspotential</td> <td>niedrig</td> </tr> <tr> <td>Verfügbarkeit (ex.)</td> <td>niedrig</td> </tr> </tbody> </table>	Komplexität	hoch	Synergien	hoch	Investitionskosten	hoch	Disruptionspotential	niedrig	Verfügbarkeit (ex.)	niedrig	Entwicklungsstand <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Jahr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prototyp</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> <tr> <td>Piloten-anwendung</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 2013</td> </tr> <tr> <td>Serienreife</td> <td><input type="checkbox"/> _____</td> </tr> </tbody> </table>		Jahr	Prototyp	<input type="checkbox"/> _____	Piloten-anwendung	<input checked="" type="checkbox"/> 2013	Serienreife	<input type="checkbox"/> _____	Position S-Kurve Schlüsseltechnologie 
Komplexität	hoch																			
Synergien	hoch																			
Investitionskosten	hoch																			
Disruptionspotential	niedrig																			
Verfügbarkeit (ex.)	niedrig																			
	Jahr																			
Prototyp	<input type="checkbox"/> _____																			
Piloten-anwendung	<input checked="" type="checkbox"/> 2013																			
Serienreife	<input type="checkbox"/> _____																			
Chancen + <ul style="list-style-type: none"> Für Marktleistung, als auch für Wertschöpfung nutzbar Für Positionierung und Datentransport geeignet 	Bedrohungen - <ul style="list-style-type: none"> Nicht standardisiert Bisher keine vorhandene Marktleistung Wenig vorhandene Endgeräte 																			
Auswirkungen auf Geschäftsmodell Die Technologie beeinflusst das Nutzenversprechen, die Marktleistung sowie das Erlös-konzept. 	Gegenwärtige technische Lösung <ul style="list-style-type: none"> Keine gegenwärtige technische zur Indoor-Lokalisierung im Einsatz Identifikations- und Kommunikationstechnologien im Headless-ATM auf Basis NFC im Einsatz 																			
Skizzen 	Quellen <ul style="list-style-type: none"> http://de.wikipedia.org/wiki/Ultrabreitband www.gemtek.com.tw/pro_wuwb101.html www.tu-ilmenau.de/uploads/pics/DEResearchUWB.gif Hohe Investitionen in Ultrabreitband: Bereits 3 Mio. Wohnungen und Geschäfte erschlossen UWB (Ultra Breitband) Kommunikationssysteme mit Mehrfachantennen Grundlegende Untersuchungen zur Anwendung von Ultrabreitband (UWB) Tragbare UWB-Systeme, um durch Mauern schauen zu können 																			
Monitoring Bearbeiter: M. Placzek Erstellt: 28.02.2012 Letzte Aktualisierung: 12.07.2017 Nächste Aktualisierung: 02.01.2018																				

Bild 4-34: Technologie-Steckbrief für UWB

Die Technologie weist eine hohe Komplexität auf, da sie aufgrund der hohen Frequenz äußerst stömpfindlich ist. Allerdings weist sie auch ein hohes Synergiepotential auf, da sie Einfluss auf eine hohe Anzahl an Partialmodellen in diesem Geschäftsmodell hat. Die Investition in die Technologie ist aufgrund mangelnder Standardisierung zurzeit noch kostenintensiv. Das Disruptionspotential ist als niedrig einzustufen, da es sich um ein übliches elektronisches Bauteil handelt. Allerdings wird eine zusätzliche Infrastruktur benötigt. Die Verfügbarkeit (extern) ist gering, da es nur wenige Unternehmen gibt, die UWB anbieten.

4.4.2 Bewertung der Technologieattraktivität

Im Rahmen der Bewertung der Technologieattraktivität wird die Technologie mit Hilfe eines Portfolioansatzes bewertet. Ziel ist eine technologische Priorisierung der zu verfolgenden Technologien. In der Literatur existieren bereits ausreichend Ansätze zur Bewertung der Technologieattraktivität [GP14, S. 130ff.], [SLS11, S. 95ff.]. Diese sind allerdings weitestgehend marktleistungs- und nicht wertschöpfungsorientiert. Für eine wertschöpfungsorientierte Betrachtung ist eine Bewertung der Marktattraktivität irreführend, da die Technologiepotentiale im Rahmen dieser Arbeit nicht zwangsweise Marktleistungen adressieren. Aus diesem Grund wird eine Bewertung der Technologierelevanz und der relativen Technologieerreichbarkeit vor dem Hintergrund des betrachteten Geschäftsmodells benötigt. In Anlehnung an MAJCHRZAK ET AL. werden die Dimensionen Technologierelevanz und in Anlehnung an BRINK die relative Technologieerreichbarkeit⁹¹ genutzt [Bri10, S. 153], [MCN04, S. 182f.]:

- **Technologierelevanz:** Die Technologierelevanz bewertet die technologische Situation vor dem Hintergrund des Geschäftsmodells. Dabei wird die Problemlösungsrelevanz bewertet, in wie fern die Technologie das Technologiepotential bedienen kann. Wird das Verbesserungspotential dadurch vollständig gelöst, ist von einer hohen Problemlösungsrelevanz auszugehen. Der Adaptionaufwand beschreibt die Komplexität, das Technologiepotential mit Hilfe dieser Technologie zu lösen. Liefert diese Technologie eine in sich geschlossene Lösungskomponente innerhalb ihrer Systemgrenzen, so ist der Adaptionaufwand als gering anzusehen [MCN04, S. 182f.].
- **Relative Technologieerreichbarkeit:** Die relative Technologieerreichbarkeit beschreibt die Fähigkeit des Unternehmens, die konkrete Technologie zu beherrschen und im Rahmen des Geschäftsmodells einzusetzen. Know-how sowie Erfahrung im Umgang mit einer Technologiekategorie sind hilfreich, um praktische

⁹¹ BRINK nutzt die Bewertungsdimension relative Technologiekompetenz [Bri10, S. 153]. Da die Fähigkeit zur Umsetzung erst im Rahmen von Phase 5 bewertet wird, wird dieses Kriterium rausgelassen und die Bewertungsdimension zu relative Technologieerreichbarkeit umbenannt.

Hürden zu überwinden. So ist es von Vorteil, sich im Bereich von Funktechnologien mit Kollisionsvermeidungen bei einer hohen Anzahl an Geräten befassen zu haben. Die Verfügbarkeit von Ressourcen beschreibt, dass die notwendigen materiellen, personellen und finanziellen Ressourcen für die Umsetzung zur Verfügung stehen. Es ist die generelle Fähigkeit zur Umsetzung von Projekten mit einer bestimmten Technologiekatgorie zu bewerten [Bri10, S. 153].

Für jedes Kriterium wird ein Bewertungsmaßstab definiert (vgl. Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4). Die Bewertung weist auf die Gefahr hin, dass eine Technologie ein Technologiepotential zwar vollständig lösen kann, dieses allerdings mit einer sehr hohen Komplexität verbunden sein kann. So weist UWB im Rahmen der Technologierelevanz eine hohe Problemlösungsrelevanz auf, der Adaptionaufwand ist allerdings als hoch anzusehen, da eine neue Infrastruktur erbaut werden muss.

Tabelle 4-3: Bewertungsmaßstäbe für die Technologierelevanz in Anlehnung an [MCN04, S. 182f.]

Technologierelevanz			Bewertungsmaßstab			
			0	1	2	3
Bewertungskriterium	1	Problemlösungsrelevanz	Technologie löst Technologieorientierte Verbesserungspotential nicht	Technologie löst Technologieorientierte Verbesserungspotential zu geringen Teilen	Technologie löst Technologieorientierte Verbesserungspotential teilweise	Technologie löst Technologieorientierte Verbesserungspotential vollständig
	2	Adaptionsaufwand	Einsatz der Technologie führt zu sehr hohem Adaptionsaufwand	Einsatz der Technologie führt zu hohem Adaptionsaufwand	Einsatz der Technologie führt zu sehr mittlerem Adaptionsaufwand	Einsatz der Technologie führt zu geringem Adaptionsaufwand

Die Erfahrungen im Unternehmen sind im Bereich Netzwerktechnologie vorhanden, neuerdings auch im Bereich drahtlose Kommunikation. Zudem stehen sowohl finanzielle, als auch personelle Ressourcen zur Verfügung, um die Technologie zu erschließen. Diese Bewertungsmaßstäbe weisen auf die Gefahr hin, dass es zwar eine hohe Verfügbarkeit an Ressourcen geben kann, um eine Technologie zu erschließen, das bestehende Know-how sowie die Erfahrungen allerdings nicht ausreichen, um diese organisch⁹² zu erschließen. Eine Auswahl von Technologien findet an dieser Stelle noch nicht statt, da weitere Kriterien relevant sind, wie die Technologiereife. Allerdings determiniert die Technologieattraktivität wesentlich die Radar-basierte Technologiepriorisierung (vgl. Abschnitt 4.4.3). Dazu werden die Kriterien innerhalb von Nutzwertanalysen gewichtet und bewertet.

⁹² Zur Potentialanalyse von anorganischem Wachstum ist diese Systematik nicht geeignet. Dazu wird auf Methoden aus dem Bereich Mergers & Acquisitions (M&A) verwiesen [Wir12, S. 10].

Tabelle 4-4: Bewertungsmaßstäbe für die relative Technologieerreichbarkeit in Anlehnung an [Bri10, S. 153]

Relative Technologieerreichbarkeit			Bewertungsmaßstab			
			0	1	2	3
Bewertungskriterium	1	Know-how und Erfahrung über die Technologie-kategorie	Keine Erfahrung vorhanden im Umgang mit dieser Technologie-kategorie	Theoretische Erfahrung im Umgang mit der Technologie (-kategorie) vorhanden	Praktische Erfahrungen im Umgang mit dieser Technologie-kategorie vorhanden	Praktische Erfahrungen im Umgang mit dieser konkreten Technologie vorhanden
	2	Verfügbarkeit von Ressourcen (materiell, personell, finanziell)	Keine Ressourcen vorhanden zur Erschließung der Technologie	Geringe Ressourcen vorhanden zur Erschließung der Technologie	Durchschnittliche Ressourcen vorhanden zur Erschließung der Technologie	Hohe Anzahl an Ressourcen vorhanden zur Erschließung der Technologie

Vor dem Hintergrund, dass das Technologiepotential technologisch gelöst werden soll, ist eine höhere Gewichtung bei der Problemlösungsrelevanz sinnvoll. Die mangelnde Verfügbarkeit von Ressourcen kann die weitere Exploration abrupt stoppen und wird daher im Rahmen der relativen Technologieerreichbarkeit höher gewichtet. Mangelndes Know-how kann mit Ressourcen aufgefangen werden, beispielsweise mit Hilfe externer Ingenieursdienstleister. Tabelle 4-5 zeigt einen Auszug der Tabelle.

Tabelle 4-5: Bewertungsmaßstäbe für die Technologieattraktivität

Bewertungsmatrix		Technologie	Ultra-Wideband (Nr.1)		Bluetooth Mesh (Nr.2)		WiFi Mesh (Nr.3)		LoRa (Nr.4)		SigFox (Nr.5)		Cat-M (Nr.6)		NB-IoT (Nr.7)	
Fragestellung: Welche Bewertung erzielt die Technologie T (Spalte) bezüglich des Kriteriums K (Zeile)?																
Bewertungsskala: 0 bis 3																
Bewertungsmaßstab: Gesonderten Tabellen zu entnehmen (siehe oben)																
Bewertungskriterien		G	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B	BxG	B	BxG
Technologierelevanz																
Problemlösungsrelevanz		0,7	3	2,1	2	1,4	2	1,4	1	0,7	0	0	0	0	0	0
Adaptionsaufwand		0,3	1	0,3	2	0,6	2	0,6	1	0,3	2	0,6	2	0,6	2	0,6
Summe		1	2,4		2,0		2,0		1,0		0,6		0,6		0,6	
Relative Technologieerreichbarkeit																
Know-how und Erfahrung über die Technologie-kategorie		0,4	3	1,2	3	1,2	2	0,8	2	0,8	1	0,4	1	0,4	1	0,4
Verfügbarkeit von Ressourcen (materiell, personell, finanziell)		0,6	1	0,6	2	1,2	1	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe		1	1,8		2,4		1,4		0,8		0,4		0,4		0,4	

Die dargestellte Nutzwertanalyse wird in ein Portfolio überführt (vgl. Bild 4-35). Dieses Portfolio ist in drei Bereiche mit unterschiedlicher Technologieattraktivität aufgeteilt. Das Drittel im oberen rechten Bereich zeigt eine hohe Technologieattraktivität, wohingegen das Drittel im unteren linken Bereich eine niedrige Technologieattraktivität darstellt. Die Technologien aus dem Validierungsprojekt werden anhand ihrer Bewertung in der Nutzwertanalyse in das Portfolio abgetragen. Dabei sind die Mesh-fähigen Kommunikationstechnologien sowie UWB im oberen Bereich angesiedelt. Blockchains sowie Bionic Chips weisen ebenfalls eine hohe Technologieattraktivität auf. Die relative Technologieerreichbarkeit ist allerdings ausbaufähig. Eine Handlungsempfehlung findet an dieser Stelle noch nicht statt.

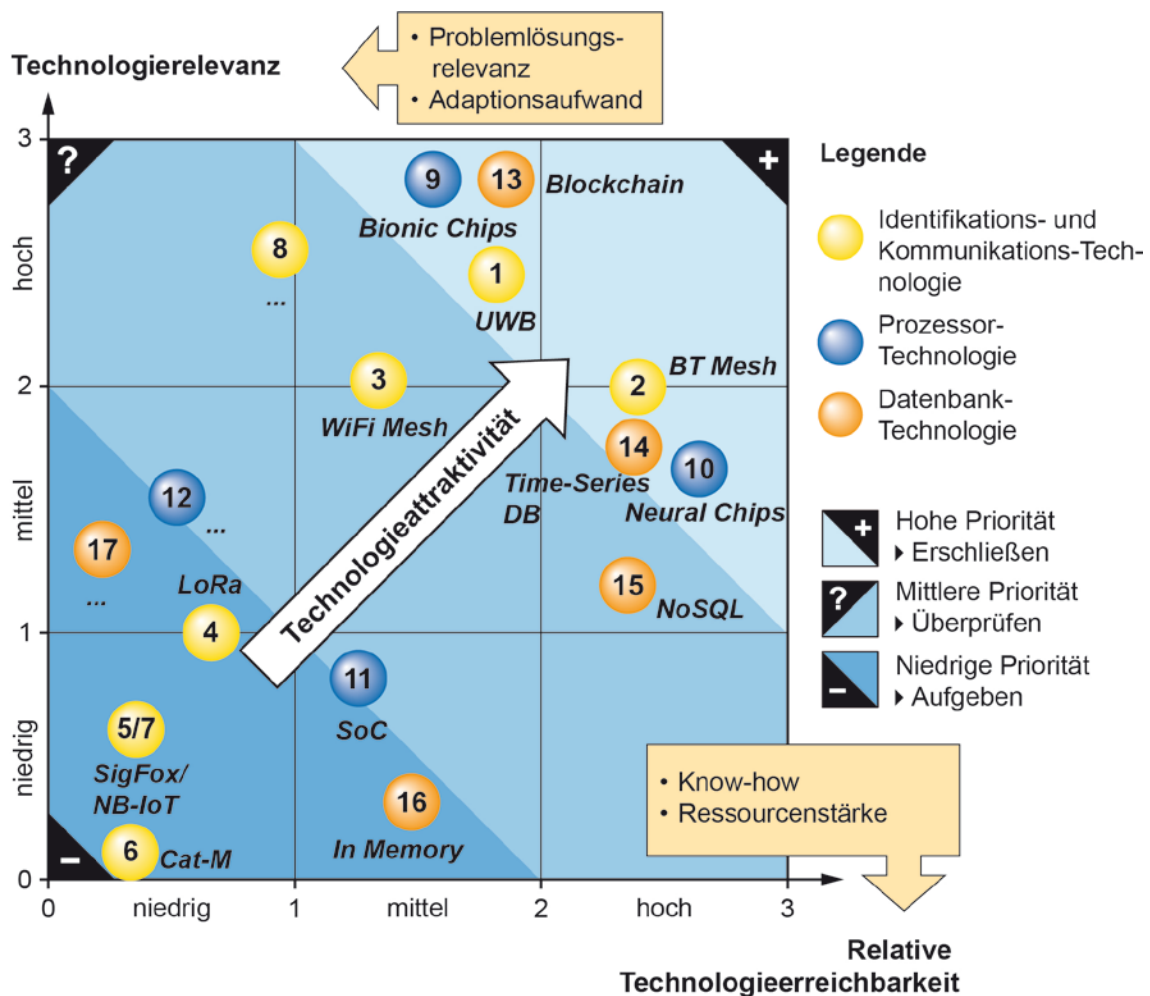


Bild 4-35: Technologieattraktivitäts-Portfolio

4.4.3 Radar-basierte Priorisierung der Technologien

Im Rahmen der Radar-basierten Technologiepriorisierung werden die bisher erlangten Bewertungsergebnisse in einem integrierten Radar zusammengeführt und die Technologien priorisiert. Dazu werden die Technologieattraktivität sowie der Reifegrad in einem

Technologieportfolio dargestellt und die Technologien damit priorisiert (vgl. Bild 4-36 und [LP10, S. 25f.]).

Das Radar kann anhand von Segmentierungskriterien in Segmente aufgeteilt werden. Da Technologien für verschiedene Suchfelder relevant sein können, wird auf eine Segmentierung nach Suchfeldern verzichtet, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Aus diesem Grund sind die Segmente nach **Technologiekategorie** gewählt, sodass jede Technologie nur einmal vorkommt.

Die Kreisringe im Radar repräsentieren in diesem Fall die **Technologieattraktivität** (vgl. Abschnitt 4.4.2). Aus diesem Grund existieren drei Subkreise, die analog zum Technologieattraktivitäts-Portfolio angeordnet sind. Der innere Kreis stellt den Bereich mit der höchsten Technologieattraktivität dar, der äußere Kreis den mit der geringsten Technologieattraktivität. Je näher eine Technologie nun an das Innere des Radars angeordnet wird, umso höher ist die Technologieattraktivität.

Die Technologien werden in Form einer Marke anhand der beschriebenen Kriterien dargestellt. Der Durchmesser einer Marke ergibt sich aus der relativen Häufigkeit, wie oft eine Technologie für die verschiedenen Suchfelder gefunden wurde und ist als Grad für das Synergiepotential anzusehen. Die Farbe der Marke repräsentiert den Reifegrad der Technologie angelehnt an die technologische S-Kurve. Rot stellt eine Basistechnologie dar, gelb eine Schlüsseltechnologie und grün eine Schrittmachertechnologie. Bild 4-36 zeigt das Technologieradar aus dem Validierungsprojekt.

Das Technologieradar soll nicht nur als Visualisierungsmethode genutzt werden, sondern dient ebenfalls zur Ableitung einer Priorisierung. Alle Technologien, die ermittelt wurden, weisen per se eine hohe Geschäftsmodellrelevanz auf, da nur Technologiepotentiale analysiert werden, die eine hohe Relevanz aufweisen. Aus diesem Grund werden Technologien priorisiert, die eine **hohe Attraktivität** sowie idealerweise Synergiepotential aufweisen.

Technologien, die eine **mittlere Attraktivität** aufweisen sind einzeln zu überprüfen. Innerhalb dieses Sub-Kreises sollten die Technologien priorisiert werden, die ein in Relation hohes Synergiepotential aufweisen, wie WiFi-Mesh.

Technologien mit **geringer Attraktivität** sind zunächst zu vernachlässigen. Allerdings sollten im Einzelfall Technologien überprüft werden, die dazu ein sehr hohes Synergiepotential aufweisen.

Je nach Betrachtungsgegenstand sind die verschiedenen Reifegrade zu berücksichtigen. Werden Technologien für eine Optimierung einer Tätigkeit innerhalb der **Wertschöpfung** benötigt, so sollten eher etablierte Technologien in den Einsatz kommen. Auf der anderen Seite ist es für die Weiterentwicklung einer **Marktleistung** wichtig neue Schlüsseltechnologie zu erschließen sowie Schrittmachertechnologien zu identifizieren und zu monitoren.

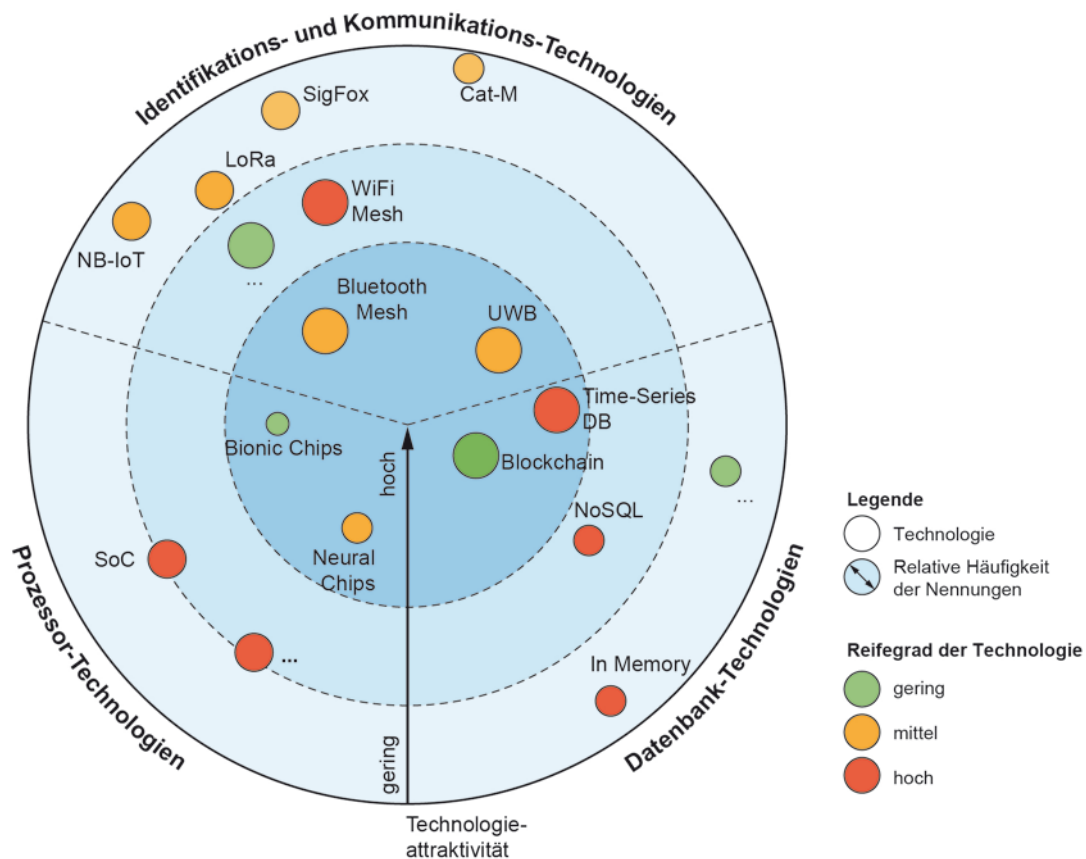


Bild 4-36: Technologie-Radar in Anlehnung an [LP10, S. 28]

Im Rahmen dieses Validierungsbeispiels sind UWB und Bluetooth Mesh zu priorisieren und in einem Projekt hinsichtlich der Tauglichkeit zu überprüfen. In der Praxis ist es allerdings üblich, mehrere Technologiealternativen zu vergleichen. Ferner sind Blockchain-Datenbanken sowie dedizierte KI-Prozessoren (vgl. Bionic- / Neural-Chips) in einem Vorprojekt zu evaluieren. Diese Technologien weisen das größte Disruptionspotential in der Finanzbranche auf, der Reifegrad ist jeweils noch relativ gering.

4.5 Planung der Technologie-Exploration

Ziel dieser Phase sind Projekte, die zur Exploration der Technologien dienen. In der Praxis hat es sich bewährt, Technologien in einem dedizierten Projekt detailliert zu untersuchen. Im Fokus steht die Entwicklung eines Nachweises der generellen Funktionsfähigkeit (Proof of Concept). Dazu wird zunächst eine integrierte Technologie-Projekt-Roadmap erstellt, um die Projekte je nach Verfügbarkeit der Ressourcen auf eine Zeitleiste zu bringen (Abschnitt 4.5.1). Abschließend werden Projektaufträge zur Erstellung eines Proof of Concepts (PoC) definiert (Abschnitt 4.5.2).

4.5.1 Erstellung einer integrierten Technologie-Projekt-Roadmap

Ziel ist eine Projekt-Roadmap zur Technologie-Exploration, die die zeitliche Verfügbarkeit von Technologien darstellt. Dabei stehen Standard-Projekte⁹³ im Vordergrund, die eine abgegrenzte Aufgabe verfolgen sowie eine geringe Komplexität der Projektumwelt aufweisen [BH96, S. 165ff.]. In Anlehnung an VIENKÖTTER wird zunächst eine Technologie-Roadmap erstellt [Vie07, S. 131ff.]. Die Roadmap umfasst die Segmente Kommunikations⁹⁴-Technologien, Datenbank-Technologien, Prozessor-Technologien und Authentifizierungs-Technologien aus dem Technologieradar (vgl. Abschnitt 4.4.3).⁹⁵ Sie stellt einen Zeithorizont von ca. fünf Jahren dar und beginnt in der Gegenwart.⁹⁶ In den Zeilen sind die Technologien dargestellt. Der Balken in jeder Zeile visualisiert die zeitliche Verfügbarkeit. Der weiße Bereich gibt an, dass die Technologie noch nicht verfügbar ist. Der Übergang zum farbigen Bereich zeigt die Verfügbarkeit für Pilotanwendungen und der farbige Bereich stellt die Serienverfügbarkeit dar. Die Informationen werden in Abschnitt 4.4.1 erarbeitet.

Für jede Potentialkombination der Technologiepotentiale wird ein Projekt definiert, in dem eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden soll. Da eine Potentialkombination mehrere Suchfelder umfassen kann, besteht die Möglichkeit, dass innerhalb eines Projekts das Zusammenspiel verschiedener Technologien erprobt werden muss. Zudem existieren insbesondere im Bereich IuK viele Konkurrenz-Technologien, sodass verschiedene Technologien eines Bereichs parallel erprobt werden müssen. So konkurrieren im Bereich

⁹³ Neben Standard-Projekten existieren Akzeptanz-, Pionier- sowie Potentialprojekte. Die entsprechende Abgrenzung kann der Literatur von BOOS und HEITGER entnommen werden [BH96, S. 165ff.].

⁹⁴ Für eine übersichtlichere Darstellung in der Roadmap wird der Zusatz Identifikationstechnologien weggelassen.

⁹⁵ Die Segmente des Technologie-Radars sind je nach Geschäftsmodell unterschiedlich und entsprechend in der Technologie-Projekt-Roadmap anzupassen.

⁹⁶ In diesem Validierungsbeispiel werden insbesondere Informations- und Kommunikationstechnologien betrachtet. Diese weisen eine höhere Dynamik auf als klassische Technologien aus dem Maschinen- und Anlagenbau. Der Planungshorizont ist situativ anzupassen, sollte aber nicht über 10 Jahre hinausgehen.

Nahfunk mit geringer Datenrate die Kommunikationstechnologien Bluetooth Low Energy⁹⁷, ZigBee⁹⁸, Z-Wave⁹⁹ und EnOcean¹⁰⁰.

Die Projekte sind als vertikale Spange in der Roadmap visualisiert. Die kugelartige Markierung einer Spange stellt dar, dass die markierten Technologien innerhalb eines Projekts erprobt werden. Welche Entwicklungsstufe der Technologie genutzt wird, wird im Einzelfall entschieden. Für einige Anwendungsbereiche macht es Sinn, auf bestehende Technologien zurückzugreifen. Die Anordnung der Spange auf der Zeitleiste determiniert sich nach der Technologie, die zum spätesten Zeitpunkt als Pilotanwendung verfügbar ist. Der Titel oberhalb der Spange stellt die Verbindung zur Potentialkombination dar. Bild 4-37 zeigt einen Ausschnitt aus der Technologie-Roadmap aus diesem Validierungsprojekt.

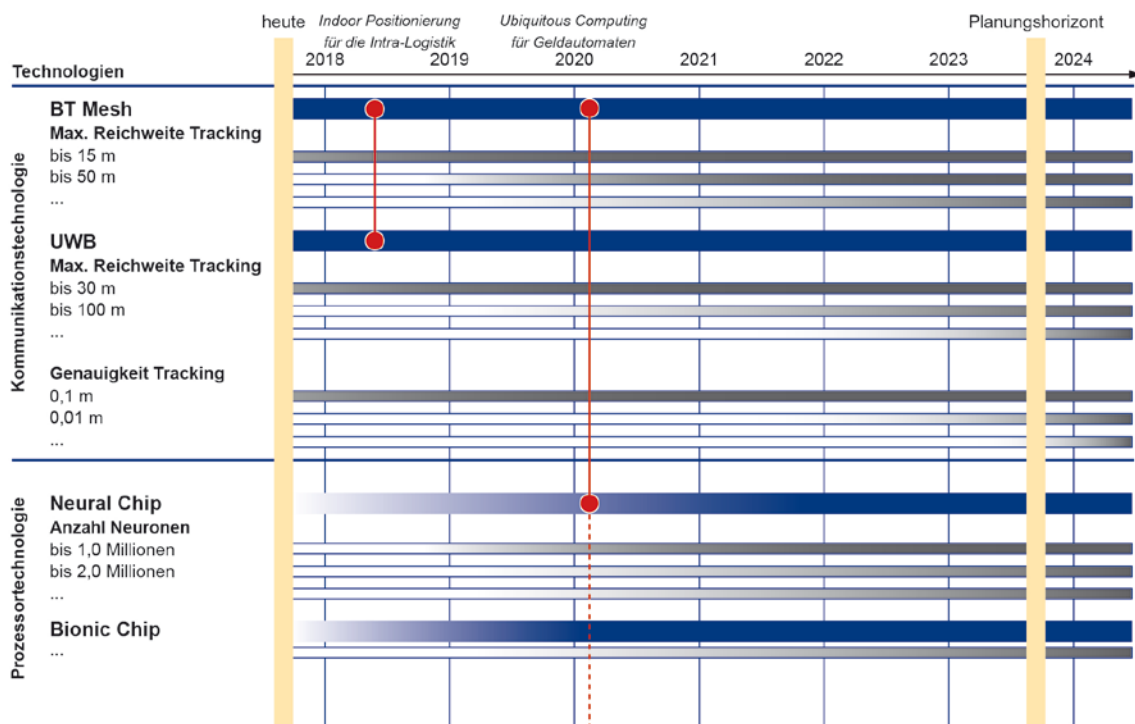


Bild 4-37: Ausschnitt der integrierten Technologie-Projekt-Roadmap

⁹⁷ Bluetooth Low Energy wurde durch die Bluetooth Special Interest Group (SIG) definiert und stellt einen Substandard von Bluetooth dar, der einen äußerst geringen Energieverbrauch aufweist und somit geeignet für die Kommunikation mit Wearables ist [Gup16, S. 6ff.].

⁹⁸ ZigBee beschreibt eine Mesh-Technologie, die ebenfalls einen sehr geringen Energieverbrauch aufweist, allerdings durch das Mesh eine größere Distanz als Bluetooth Low Energy überbrücken kann [Far08, S. 1f.].

⁹⁹ Z-Wave ist der Marktführer im Bereich drahtlose Smart Home-Steuerung, ist allerdings vergleichbar teuer und weist somit eine geringe Kompatibilität mit bestehenden Konsumenten-Geräten (z.B. Smartphones) auf [Mil15, S. 106].

¹⁰⁰ EnOcean ist eine auf kleinste Datenmengen ausgelegte Kommunikationstechnologie, die keine Stromversorgung benötigt. Die kinetische Energie, die im Rahmen des Betätigens eines Schalters erzeugt wird, wird in elektrische Energie zur Übermittlung des Signals umgewandelt [GK09, S. 230f.].

Für die Potentialkombination Nr. 8 *Indoor Positionierung für die Intra-Logistik zur Wertstromanalyse* werden die Technologien Bluetooth Mesh und UWB markiert und in einem Projekt gegenübergestellt. Die Potentialkombination Nr. 5 *Ubiquitous Computing für Geldautomaten* greift ebenfalls die drahtlosen Kommunikationstechnologien auf, verzichtet allerdings auf UWB, da diese Technologie in absehbarer Zeit nicht in Smartphones verbaut sein wird. Hier werden Bluetooth Low Energy, Bluetooth Mesh, der Bionic Chip sowie das Authentifizierungs-Verfahren Iris-Scanner erprobt. Da alle Technologien zeitnah zumindest als Pilotanwendung verfügbar sind, können diese auch frühzeitig erprobt werden.

4.5.2 Definition von Projektaufträgen für Machbarkeitsstudien

Ziel sind Projektaufträge für die Machbarkeitsstudien¹⁰¹. Im Rahmen der Machbarkeitsstudien soll überprüft werden, ob die Technologien prinzipiell zur Lösung des Problems geeignet sind, welche Leistungsparameter benötigt werden, wie die Kostenstruktur dahinter aussieht und ob zusätzliche Fähigkeiten im Unternehmen benötigt werden. In Anlehnung an PEITZ ET AL. werden die Machbarkeitsstudien¹⁰² in einer Liste gesammelt [PGW14, S. 210]. Dazu werden die Potentialkombinationen, das Thema der Studie, die avisierte Dauer der Studie sowie der verantwortliche Bereich gesammelt. Diese Liste ist in Tabelle 4-6 dargestellt. Das Ziel ist in jedem Fall die Erstellung eines PoC sowie die Beantwortung der eingangs gestellten Fragestellungen.

Zu jedem Thema wird im Folgenden ein Projektauftrag formuliert. Es wird empfohlen, aufgrund der kurzen Projektzeiten sowie der in sich geschlossenen technologischen Themen einen agilen Scrum Projektansatz zu verfolgen [Rub14, S. 33ff.].

In Anlehnung an STEINWEG werden die folgenden Bereiche für einen Projektauftrag definiert [Ste05, S. 241ff.]:

¹⁰¹ Für eine Machbarkeitsstudie ist kein allgemeingültiges Vorgehen definiert. GABLER definiert Machbarkeitsstudien als eine „*Vorstudie, die im Rahmen der strategischen Planung eines Investitionsvorhabens, insbesondere Großprojekts, durchgeführt wird. Es wird überprüft, ob ein Projekt überhaupt durchführbar und ob es technisch und ökonomisch sinnvoll ist.*“ Die DIN 69901-2 gibt an, dass mit Hilfe einer Machbarkeitsstudie eine „*Bewertung der Machbarkeit [...] eine Entscheidung der über das weitere Vorgehen im Projekt vorbereitet wird.*“. Aus Erfahrung bietet sich ein auf maximal sechs Wochen angelegtes Projekt an mit dem Ziel eines PoCs. Das Team sollte interdisziplinär zusammengesetzt sein.

¹⁰² PEITZ nutzt Machbarkeitsstudien zur Erprobung von Geschäftsmodellstufen [Pei14, S. 131ff.]. Es liegen bereits Anforderungslisten und Kontextinformationen vor. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Machbarkeitsstudien in einer früheren Phase eingesetzt, in der die technischen Anforderungen weitestgehend unklar sind. Ein Ziel dieser Machbarkeitsstudien ist die Erarbeitung von Anforderungslisten für die Vorentwicklung.

Tabelle 4-6: Übersicht über die Machbarkeitsstudien und Verantwortlichkeiten in Anlehnung an PEITZ ET AL. [PGW14, S. 210]

Nr.	Potential-kombination	Thema der Studie	Dauer der Studie	Verantwortlicher Bereich
1	Indoor Positionierung für die Intra-Logistik	Positionierungs-Technologien	9 Monate	Vorentwicklung
2	Sicherheitsmechanismen zur Erkennung von Betrugsversuchen	Künstliche Intelligenz	24 Monate	tbd.
3	Simultan-Übersetzung für Support	Übersetzungstechnologien und Bots	3 Monate	Service und Support
4	Ubiquitous Computing für Geldautomaten	Authentifizierungsverfahren	12 Monate	Produktentwicklung
...

- **Projektziele:** Die Projektziele beschreiben das erwartete Ergebnis mit einem Zeitziel. Aufgrund der frühen Phase werden keine spezifischen Anforderungen genannt. Es wird allerdings ein Zielkatalog definiert, der bestimmt, welche Teilziele erfüllt werden sollen.
- **Projektrahmen:** Der Projektrahmen beschreibt in erster Linie das Projektumfeld und definiert, um was es fachlich-inhaltlich geht. Dieser beschreibt den Gegenstand des Projekts und gibt die Kontextinformationen, die sich aus der Geschäftsmodell-Analyse sowie der anschließenden Technologiefrühaufklärung ergeben haben. Der Projektrahmen definiert allerdings auch, was nicht bearbeitet werden soll und grenzt das Projekt somit ab.
- **Projektablauf:** Der Projektablauf zeigt Abhängigkeiten in der Bearbeitung der verschiedenen Themen auf und dient ausschließlich der groben Übersicht. Die Intention von Scrum ist, dass das Team selbst entscheidet, welche Aufgabe in welchem Umfang als nächstes erledigt wird. Da alle personellen Ressourcen in der Regel nicht für die komplette Projektlaufzeit freigestellt werden, wird eine grobe Übersicht benötigt, wann welche Sub-Teams eingesetzt werden müssen. Der Projektablauf ist allerdings ein lebendes Dokument und wird nach den wöchentlichen Statusterminden aktualisiert.
- **Projektorganisation:** Die Projektorganisation beschreibt die Zusammensetzung des Scrum-Teams. Das Team sollte einen Product Owner enthalten, der die Ziele vorgibt und das Product Backlog erstellt. Dem Product Owner obliegt dabei die Schlüsselrolle, das Projektteam über die Ziele auszusteuern sowie die Verbindung zu den Stakeholdern zu herzustellen, die im Rahmen des Geschäftsmodells aktiv sind. Ferner gibt es einen Scrum Master, der für die Einhaltung der Scrum-Regeln verantwortlich ist. Das Team sollte aus ca. fünf bis sieben Teilnehmern bestehen und interdisziplinär aufgestellt sein. Es hat sich eine grobe Fähigkeits-Aufteilung

in Hardware, Software (jeweils Back-End und Front-End) sowie Firmware bewährt und ist je nach Projekt entsprechend zu gewichten. Dies stellt keine generelle Handlungsempfehlung dar, ist allerdings für die hier definierten Projekte zielführend.

In Anlehnung an PEITZ wird ein Steckbrief für die Machbarkeitsstudien erstellt, der die aufgeführten Bereiche ausspezifiziert. Bild 4-38 zeigt den Steckbrief für das Beispiel *Indoor Lokalisierung zur Wertstromanalyse*.


Auftrag Machbarkeitsstudie: Positionierungs-Technologien	
<p>Projektziele Für die Suche von Ersatzteilen in der Intra-Logistik und dem Aufdecken von typischen Wegen dieser Ersatzteile sollen Positionierungs-Technologien erprobt werden. Ziel sind Positionierungs-Technologien (Teilziel 1) sowie Software-Visualisierungen für nachgelagerte Wertstromanalysen (Teilziel 2).</p>	
<p>Projektrahmen In erster Linie sollen die existierenden Technologien UWB, BT Mesh sowie WiFi Mesh hinsichtlich ihrer Eignung für die Indoor-Positionierung erprobt werden. Hierfür sind keine bestehenden Marktleistungen ersichtlicht, so dass eine Eigenentwicklung angestoßen werden soll. Hierbei sollen keine neuen Technologien entwickelt werden. Das Projekt wird in drei Arbeitspakete Hardware, Firmware und Software gegliedert: Hardware: Auswahl, Beschaffung und Installation von geeigneter Hardware Firmware: Implementierung der Positionierungs-Algorithmen Software: Darstellen der Ersatzteile und Wege auf einer Web-Oberfläche</p>	
<p>Projektablauf Für den Projektstart wird ein Backlog erstellt, das die User Stories enthält. Im Folgenden wird ein Auszug vorgestellt: 1. Als Lagermitarbeiter möchte ich ein Ersatzteil finden 2. Als Werksleiter möchte ich Ersatzteile möglichst optimal platzieren 3. ... Dauer: 9 Monate mit Start am 1. April 2018 Projektteam: 2 Scrum-Teams mit je 4 Entwickler. 1 Team für Hard- und Firmware 1 Team für die Software</p>	
<p>Projektorganisation Auftraggeber: Werkleitung Projektleiter / Product Owner: tbd Scrum-Master Team 1 und 2: tbd und tbd Scrum-Team: tbd Budget: EUR 500k</p> <p>Info: Die konkreten Namen werden kurz vor Projektstart je nach Verfügbarkeit zugeordnet.</p>	

Bild 4-38: Projektauftrag für eine Machbarkeitsstudie in Anlehnung an Peitz [Pei14, S. 133]

Ergebnis: Resultat der Systematik sind Projektaufträge für Machbarkeitsstudien, die sich aus der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung ergeben haben. Es liegt somit ein transparenter Plan zur Erschließung geschäftsmodellrelevanter Technologiepotentiale vor. Insbesondere die Potentialkombinationen *Indoor Positionierung für die Intra-Logistik* sowie *Ubiquitous Computing für Geldautomaten* sind aufgrund des hohen

Potentials zu erarbeiten. Die Systematik ermöglicht eine umfassende Identifikation von Technologien, die in diesem Kontext zu analysieren sind. Ferner wird sichergestellt, dass auch Schwache Signale aufgenommen werden, die marktleistungsrelevant sein können. Es zeigt sich, dass aufgrund der großen Datenmengen eine manuelle Suche nach Technologien nicht effizient durchgeführt werden kann.

4.6 Allgemeine Informationen zur Systematik

Das vorgestellte Vorgehensmodell enthält nach Durchlauf aller Phasen einen Rücksprung zur zweiten Phase Suchvorbereitung. Dieser Rücksprung wird als Iteration bezeichnet und ist in Bild 4-1 dargestellt. Bei diesem Iterationspfad handelt es sich um das regelmäßige Suchen nach neuen Technologien für einen Suchauftrag und das regelmäßige Aktualisieren von Technologieinformationen. Dieser Pfad wird im Folgenden als Monitoring bezeichnet und in Abschnitt 4.6.1 erläutert. Ferner wird in Abschnitt 4.6.2 das Datenmodell erläutert, das den Zusammenhang zwischen den Objekten im Rahmen dieser Systematik verdeutlichen soll. Abschnitt 4.6.3 beschreibt die Systemarchitektur des Software-Werkzeugs.

4.6.1 Iterationspfad: Monitoring der Technologieentwicklung

Das Vorgehensmodell ist für das Technologie-Scanning in den Phasen eins bis fünf beschrieben. Allerdings ist eine regelmäßige Überprüfung des Suchfelds sowie der gefundenen Technologien sinnvoll. Dazu wird ein Rücksprung in die Phase Suchvorbereitung erläutert. Konkret betrifft der Iterationspfad die Aufgabe *Suchaufträge definieren*.

Sollte im Rahmen der Systematik Anpassungen an den zugrundeliegenden Prämissen vorliegen, so ist das **Technologiesuchfeld** zu modifizieren. Dies kann z.B. nach Abschluss einer Machbarkeitsstudie der Fall sein, wenn sich die gefundenen Technologien als ungeeignet herausstellen. Der Erkenntnisgewinn kann somit genutzt werden, um das Suchfeld zu anzupassen oder zu konkretisieren. Dazu werden die Informationen in dem Suchformular entsprechend geändert und die Suche erneut ausgeführt (vgl. Bild 4-16).

Aufgrund der hohen Dynamik an Technologie-Entwicklungen sind die Technologiesuchfelder kontinuierlich zu überprüfen. Dazu wird im Suchformular das **Zeitintervall** spezifiziert, nach dem die Suche wiederholt wird. Ferner wird ein **End-Datum** festgelegt. Dabei werden neue Informationen ergänzt. Dies identifiziert zum einen neue Technologien, die zur Bewertung vorgeschlagen werden und zum anderen werden neue Informationen für bereits identifizierte Technologien hinzugefügt. Dies ist insbesondere für Technologien interessant, die sich noch in einer frühen Phase befinden oder die als Schwaches Signal identifiziert wurden.

4.6.2 Datenmodell

Im Folgenden wird das Datenmodell beschrieben, das der Systematik zugrunde liegt. Dies dient der Veranschaulichung der Zusammenhänge der Objekte und enthält in der vereinfachten Form keine Attribute. Bild 4-39 zeigt dieses Datenmodell. Die Kästen beschreiben die einzelnen Objekte und die Verbindungslinien stellen den Zusammenhang zwischen zwei Objekten her. Die Angabe an den Verbindungslinien stellt die Kardinalität zwischen den Objekten dar.

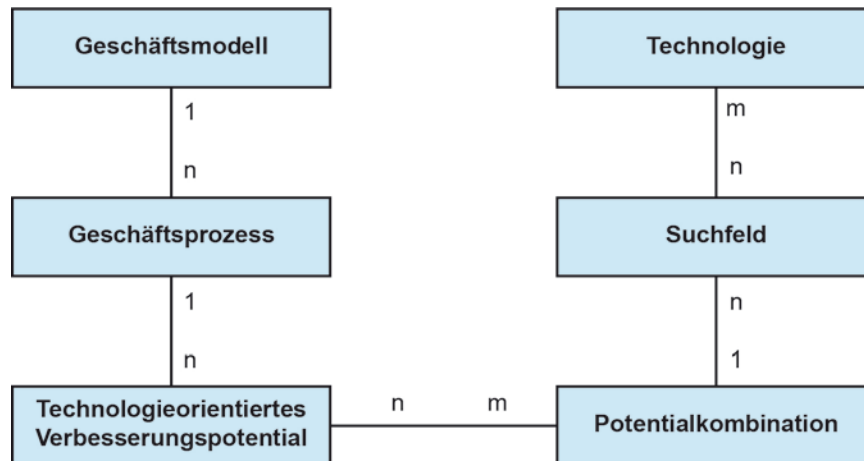


Bild 4-39: Vereinfachtes Datenmodell der Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung

Das Geschäftsmodell stellt den Ausgangspunkt der Systematik dar. Ein Geschäftsmodell kann eine beliebige Anzahl an Geschäftsprozessen enthalten, wohingegen ein konkreter Geschäftsprozess immer genau einem konkreten Geschäftsmodell zugeordnet wird (vgl. Abschnitt 4.1.2).

Ein Geschäftsprozess kann beliebig viele technologieorientierte Verbesserungspotentiale enthalten. Auf der anderen Seite ist ein konkretes Technologieorientiertes Verbesserungspotential immer einem konkreten Geschäftsprozess zuzuordnen (vgl. Abschnitt 4.1.3).

Potentialkombinationen abstrahieren und gliedern die Technologieorientierten Verbesserungspotentiale in Teilbereiche. Eine Lösung kann von verschiedenen Perspektiven betrachtet werden, weshalb ein Verbesserungspotential zu beliebig vielen verschiedenen Potentialkombinationen zugeordnet werden kann. Eine Potentialkombination enthält in der Regel eine beliebig große Anzahl an technologieorientierten Einzelpotentialen und bündelt diese (vgl. Abschnitt 4.1.3).

Ein Suchfeld ist gleichzusetzen mit einer angepassten Beschreibung der Potentialkombination. Aus diesem Grund existiert zu einer Potentialkombination exakt ein Suchfeld (vgl. Abschnitt 4.2.1). Ähnlich verhält es sich beim Suchbegriff, der lediglich die abstrahierte

und somit für die Suche aufbereitete Form des Suchfeldes darstellt. Auch hier existiert eine 1:1 Zuordnung (vgl. Abschnitt 4.2.2)¹⁰³.

Ein Suchauftrag leitet sich aus dem Suchbegriff ab, für den automatisiert mit Hilfe eines Thesaurus weitere synonyme Suchbegriffe hinzugefügt werden. Aus diesem Grund werden die Suchaufträge im Hintergrund multipliziert, das bedeutet, dass für jeden konkreten Suchbegriff beliebig viele Suchaufträge definiert werden. Ein Suchauftrag wird hingegen einem konkreten Suchbegriff zugeordnet, um die Reproduzierbarkeit der Informationskette herzustellen (vgl. Abschnitt 4.2.3 und Abschnitt 4.2.5).

Die Technologiesuche ergibt Technologien, die durch verschiedene Suchaufträge identifiziert werden können. Insbesondere Querschnittstechnologien, wie Kommunikationstechnologien, kommen immer wieder in den Suchergebnissen vor. Ein Suchauftrag ermittelt in der Regel beliebig viele Technologien, sofern kein Overfitting des maschinellen Lernmodells vorliegt (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Die Verkettung der Informationsobjekte ermöglicht eine effiziente Rückverfolgung der Kausalitätskette. Dies schafft Transparenz über das gesamte Vorgehensmodell.

4.6.3 Systemarchitektur

In diesem Abschnitt wird die Systemarchitektur des Software-Werkzeugs erläutert. Diese Architektur ist in Bild 4-40 dargestellt und besteht aus den Elementen Front-End, Back-End, Maschinelles Lernen, Betriebs- und Dateisystem sowie externe Datenbanken. Die Elemente werden im Folgenden erläutert:

- **Front-End:** Das Front-End stellt die Benutzungsschnittstelle zur Eingabe zur Verfügung. Es werden die Interaktionsmasken zur Technologie-Suche (vgl. Bild 4-16), Technologie-Klassifikation (vgl. Bild 4-32) sowie das Radar (vgl. Bild 4-36) dargestellt. Ferner werden innerhalb des Front-Ends¹⁰⁴ logisch Datenbanken subsummiert, die die Technologiesuchen und die gefundenen Technologien dokumentieren. Dies dient einem effizienteren Monitoring, da nachgehalten wird, welche Quellen bereits untersucht und welche Technologien dabei gefunden wurden.
- **Back-End:** Das Back-End stellt die Technologiesuche, samt Vor- und Nachbereitung zur Verfügung. Es ist mit KNIME prototypisch umgesetzt (vgl. Bild 4-18) und in Abschnitt 4.2 und Abschnitt 4.3 beschrieben.

¹⁰³ Bild 4-48 enthält keine Objekt-Kardinalitäten von 1:1, da diese als Attribute zum Ursprungsobjekt zugeordnet werden. Aus diesem Grund werden die Objekte Suchfeld und Suchbegriff in Bild 4-48 nicht visualisiert.

¹⁰⁴ Das Front-End ist hier nicht strikt als Visualisierung zu sehen, sondern subsummiert vielmehr alle Funktionalitäten, die zur Darstellung und Interaktion mit dem Software-Werkzeug notwendig sind.

- **Maschinelles Lernen:** Dieses Element beinhaltet den OpenNLP NER Modell-BUILDER sowie das antrainierte Modell. Die notwendigen Informationen zum Trainieren des Modells werden über das Dateisystem bereitgestellt. Das antrainierte Modell wird ebenfalls über das Dateisystem den anderen Architektur-Elementen übergeben.
- **Betriebs- und Dateisystem:** Das Betriebs- und Dateisystem dient zum zentralen Datenaustausch. Zum einen werden die Ergebnisse aus der Technologiesuche im Dateisystem abgelegt, die dann vom Front-End visualisiert werden. Zum anderen erfolgt hier ein bidirektionaler Austausch mit dem maschinellen Lernen.
- **Externe Datenbanken:** Dieses Element umfasst die externen Datenbanken zur Technologiesuche. Hier sind exemplarisch die im Rahmen dieser Systematik genutzten Datenbanken dargestellt.

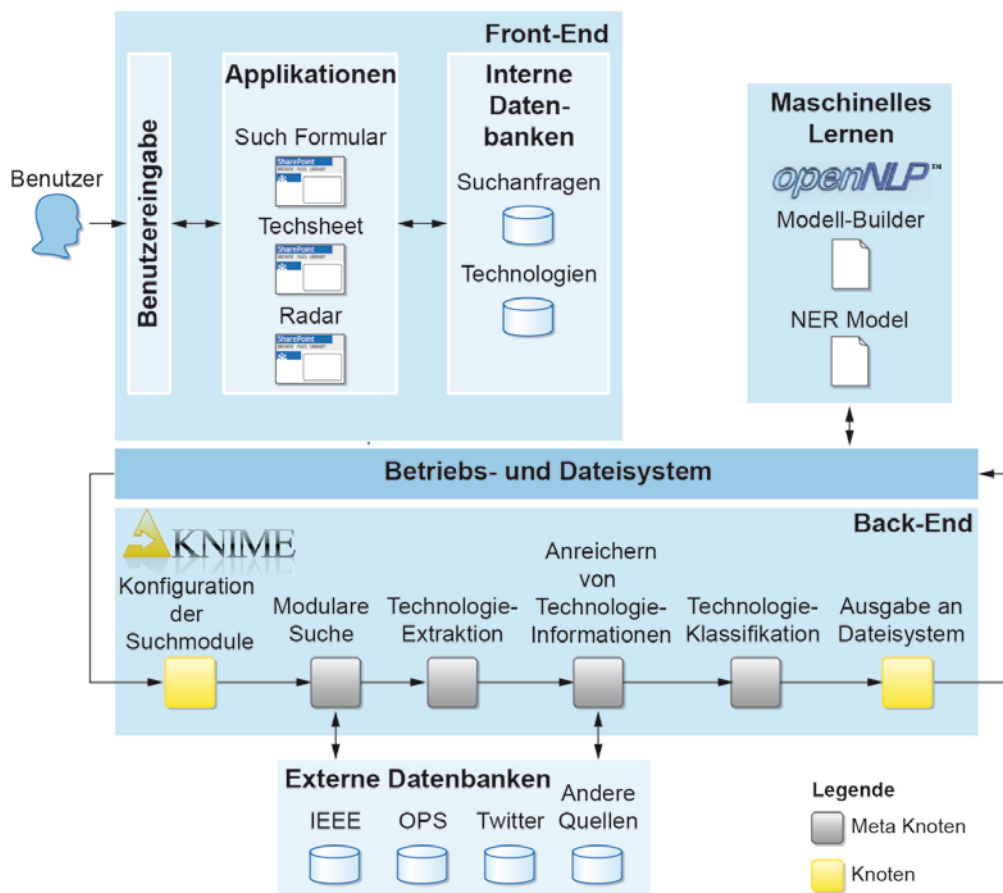


Bild 4-40: Systemarchitektur des Software-Werkzeugs zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung in Anlehnung an [PEG15, S. 1654]

4.7 Bewertung der Systematik anhand der Anforderungen

In diesem Abschnitt wird die Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung anhand der in Abschnitt 2.6 erhobenen Anforderungen bewertet. Im Folgenden sind die Anforderungen samt Bewertung beschrieben.

A1: Transparenter Plan zur Erschließung von geschäftsmodellrelevanten Technologiepotentialen

Die geschäftsmodellrelevanten technologischen Potentiale werden in Phase 1 des Vorgehens in Form von technologieorientierten Verbesserungspotentialen eines Geschäftsmodells identifiziert. Diese Verbesserungspotentiale dienen als Grundlage zur Beschreibung von Suchfeldern und schlussendlich zur Identifikation von Technologien durch das Software-Werkzeug. Die Technologien werden im Anschluss bewertet, priorisiert und in Form von Machbarkeitsstudien zur Erschließung vorgeschlagen. Ein durchgehendes Datenmodell stellt die Verknüpfung aller Informationen – vom Geschäftsmodell bis zur Machbarkeitsstudie – sicher. Damit ist die Zurückverfolgbarkeit der Ergebnisse und somit die Transparenz gegeben.

A2: Branchen-übergreifende Anwendbarkeit der Systematik

Diese Systematik ist generell für jede Branche anwendbar. Die Voraussetzung ist ein Geschäftsmodell, das das branchenspezifische Vokabular enthält. Im Rahmen der Vorbereitung der Technologiesuche in Phase 2 werden die Suchbegriffe ebenfalls in das branchenspezifische Vokabular überführt. Die Definition und Auswahl der Suchquellen erlaubt das branchenspezifische Einbinden von Suchquellen.

A3: Ganzheitliche Betrachtung des Geschäftsmodells

Die Systematik beginnt in Phase 1 mit einer tätigkeitsorientierten Beschreibung des Geschäftsmodells zur Ableitung von technologischen Verbesserungspotentialen auf Basis der Geschäftsprozesse. Dies stellt sicher, dass nicht nur marktleistungs- oder wertschöpfungsbezogene Potentiale aufgedeckt werden. Es werden vielmehr alle Aspekte zur Bereitstellung der Marktleistung berücksichtigt, die über die reine Wertschöpfung hinausgehen.

A4: Ableitung geschäftsmodellrelevanter Technologiepotentiale

Das Software-Werkzeug, das im Rahmen dieser Systematik beschrieben ist, realisiert die rechnerunterstützte Technologiefrühaufklärung. Die methodische Unterstützung zur Anwendung dieses Software-Werkzeugs ist mit dem Vorgehensmodell beschrieben. Das Vorgehensmodell beschreibt insbesondere in Phase 1 die Ableitung von technologieorientierten Verbesserungspotentialen aus Sicht des Geschäftsmodells. Dazu wird der Zusammenhang zwischen Geschäftsmodell und Geschäftsprozessen hergestellt. Die Geschäftsmodelle werden in OMEGA dokumentiert und hinsichtlich der Technologiepotentiale analysiert (vgl. Abschnitt 4.1.2). Die Technologiepotentiale werden gruppiert sowie in Bezug auf Kosten- und Umsatzpotentiale bewertet und priorisiert (vgl. Abschnitt 4.1.3).

A5: Bestimmung und Nutzung individuell auswählbarer externer Quellen

Je nach Branche und bereits vorhandenem Technologiewissen kommen verschiedene Suchquellen für die Technologiesuche in Betracht. In Phase 2 wird zunächst das methodische Vorgehen zur Auswahl der richtigen Suchquellen beschrieben. Je nach Suchquelle wird für das Software-Werkzeug ein Suchmodul benötigt. Das Anlegen eines Suchmoduls ist in Phase 3 beschrieben.

A6: Berücksichtigung heterogener Daten- und Informationsquellen

Technologien sind in der Regel in semi- oder unstrukturierten natürlich-sprachigen Daten- oder Informationsquellen enthalten. Das Software-Werkzeug basiert auf Bausteinen aus dem Natural Language Processing. Diese Bausteine dienen der Verarbeitung von natürlich-sprachigen Texten. Zudem können Suchmodule für jegliche Quellen erstellt werden, die die in Abschnitt 4.2.4 definierten Anforderungen erfüllen.

A7: Effiziente Identifikation von bisher nicht bekannten Technologien

Der hier gewählte Ansatz mit dem maschinellen Lernmodell stellt sicher, dass Technologien identifiziert werden, die bisher nicht im Fokus der Betrachtung waren. Technologien werden ausschließlich auf Basis statistischer Regeln identifiziert und nicht auf Basis einer vorgegebenen Semantik. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit, Schwache Signale zu identifizieren. Durch die Technologie-Klassifikation als Vorbewertung wird die Anzahl an gefundenen Technologien in den nachfolgenden Durchläufen reduziert, das einen effizienten Einsatz dieses Werkzeugs ermöglicht.

A8: Bewertung und Priorisierung von Technologien

Der Einsatz eines Software-Werkzeugs zur TFA deckt Technologien auf, die es zu bewerten und priorisieren gilt. Die initiale Bewertung in Phase 3 stellt die Technologie-Klassifikation dar. Ferner wird in Phase 4 eine portfoliobasierte Bewertung der Technologieattraktivität sowie eine radarbasierte Technologie-Priorisierung beschrieben.

A9: Unterstützung des Aufbaus von neuem technologischen Wissen mit Bezug zum Geschäftsmodell

Ein Teil des Wissensaufbaus geschieht im Rahmen des automatisierten Anreicherns von Technologieinformationen in Phase 3. Dabei werden die vollständigen Technologienamen, Technologiebeschreibungen sowie Publikationsinformationen geladen. Diese Informationen werden im Rahmen des Iterationspfads Monitoring kontinuierlich aktualisiert. Die kontextuelle Bewertung für das jeweilige Geschäftsmodell sowie die Machbarkeitsstudien überführen die Informationen in neues technologisches Wissen, das einen weiteren Teil des Wissensaufbaus repräsentiert.

Fazit: Die entwickelte Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung erfüllt somit die an sie gestellten Anforderungen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde das Thema einer geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung behandelt. In **Kapitel 1** wurde dazu der Einfluss technologischer Strömungen wie der Digitalisierung auf das Geschäft produzierender Unternehmen dargestellt. Um vor diesem Hintergrund den unternehmerischen Fortbestand und Erfolg zu sichern, gewinnt die effektive Planungsmethodik für das zukünftige Geschäft an Bedeutung. Zwei Blickwinkel für die Planungsmethodik werden in diesem Kontext betrachtet: einerseits die Methodik zur Geschäftsmodellentwicklung und andererseits die Methodik für die Technologiefrühaufklärung. Im Schnittpunkt dieser beiden Methodenbereiche lässt sich die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit einordnen: Eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrüherkennung, die Technologiepotentiale auf Basis einer ganzheitlichen Analyse des Geschäftsmodells zum Ziel hat.

In **Kapitel 2** werden die Herausforderungen analysiert, die sich im Rahmen der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung ergeben. Hierzu werden zunächst die relevanten Begriffe dieser Arbeit definiert und abgegrenzt. Anschließend erfolgt die Einordnung der Systematik in das Referenzmodell der Strategischen Planung und integrativen Entwicklung von Marktleistungen. Die Systematik ist im Übergang von der Geschäftsplanung zur Potentialfindung eingeordnet. Daraufhin erfolgt eine Einordnung in die Handlungsfelder Geschäftsmodellentwicklung und Technologiefrühaufklärung. Anschließend werden Herausforderungen aus Sicht der Geschäftsmodellentwicklung und der Technologiefrühaufklärung herausgearbeitet. Dies stellt die Basis zur Ableitung der Anforderungen an die Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung dar. Die Anforderungen gliedern sich in übergeordnete Anforderungen, Anforderungen an die Geschäftsmodellentwicklung sowie in Anforderungen an die Technologiefrühaufklärung.

Kapitel 3 zeigt auf, dass keine der existierenden Methoden und Systematiken die in Kapitel 2 erhobenen Herausforderungen umfassend adressieren kann. Hierfür existieren jedoch Ansätze aus den Bereichen Geschäftsmodellentwicklung und Technologiefrühaufklärung, die im Rahmen dieser Arbeit genutzt werden können. Ferner sind Software-Werkzeuge und -Bibliotheken vorhanden, die das Maschinelle Lernen unterstützen und explizit für die Extraktion von Technologien in Texten nutzbar sind.

In **Kapitel 4** wird als Kern der vorliegenden Arbeit eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung vorgestellt. Die Systematik orientiert sich am idealtypischen Ablauf der Strategischen Frühaufklärung und ist in die fünf Phasen *Analyse der Geschäftstätigkeiten*, *Vorbereitung* sowie *Durchführung der Technologiesuche*, *Bewertung der Technologien* und *Planung der Technologie-Exploration* gegliedert. Die Systematik besteht aus einem Vorgehensmodell sowie einer dazugehörigen IT-Werkzeugunterstützung.

Zunächst erfolgt in Phase 1 die Analyse der Geschäftstätigkeit. Dazu wird zu Beginn das Geschäftsmodell tätigkeitsorientiert beschrieben und in einer Business Model Canvas dokumentiert. Anschließend folgt das Abbilden der zugehörigen Geschäftsprozesse in der Modellierungssprache OMEGA. OMEGA dient ebenfalls zur Analyse der Geschäftsprozesse, sodass als Resultat dieser Phase abgeleitete und dokumentierte technologieorientierte Verbesserungspotentiale vorliegen.

In Phase 2 wird die Technologiesuche vorbereitet. Dazu werden die technologieorientierten Verbesserungspotentiale in technologische Suchfelder überführt und in Form eines Steckbriefs dokumentiert. Hierzu erfolgt im nächsten Schritt die Ableitung der Suchbegriffe aus den Suchfeldern. Zur Erweiterung des Suchfeldes werden ergänzend Synonyme untersucht. Dazu wird ein Internet-Thesaurus genutzt, der automatisiert Synonyme abfragt und als zusätzliche Suchbegriffe ablegt. Für spezifische Technologien sind verschiedene Quellen sinnvoll. Diese werden im nächsten Schritt zielgerichtet ausgewählt. Die Suchbegriffe werden abschließend mit den Suchquellen in Form von Suchaufträgen dokumentiert.

Im Rahmen der dritten Phase erfolgt die Durchführung der Technologiesuche. Diese Phase ist ein Zusammenspiel aus manuellen und automatisierten Schritten. Jede Suchquelle benötigt Informationen zum Zugriff und zum Rückgabeformat. Dies wird manuell in der ersten Aufgabe in Form von Suchmodulen konfiguriert. Anschließend erfolgt die automatisierte Technologiesuche anhand der Suchmodule. Hierbei werden Datenbanken abgefragt und Dokumente mit Hilfe von Information Retrieval identifiziert. Im nächsten Schritt erfolgt die Aufbereitung der identifizierten Texte, um mit Hilfe der Named Entity Recognition Technologien in den Dokumenten zu identifizieren. Für die anschließende Bewertung ist es hilfreich, bereits vorhandene Informationen zu suchen und zusammenzufassen. Dies stellt ebenfalls einen automatisierten Schritt dar. Abschließend erfolgt die Klassifikation von Technologien. Dies bedeutet, dass der Nutzer bestätigen muss, dass es sich bei dem gefundenen Suchergebnis um eine Technologie handelt. Die Klassifikation dient dem Maschinellen Lernverfahren als Trainingsmenge und führt somit zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Ergebnisse.

Die vierte Phase befasst sich mit der Bewertung der Technologien. Dazu werden zunächst fehlende Informationen ergänzt und in einem Steckbrief abgelegt. Hier werden ebenfalls Chancen und Bedrohungen der Technologieerschließung dokumentiert. Anschließend erfolgt die Bewertung der Technologieattraktivität anhand der Dimensionen *Technologie-relevanz* und *relative Technologieerreichbarkeit*. Diese Bewertung wird in Form eines Portfolios dokumentiert. Die Ergebnisse werden dann in ein Technologie-Radar überführt. Dabei werden relevante Zusatzinformationen, wie der aktuelle Reifegrad der Technologie visualisiert. Anhand des Radars wird eine Priorisierung der zu verfolgenden Technologien durchgeführt. Ergebnis dieser Phase sind bewerte Technologien.

In Phase 5 erfolgt die Planung der Technologie-Exploration. Gemäß idealtypischen Vorgehens schließt die Technologieführaufklärung mit einer Handlungsempfehlung ab.

Diese wird in Form einer Projekt-Roadmap und Aufträgen für Machbarkeitsstudien realisiert. Da insbesondere im Bereich IuK mittlerweile viele Technologien existieren, die einen ähnlichen Zweck erfüllen, aber einen anderen Wirkmechanismus ausweisen (z.B. Sensoren), bietet es sich an, diese Technologien in einem Projekt gegenüberzustellen. Dazu eignen sich Machbarkeitsstudien. Ziel der Studien ist ein PoC zu erzielen. Hier wird der praktische Umgang mit den Technologien erprobt, um den Wissensaufbau zu fördern.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die Systematik die an sie gestellten Anforderungen in gefordertem Umfang erfüllt. Die Praxistauglichkeit hat sich bei der Validierung im Rahmen des ADISTRA-Projekts erwiesen.

Es existiert dennoch **zukünftiger Forschungsbedarf** im Rahmen der geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung. Kurzfristig ergibt sich die Möglichkeit die gefundenen Technologien bidirektional mit dem Technologie-Planungskonzept (bzw. der Innovations-Datenbank) des HEINZ NIXDORF INSTITUTS zu verknüpfen [BGI09, S. 43]. Insbesondere das Ableiten der Suchfelder auf Basis der vorhandenen Informationen in der Innovations-Datenbank ist nicht trivial. Eine Verknüpfung mit dem semantischen Vorgehen von WARSCHAT ET AL. ist zu prüfen [WKS13, S. 41]. Ferner ermöglicht eine Schnittstelle mit dem Software-Tool für OMEGA eine Technologiesuche, die bei der Dokumentation von Technologiepotentialen automatisch angestoßen wird [GP14, S. 259].

Mittelfristig ergibt sich Forschungsbedarf in der konkreten Weiterentwicklung der Geschäftsmodelle auf Basis der gefundenen Technologien und in der Ableitung digitaler Produktstrategien. Die untersuchten Ansätze im Rahmen dieser Arbeit fokussieren sich weitestgehend auf die Weiterentwicklung der Marktleistung [Ams16, S. 117ff.], [Pei15, S. 113ff.]. Allerdings existieren zunehmend Technologien im Rahmen des Cloud Computing, die selbst eine nutzungsabhängige Kostenstruktur mitbringen. Die Weiterentwicklung des eigenen Geschäftsmodells in Richtung regelmäßiger Ertragsströme stellt dann nicht nur einen attraktiven, sondern einen zwingend notwendigen Schritt dar. Eine strategische Betrachtung dieser Herausforderung ist bisher nicht ersichtlich. Ferner ist es sinnvoll, sich mit digitalen Produktstrategien zu befassen. Diese stellen auf Grund der hohen Dynamik in der Entwicklung digitaler Technologien eine große Herausforderung an die Strategische Produktstrategieplanung dar.

Der langfristige Forschungsbedarf ergibt sich im strategischen Aufbau von digitalen Technologiekompetenzen. Zum einen adressiert dieser Forschungsbedarf eine organische Transformation des Unternehmens, aber auch anorganischen Technologiezukauf in Form von Mergers & Acquisitions (M&A). Dies betrifft insbesondere die Suche und Auswahl nach geeigneten Unternehmen bis hin zur Integration in die bestehenden tradierten Unternehmensstrukturen. Zudem sind Methoden zum Übergang des Technologie-Know hows in das bestehende Geschäftsmodell nicht ausreichend beschrieben. Ansätze für den Kompetenzaufbau liefert RÜBBELKE [Rüb16, S. 77ff.].

6 Abkürzungsverzeichnis

ADISTRA Adaptierbares Instrumentarium für die Strategische Produktplanung

API Application Programming Interface

ATM Automated Teller Machine

BLOB Binary Large Object

BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung

BMWi Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

bzw. beziehungsweise

CMS Content Management System

CRM Customer Relationship Management

DB Datenbank

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

DDoS Distributed Denial of Service

d.h. das heißt

DSM Design Structure Matrix

EOPS European Open Patent Service

EPO European Patent Office

ERP Enterprise Resource Planning

F&E Forschung und Entwicklung

FMEA Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse

FW Firmware

HW Hardware

ID Identifikator

IuK Informations- und Kommunikationstechnologien

IT Informationstechnologie

KDT Knowledge Discovery in Texts

KI Künstliche Intelligenz

KMU Kleine und mittlere Unternehmen

K.O.	Knock Out
LoRa	Long Range (Wide Area Network)
M&A	Mergers & Acquisitions
ML	Markup Language
NB-IoT	Narrow Band - Internet of Things
NE	Named Entities
NER	Named Entity Recognition
NFC	Near Field Communication
NLP	Natural Language Processing
NoSQL	Not only Sequel (Datenbanken)
OAuth	Open Authentication
OMEGA	Objektorientierte Methode zur Geschäftsprozessmodellierung und -analyse
openNER	Open Named Entity Recognition Project
OpenNLP	Open Natural Language Processing
OPM	OMEGA Process Modeller
OPS	Open Patent Service
OTA	Over-the-air (Updates)
PoC	Proof of Concept
QP	Querschnittsarbeitspakete
REMARK	Recherche- und Monitoringtool zur Informationsextraktion
RoI	Return on Investment
SIG	Special Interest Group
SoC	System on Chip
sog.	sogenannte(n)
SW	Software
TFA	Technologiefrühaufklärung
u.a.	unter anderem
URL	Uniform Resource Locator

UWB	Ultra-Wideband
WiFi	Wireless Local Area Networking
z.B.	zum Beispiel

7 Literaturverzeichnis

- [AA10] AL-BEBEL, M.M.; AVISON, D.: Developing an unified framework of the business model concept. In: *European Journal of Information Systems*, Vol. 19, No.3, 2010, S. 359-376
- [ABN15] ALBER, S.; BREYER, K.; NÄGELE, K.: *Praxishandbuch Facebook-Programmierung – Facebook-Anwendungen mit Javascript und PHP*. O'Reilly Verlag, Köln, 2015
- [ABS00] ABITEBOUL, S.; BUNEMAN, P.; SUCIU, D.: *Data on the Web – From Relations to Semistructured Data and XML*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, Kalifornien, 2000
- [ADE+14] AMSHOFF, B.; DÜLME, C.; ECHTERFELD, J.; GAUSEMEIER, J.: Geschäftsmodellmuster für disruptive Technologien. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): *Vorausschau und Technologieplanung. 10. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung*, 20.-21. November 2014, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 334, Paderborn, 2014, S. 3-28
- [Afu04] AFUAH, A.: *Business models – A strategic management approach*. McGraw-Hill/Irwin Verlag, New York, 2004
- [AL13] ATDAG, S.; LABATUT, V.: A comparison of named entity recognition tools applied to biographical texts. In: *IEEE (Hrsg.): Proceedings of 2nd International Conference on Systems and Computer Science*, August 26-27, Villeneuve d'Ascq, 2013, S. 228-233
- [Alp08] ALPAYDIN, E.: *Maschinelles Lernen*. Oldenbourg Verlag, München, 2008
- [Alt17-ol] ALTERVISTA: Thesaurus. Unter: <http://thesaurus.altervista.org/>, 25. August 2017
- [Ams16] AMSHOFF, B.: *Systematik zur musterbasierten Entwicklung technologie-induzierter Geschäftsmodelle*. Dissertation, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 357, Paderborn, 2016
- [AN95] AAMOT, A.; NYGÅRD, M.: Different Roles and Mutual Dependencies of Data, Information and Knowledge – An AI Perspective on their Integration. In: *Data and Knowledge Engineering*, Vol.16, No.3, Elsevier, Amsterdam, 1995, S. 191-222
- [Ans76] ANSOFF, H. I.: Managing Surprise as Discontinuity – Strategic Response to Weak Signals. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfgF)*, Vol.28, 1976, S. 129-152
- [Ans81] ANSOFF, H. I.: Die Bewältigung von Überraschungen und Diskontinuitäten – Strategische Reaktion auf schwache Signale. In: STEINMANN, H. (Hrsg.): *Planung und Kontrolle – Probleme der strategischen Unternehmensführung*, München, 1981, S. 233-264
- [AS56] ALTSCHULLER, G.; SCHAPIRO, R.: *Über die Psychologie der erfinderischen Kreativität*. Zeitschrift für Fragen der Psychologie, Moskau, 1956
- [AZ12] AGGARWAL, C. C.; CHENGXIANG, Z.: *Mining Text Data*. Springer Verlag, New York, Dordrecht, Heidelberg, London, 2012
- [Bak13] BAKOS, G.: *KNIME Essentials – Perform Accurate Data Analyses Using the Power of KNIME*. Packt Publishing, Birmingham, Mumbai, 2013
- [BCD+07] BERTHOLD, M. R.; CEBRON, N.; DILL, F.; GABRIEL, T. R.; KÖTTER, T.; MEINL, T.; OHL, P.; SIEB, C.; THIEL, K.; WISWEDEL, B.: *KNIME – The Konstanz Information Miner*. In: PREISACH, C.; BURKHARD, H.; SCHMIDT-THIEME, L.; DECKER, R. (Hrsg.): *Data Analysis, Machine Learning and Applications*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, S. 319-326

- [Bät04] BÄTZEL, D.: Methode zur Ermittlung und Bewertung von Strategiealternativen im Kontext Fertigungstechnik. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 141, Paderborn, 2004
- [BCC+57] BELLMAN, R.; CLARK, C.; CRAFT, C.; MALCOLM, D. G.; RICCIARDI, F.: On the Construction of a Multi-Stage, Multi-Person Business Game. The Rand Corporation, Santa Monica, 1957
- [BDI+05] BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN INDUSTRIE E.V. (BDI); FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (FHG); VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGEBAU E.V. (VDMA) (HRSG.): Intelligenter produzieren – 32 Thesen zur Forschung für die Zukunft der industriellen Produktion. BDI, Berlin, 2005
- [Ber98] BERKAU, C.: Prozesskostenrechnung als Instrument für das Optimieren von ganzheitlichen Prozessstrukturen. In: MAICHER, M.; SCHERUHN, H.-J. (Hrsg.): Informationsmodellierung – Referenzmodelle und Werkzeuge. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1998, S. 333-352
- [BH96] BOOS, F.; HEITGER, B.: Kunst oder Technik? Der Projektmanager als sozialer Architekt. In: BALCK, H. (Hrsg.): Networking und Projektorientierung, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1996, S. 165-182
- [BH98] BRYNJOLFSSON, E.; HITT, L.M.: Beyond the Productivity Paradox. In: Communications of the ACM, Vol.41, Nr.8, S. 49-55
- [BH13] BADEN-FÜLLER, C.; HAEFLIGER, S.: Business model innovation – the challenges ahead. In: Long Range Planning, Vol.46, No.6, 2013, S. 419-426
- [Bih15] BIHIS, C.: Mastering OAuth 2.0 – Create powerful applications to interact with popular service providers such as Facebook, Google, Twitter, and more by leveraging the OAuth 2.0 Authorization Framework. Packt Publishing, Birmingham, 2015
- [Bit15] BITKOM RESEARCH (Hrsg.): Digitale Transformation der Wirtschaft. Eigene Produktion, Berlin, 2015
- [BK96] BINDER, V.; KANTOWSKY, J.: Technologiepotentiale – Neuausrichtung der Gestaltungsfelder des strategischen Technologiemanagements. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1996
- [BK08] BEIERLE, C.; KERN-ISBERNER, G.: Methoden wissensbasierter Systeme – Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen. Vieweg und Teubner Verlag, Wiesbaden, 4. verbesserte Auflage, 2008
- [BK11] BIEGER, T.; KRYSS, C.: Einleitung – Die Dynamik von Geschäftsmodellen. In: BIEGER, T.; ZU KNYPHAUSEN-AUFSEß, D.; KRYSS, C. (Hrsg.): Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis. Springer Verlag, Berlin, 2011, S. 1-10
- [Ble11] BLECHER, K.: Das Konzept Integriertes Management – Visionen, Missionen, Programm. Campus Verlag, Frankfurt am Main, 8. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2011
- [BGI09] BRINK, V.; GAUSEMEIER, J.; IHMELS, S.: Informationssystem für ein holistisches Innovationsmanagement. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 5. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 19.-20. November 2009, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 265, Paderborn, 2009, S. 31-54
- [BM10] BADEN-FULLER, C.; MORGAN, M. S.: Business Models as Models. In: Long Range Planning, Vol.43, No.2/3, 2010, S. 156-171

- [Bon96] DE BONO, E.: *Serious Creativity – Die Entwicklung neuer Ideen durch die Kraft des lateralen Denkens*. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1996
- [BR11] BIEGER, T.; REINHOLD, S.: *Das wertbasierte Geschäftsmodell – ein aktualisierter Strukturansatz*. In: Bieger, T.; zu Kryphausen-Aufseß, D.; Krys, C. (Hrsg.): *Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis*. Springer Verlag, Berlin, 2011, S. 11-70
- [BRA08] BÜGEL, H.; REGER, G.; ACKEL-ZAKOUR, R.: *Technologie-Früherkennung in multinationalen Unternehmen – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*. In: MÖHRLE, M.G.; ISENMANN, R. (Hrsg.): *Technologie-Roadmapping – Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 3. Auflage, 2008, S. 27-53
- [Bri10] BRINK, V.: *Verfahren zur Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien*. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagschriftenreihe, Band 280, Paderborn, 2010
- [Bro01] BROWNING, T. R.: *Applying the Design Structure Matrix to System Decomposition and Integration Problems – A Review and New Directions*. In: *IEEE Transactions on Engineering Management*. Vol. 48, No. 3, August 2001, S. 292-306
- [BS06] BULLINGER, H.-J.; SCHEER, A.-W.: *Service Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. In: BULLINGER, H.-J.; SCHEER, A.-W. (Hrsg.): *Service Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2. vollständig überarbeitete Auflage, 2006
- [Bul94] BULLINGER, H.-J.: *Einführung in das Technologiemanagement – Modelle, Methoden und Praxisbeispiele*. Teubner Verlag, Stuttgart, 1994
- [Bun10] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF): *Innovative Produkte effizient entwickeln – Bekanntmachung*. Eigene Produktion, Bonn, Berlin, 2012
- [Bun12] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF): *Innovative Produkte effizient entwickeln „Forschung und die Produktion von morgen“ – Projektportraits*. Eigene Produktion, Bonn, Berlin, 2012
- [Bun14] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF): *Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen*. Eigene Produktion, Bonn, 2014
- [Bun17] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi): *Weißbuch digitale Plattformen – Digitale Ordnungspolitik für Wachstum, Innovation, Wettbewerb und Teilhabe*. Eigene Produktion, Berlin, 2017
- [Cas04] CASPERS, R.: *Gesellschaftliche Bedeutung von Wissen und Wissensnetzwerken*. In: CASPERS, R.; BICKHOFF, N.; BIEGER, T.: *Interorganisatorische Wissensnetzwerke – Mit Kooperationen zum Erfolg*. Springer Verlag, Berlin, 2004, S. 59-108
- [CR02] CHESBROUGH, H.; ROSENBLOOM, R. S.: *The role of the business model in capturing value from innovation; evidence from Xerox Corporation’s technology spin-off companies*. In: *Industrial and Corporate Change*, Vol.11, No.3, 2002, S. 529-555
- [Cim06] CIMIANO, P.: *Ontology Learning and Polulation from Text – Algorithms, Evaluation and Applications*. Springer Verlag, New York, 2006
- [CT12] CASADESUS-MASANELL, R.; TARZIJÁN, J.: *When one business model isn’t enough*. In: *Harvard Business Review*, 1/2012, S. 132-137
- [DK12] DRUBIN, D. G.; KELLOGG, D. R.: *English as the universal language of science: opportunities and challenges*. In: *Molecular Biology of the Cell*, Vol. 23, No. 8, S. 1399
- [EAG15] ECHTERFELD, J.; AMSHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.: *How to use Business Model Patterns for Exploiting Disruptive Technologies*. In: PRETORIUS, L.; THOPIL, G. A. (Hrsg.):

- IAMOT 2015 – Proceedings of the 24th International Association for Management of Technology Conference, June 8-11, Cape Town, 2015, S. 2294-2313
- [Ebe13] EBERLING, C.: Konzept und Prototyp einer Softwareunterstützung für Technologiefrühaufklärung. Bachelorarbeit, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, Paderborn, 2013
- [Ech14] ECHTERHOFF, N.: Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen. Dissertation, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 332, Paderborn, 2014
- [Els17-ol] ELSEVIER SCOPUS: Scopus Journal FAQs: Helping to improve the submission & success process for Editors & Publishers. Unter: https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0006/95118/SC_FAQ-content-selection-process-22092014.pdf, 17. September 2017
- [EP13] ECKELT, D.; PLACZEK, M.: Mechanismen interdisziplinärer Zusammenarbeit in der Produktfindung – Ansätze zur kollaborativen Ideengenerierung. In: ARNS, T.; BENTELE, M.; NIEMEIER, J.; SCHÜTT, P.; WEBER, M. (Hrsg.): 15. Kongress für Wissensmanagement und Social Media: Wissensmanagement und Social Media – Markterfolg im Innovationswettbewerb. 8.-9. Oktober, Hanau, 2013, S. 505-516
- [Erl10] ERLACH, K.: Wertstromdesign – Der Weg zur schlanken Fabrik. Springer Verlag, Heidelberg, 2. bearbeitete und erweiterte Auflage, 2010
- [ES00] ESTER, M.; SANDER, J.: Knowledge Discovery in Databases – Techniken und Anwendungen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2000
- [Eur17-ol] EUROPEAN PATENT OFFICE (EPO): Open Patent Services (OPS). Unter: https://www.epo.org/searching-for-patents/technical/espacenet/ops_de.html#tab-1, 18.9.2017
- [Fah95] FAHRWINKEL, U.: Methode zur Modellierung und Analyse von Geschäftsprozessen zur Unterstützung des Business Process Reengineering. Dissertation, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Universität-Gesamthochschule Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 1, Paderborn, 1995
- [Far08] FARAHANI, S.: Zigbee Wireless Networks and Transceivers. Newnes Elsevier Verlag, Burlington, Massachusetts, 2008
- [FD95] FELDMAN, R.; DAGAN, I.: KDT – Knowledge Discovery in Texts. In: FAYYAD, U.; UTHUTUSAMY, R. (Hrsg.): Proceedings of the First International Conference on Knowledge Discovery (KDD), August 20-21, Montréal, 1995, S. 112-117
- [Fin17-ol] FINANCIAL TIMES (FT): Banks rush to bring old-fashioned ATMs into digital age. Unter: <https://www.ft.com/content/e1c0bc66-5510-11e7-9fed-c19e2700005f>, 18.9.2017
- [Fis99] FISCHER, P.: Algorithmisches Lernen. Springer Fachmedien, Verlag, Wiesbaden, 1999
- [Gab17-ol] GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON ONLINE: Wert. Unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/wert.html>, 19. August 2017
- [Gad17] GADATSCH, A.: Grundkurs Geschäftsprozess-Management – Analyse, Modellierung, Optimierung und Controlling von Prozessen. Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, 8. Auflage, 2017
- [GAD+14] GAUSEMEIER, J.; AMSHOFF, B.; DÜLME, C.; KAGE, M.: Strategische Planung von Marktleistungen im Kontext Industrie 4.0. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 10. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 20.-21. November 2014, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 334, Paderborn, 2014, S. 5-36

- [Gäl87] GÄLWEILER, A.: Strategische Unternehmensführung. Campus Verlag, Frankfurt am Main, New York, 1987
- [Gar94] GAREIS, R.: Erfolgsfaktor Krise. Signum Verlag, Wien, 1994
- [GDS+13] GAUSEMEIER, J.; DUMITRESCU, R.; STEFFEN, D.; CZAJA, A.; WIEDERKEHR, O.; TSCHIRNER, C.: Systems Engineering in der industriellen Praxis. Hrsg.: HEINZ NIXDORF INSTITUT; FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNOLOGIE – PG ENTWURFSTECHNIK MECHATRONIK, UNITY AG. Wentker Druck GmbH, Paderborn, 2013
- [GEK01] GAUSEMEIER, J.; EBBESMEYER, P.; KALLMEYER, P.: Produktinnovation – Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2001
- [Ger05] GERPOTT, T.J.: Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, 2015
- [GFC13] GASSMANN, O.; FRANKENBERGER, K.; CSIK, M.: Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. Carl Hanser Verlag, München, 2013
- [GFO10] GASSMANN, O.; FRIESIKE, S.; OSCHMANN, G.: Mit dem Aikido-Prinzip bestehende Geschäftsmodelle aushebeln. io new management, Nr. 7-8, 2010, S. 8-11
- [GGM+14] GARRIDO, L.; GÓMEZ, J. M.; MORA, M.; PÉREZ, C. (Hrsg.): Engineering und Management of IT-based Service Systems – An Intelligent Decision Making Support Systems Approach. Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2014
- [GK09] GESSLER, R.; KRAUSE, T.: Wireless-Netzwerke für den Nahbereich – Eingebettete Funksysteme: Vergleich von standardisierten und proprietären Verfahren. Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2009
- [GKR13] GAUSEMEIER, J.; KÖSTER, O.; RÜBBELKE, R.: Systematik zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 9. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 5.-6. Dezember 2013, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 318, Paderborn, 2013, S. 7-36
- [GLM+10] GOECKE, D.; LÜNGEN, H.; METZING, D.; STÜHRENBURG, M.; WITT, A.: Different Views on Markup – Distinguishing Levels and Layers. In: WITT, A.; METZING, D. (Hrsg.): Linguistic Modeling of Information and Markup Languages – Contributions to Language Technology. Springer Verlag, Band 40, Heidelberg, London, New York, 2010, S. 1-21
- [GO16] GAUSEMEIER, J.; OVTCHAROVA, J.: Strategische Produktplanung – Adaptierbare Methoden, Prozesse und IT-Werkzeuge für die Planung der Marktleistung von morgen. HEINZ NIXDORF INSTITUT (Hrsg.), Paderborn, 2016
- [GP14] GAUSEMEIER, J.; PLASS, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2. Auflage, 2014
- [GP16] GAUSEMEIER, J.; PLACZEK, M.: Potentialfindung. In: HEINZ NIXDORF INSTITUT (Hrsg.): Strategische Produktplanung – Adaptierbare Methoden, Prozesse und IT-Werkzeuge für die Planung der Marktleistungen von morgen. Paderborn, 2016, S. 26-37
- [Gru93] GRUBER, T. R.: A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition, Vol. 5, No. 2, Academic Press Ltd., London, 1993, S. 199-220

- [Gup16] GUPTA, N.: Inside Bluetooth Low Energy. Artech House Verlag, Boston, New York, 2nd Edition, 2016
- [Ham92] HAMMER, R. M.: Strategische Planung und Frühaufklärung. Oldenbourg Verlag, München Wien, Oldenbourg, 2. Auflage, 1992
- [Här02] HÄRTEL, W.: Issueorientierte Frühaufklärung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 114, Paderborn, 2002
- [HC94] HAMMER, M.; CHAMPY, J.: Business Reengineering – Die Radikalkur für das Unternehmen. Campus Verlag, Frankfurt am Main, New York, 1994
- [Hea99] HEARST, M.: Untangling text data mining. In: DALE, R.; CHURCH, K. (Hrsg.): Proceedings of the 37th annual meeting of the Association for Computational Linguistics on Computational Linguistics, June 20-26, Maryland, 1999, S. 3-10
- [Hei17-ol] HEISE ONLINE: Facebook meldet 2 Milliarden aktive User. Unter: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Facebook-meldet-2-Milliarden-aktive-User-3757367.html>, 18.9.2017
- [HK10] HOPPE, K.; KOLLMER, H.: Strategie und Geschäftsmodell. In: MEINHARDT, Y. (Hrsg.): Veränderung von Geschäftsmodellen in dynamischen Industrien: Fallstudien aus der Biotech-, Pharmaindustrie und bei Business-to-consumer-Portalen. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2010
- [HM04] HAROLD, E. R.; MEANS, W. S.: XML in a Nutshell – A Desktop Quick Reference. O'Reilly Verlag, Sebastopol, California, 3rd Edition, 2004
- [HNP05] HOTH, A.; NÜRNBERGER, A.; PAAß, G.: A Brief Survey of Text Mining. In: LDV-Forum, Vol.20, No.1, S. 19-62
- [How01] HOWE, D. R.: Data Analysis for Database Design. Butterworth-Heinemann Verlag, Oxford, Woburn, 3. Auflage, 2001
- [HQW06] HEYER, G.; QUASTHOFF, U.; WITTIG, T.: Text Mining – Wissensrohstoff Text: Konzepte, Algorithmen, Ergebnisse. W3L Verlag, Bochum, 2006
- [HS11] HEINRICH, L. J.; STELZER, D.: Informationsmanagement – Grundlagen, Aufgaben, Methoden. Oldenbourg Verlag, München, Oldenbourg, 2011
- [IEE17-ol] IEEE XPLORE DIGITAL LIBRARY: About IEEE Xplore. Unter: <http://ieeexplore.ieee.org/Xplorehelp/#/overview-of-ieee-xplore/about-ieee-xplore>, 18.9.2017
- [Ihm09] IHMELS, S.: Verfahren zur integrierten informationstechnischen Unterstützung des Innovationsmanagements. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 271, Paderborn, 2009
- [KH98] KRUPKA, G. R.; HAUSMAN, K.: IsoQuest Inc. – Description of the NetOwl (TM) Extractor System as Used for MUC-7. In: CHINCHOR, N. A. (Hrsg.): Proceedings of the 7th Message Understanding Conference (MUC), April 29 - May 1, Fairfax, Virginia, 1998
- [KH99] KLOPP, M.; HARTMANN, M.: Das Fledermaus Prinzip – Strategische Früherkennung für Unternehmen. Log-X Verlag, Stuttgart, 1999
- [Kla83] KLAUSMANN, W.: Betriebliche Frühwarnsysteme im Wandel. In: Zeitschrift Führung und Organisation (zfo), Vol.49, Ergänzungsheft 2, 1983, S. 47-69
- [KM93] KRYSTEK, U.; MÜLLER-STEVENSON, G.: Frühaufklärung für Unternehmen. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1993

- [KNI17-ol] KNIME.COM AG (Ed.): Frequently Asked Questions (FAQ). KNIME Homepage, unter: <https://www.knime.com/faq#q1>, 13. September 2017
- [KÖ07] KAGERMANN, H.; ÖSTERLE, H.: Geschäftsmodelle 2010 – Wie CEOs Unternehmen transformieren. Frankfurter Allgemeine Buch, Frankfurt am Main, 2007
- [Kok13] KOKOSCHKA, M.: Verfahren zur Konzipierung imitationsgeschützter Produkte und Produktionssysteme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 313, Paderborn, 2013
- [Kös14] KÖSTER, O.: Systematik zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 326, Paderborn, 2014
- [KS06] KREIDENWEIS, H.; STEINCKE, W.: Wissensmanagement. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 2006
- [KSA11] KLAPPERT, S.; SCHUH, G.; AGHASSI, S.: Einleitung und Abgrenzung – Technologiemanagement. In: SCHUH, G.; KLAPPERT, S. (Hrsg.): Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011, S. 5-10
- [KT81] KIRSCH, W.; TRUX, W.: Perspektiven eines strategischen Managements. In KIRSCH, W. (Hrsg.): Unternehmenspolitik – Von der Zielforschung zum strategischen Management. Kirsch Verlag, München, 1987, S. 290-396
- [Las11] LASINGER, D.: Die Leistung vor der Innovation – Ermittlung und Nutzung schwacher Signale von Chancen. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2011
- [Lau09] LAUBE, T.: Methodik des interorganisationalen Technologietransfers – Ein Technologie Roadmap-basiertes Verfahren für kleine und mittlere technologieorientierte Unternehmen. Dissertation, Fakultät für Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik, Universität Stuttgart, Stuttgart, 2009
- [LAW08] LANG-KOETZ, C.; ARDILIO, A.; WARSCHAT, J.: TechnologieRadar – Heute schon Technologien für morgen identifizieren. In: BULLINGER, H.-J. (Hrsg.): Fokus Technologie – Chancen erkennen, Leistung entwickeln. Carl Hanser Verlag, München, 2008, S. 133-146
- [Leh14a] LEHNER, F.: Wissensmanagement – Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. Carl Hanser Verlag, München, 5. Auflage, 2014
- [Leh14b] LEHNER, M.: Verfahren zur Entwicklung geschäftsmodell-orientierter Diversifikationsstrategien. Dissertation. Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 324, Paderborn, 2014
- [Lic02] LICHTENTHALER, E.: Organisation der Technology Intelligence – Eine empirische Untersuchung der Technologiefrühaufklärung in technologieintensiven Großunternehmen. Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 2000
- [Lie91] LIEBL, F.: Schwache Signale und Künstliche Intelligenz im Strategischen Issue Management. Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main, 1991
- [Lie96] LIEBL, F.: Strategische Frühaufklärung. Oldenbourg Verlag, München, 1996
- [LP10] LANG-KOETZ, C.; PASTEWSKI, N.: TechnologieRadar – Technologien beobachten. In: SPATH, D. (Hrsg.); SCHIMPF, S.; LANG-KOETZ, C.: Technologiemonitoring – Technologien identifizieren, beobachten und bewerten. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2010, S. 24-28
- [Mar83] MARTINO, J. P.: Technological Forecasting for Decision Making. Elsevier Science Publishing, Amsterdam, 1983

- [MCN04] MAJCHRZAK, A.; COOPER, L. P.; NEECE, O. E.: Knowledge Reuse for Innovation. In: Management Science, Vol. 50, No. 2, INFORMS, Baltimore, 2004, pp. 174-188
- [MDE+12] MINER, G.; DELEN, D.; ELDER, J.; FAST, A.; HILL, T.; NISBET, R. A.: Practical Text Mining and Statistical Analysis for Non-Structured Text Data Applications. Academic Press, Waltham, Oxford, 2012
- [Mie06] MIEKE, C.: Technologiefrühaufklärung in Netzwerken. Dissertation u.d.T.: Kooperative Technologiefrühaufklärung mittels szenariobasiertem Technologie-Roadmapping – Entscheidungsmodelle, Organisation, Methodik, Fakultät für Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Deutscher Universitätsverlag, Cottbus, 2006
- [Mik08] MIKUT, R.: Data Mining in der Medizin und Medizintechnik. Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik / Automatisierungstechnik Universität Karlsruhe, Karlsruhe, Band 22, 2008
- [Mil15] MILLER, M.: The Internet of Things – How Smart TVs, Smart Cars, Smart Homes, and Smart Cities Are Changing the World. Pearson Education Verlag, Indianapolis, Indiana, 2015
- [ML03] MÜLLER-STEWENS, G.; LECHNER, C.: Strategisches Management – Wie strategische Initiativen zum Wandel führen. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, 2003
- [ML05] MÜLLER-STEWENS, G.; LECHNER, C.: Strategisches Management – Wie strategische Initiativen zum Wandel führen. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 3. Auflage, 2005
- [MRS08] MANNING, C. D.; RAGHAVAN, P.; SCHÜTZE, H.: Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, Cambridge, 2008
- [MST94] MICHIE, D.; SPIEGELTHALER, D. J.; TAYLOR, C. C.: Machine Learning, Neural and Statistical Classification. Prentice Hall Verlag, Upper Saddle River, 1994
- [Mül81] MÜLLER, G.: Strategische Frühaufklärung. Dissertation, Universität München, Planungs- und Organisationswissenschaftliche Schriften, München, 1981
- [Mül82] MÜLLER, W.: DUDEN Fremdwörterbuch. Bibliografisches Institut, Mannheim, Wien, Zürich, 4. Auflage, 1982
- [MW00] MERTENS, P.; WIECZOREK, H.: Data X Strategien – Data Warehouse, Data Mining und operationale Systeme für die Praxis. Springer Verlag, Berlin, 2000
- [OP02] OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.: An E-Business model ontology for modeling E-Business. In: Proceedings of the 15th Bled eConference e-Reality – Constructing the e-Economy, June 17-19, Bled, Slovenia, 2002
- [OP10] OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.: Business Model Generation – A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, 2010
- [Ope17-ol] OPENNLP: Documentation. OpenNLP Homepage, unter: <https://opennlp.apache.org/docs/>, 14. September 2017
- [Öst95] ÖSTERLE, H.: Business Engineering – Prozess- und Systementwicklung. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1995
- [Pao97] PAO, Y. H.: Visualization of data structures and machine learning of rules. In: ADELI, H. (Hrsg): Intelligent Information Systems Iis'97, December 8-10, Grand Bahama Island, 1997, S. 128-132

- [PEG15] PLACZEK, M.; EBERLING, C.; GAUSEMEIER, J.: Conception of a Knowledge Management System for Technologies. In: PRETORIUS, L.; THOPIL, G. A. (Hrsg.): IAMOT 2015 – Proceedings of the 24th International Association for Management of Technology Conference, Juni 8-11, Cape Town, 2015, S. 1646-1663
- [PEG+15] PLACZEK, M.; ECHTERHOFF, B.; GAUSEMEIER, J.; HIRSCHTER, T.: Deriving Technology Search Fields from Business Models. In: TIDD, J.; HUIZINGH, E.; CONN, S. (Hrsg.): ISPIM Innovation Summit – Changing the Innovation Landscape, December 6-9, Brisbane, 2015
- [Pei15] PEITZ, C.: Systematik zur Entwicklung einer produktlebenszyklusorientierten Geschäftsmodell-Roadmap. Dissertation, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 337, Paderborn, 2015
- [Per87] PERRILUX, R.: Der Zeitfaktor im strategischen Technologiemanagement. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1987
- [Per07] PERL, E.: Grundlagen des Innovations- und Technologiemanagements. In: STREBEL, H. (Hrsg.): Innovations- und Technologiemanagement. Facultas Verlag, Wien, 2. Auflage, 2001
- [Pfe92] PFEIFFER, S.: Technologie-Frühaufklärung – Identifikation und Bewertung zukünftiger Technologien in der strategischen Unternehmensplanung. S+W Steuer- und Wirtschaftsverlag, Hamburg, 1992
- [Pfe01] PFEIFER, T.: Qualitätsmanagement – Strategien, Methoden, Techniken. Carl Hanser Verlag, München, 2001
- [PG88] PÜMPIN, C.; GEILINGER, U. W.: Strategische Führung – Aufbau strategischer Erfolgspositionen in der Unternehmenspraxis. In: Die Orientierung, Vol. 76, Einzelausgabe, 1988, S. 1-68
- [PG05] PALETI, A. G.; GIAGLIS, G.: Technology innovation-induced business model change – A contingency approach. In: Journal of Organizational Change Management, Vol.18, No.2, 2005, S. 167-183
- [PGO+16] PLACZEK, M.; GAUSEMEIER, J.; OVTCHAROVA, J.; ELSTERMANN, M.; WIEDERKEHR, O.: IT-Systeme. In: HEINZ NIXDORF INSTITUT (Hrsg.): Strategische Produktplanung – Adaptierbare Methoden, Prozesse und IT-Werkzeuge für die Planung der Marktleistungen von morgen. Paderborn, 2016, S. 76-87
- [PGW14] PEITZ, C.; GAUSEMEIER, J.; WALL, M.: Systematik zur Entwicklung von Geschäftsmodell-Roadmaps. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 10. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 20.-21. November 2014, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 334, Paderborn, 2014, S.191-219
- [PH15] PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J.E.: How smart, connected products are transforming companies. In: Harvard Business Review, October 2015, S. 96-114
- [PRR13] PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K.: Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler Verlag, Wiesbaden, 7. Auflage, 2013
- [PZ12] PLACZEK, M.; ZIMMERMANN, S.: Informationstechnische Schutzmaßnahmen. In: GAUSEMEIER, J.; GLATZ, R.; LINDEMANN, U. (Hrsg.): Präventiver Produktschutz – Leitfaden und Anwendungsbeispiele, Carl Hanser Verlag, München, 2012, S. 77-83
- [Rap14-ol] RAPIDMINER: RapidMiner Studio – Manual. RapidMiner Homepage, 2014, unter: <https://docs.rapidminer.com/downloads/RapidMiner-v6-user-manual.pdf>, 13. September 2017

- [RB15] ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS; BERRUFSVERBAND DER DEUTSCHEN INDUSTRIE E.V. (BDI): Die digitale Transformation der Industrie – Was sie bedeutet. Wer sie gewinnt. Was jetzt zu tun ist. Eigene Produktion, Berlin, 2015
- [Rei91] REIBNITZ, U.: Szenario-Technik – Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. Gabler Verlag, Wiesbaden, 1991
- [Rem90] REMINGER, B.: Expertensysteme zur Unterstützung der strategischen Technologieplanung. Schmidt Verlag, Berlin, 1990
- [RG06] ROHRBECK, R.; GEMÜNDEN, H.G.: Strategische Frühaufklärung – Modell zur Integration von markt- und technologieseitiger Frühaufklärung. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 2. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 9.-10. November 2006, Schloss Neuhausen, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 198, Paderborn, 2006, S. 150-176
- [Ric08] RICHTER, A.: IT-gestütztes Wissensmanagement – Theorie, Anwendungen und Barrieren. VDV Verlag, Berlin, 2008
- [RR09] RATINOV, L.; ROTH, D.: Design challenges and misconceptions in named entity recognition. In: Stevenson, S.; Carreras, X. (Hrsg.): Proceedings of the 13th Conference on Computational Natural Language Learning, June 4, Boulder, Association for Computational Linguistics, 2009, S. 147-155
- [RU17] RÖGLINGER, M.; URBACH, N.: Digitale Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. In: Geschäftsmodelle in der digitalen Welt, 2017, S. 77-94
- [Rub14] RUBIN, K. S.: Essential Scrum – Umfassendes Scrum-Wissen aus der Praxis. mitp Verlag, Heidelberg, 2014
- [Rüb16] RÜBBELKE, R.: Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung. Dissertation, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 350, Paderborn, 2016
- [RW89] RAFFÉE, H.; WIEDMANN, K.-P.: Strategisches Marketing. Poeschel Verlag, Stuttgart, 1989
- [SA16] SOLTANIAN, M. R. K.; AMIRI, I. S.: Theoretical and Experimental Methods for Defending against DDoS Attacks. Elsevier Verlag, Waltham, Massachusetts, 2016
- [SB05] SPECHT, D.; BEHRENS, S.: Strategische Planung mit Roadmaps – Möglichkeiten für das Innovationsmanagement und die Personalbedarfsplanung. In: MÖHRLE, M. G.; ISENMANN, R. (Hrsg.): Technologie-Roadmapping – Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2. wesentlich erweiterte Auflage, 2005
- [SBK+11] SCHUH, G.; BOOS, W.; KAMPKER, A.; GARTZEN, U.: Strategie. In: SCHUH, G.; KAMPKER, A. (Hrsg.): Strategie und Management produzierender Unternehmen. Springer Verlag, Berlin, 2. Vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 2011
- [Sar07] SARAWAGI, S.: Information Extraction. In: Foundation and Trends in Databases, Vol. 1, No.3, 2007, S. 261-377
- [Sch94] SCHLOSKE, A.: Fehlermöglichkeits- und einflussanalyse (FMEA): Methodik, Durchführung und Erfahrungen. In: Microtecnic. Nr. 1, 1994, S. 9-11
- [Sch09] SCHIRA, J.: Statistische Methoden der VWL und BWL – Theorie und Praxis. Pearson Studium Verlag, München, 3. aktualisierte Auflage, 2008
- [Sch10] SCHÖNBUCHER, G.: Unternehmerische Orientierung und Unternehmenserfolg – Eine empirische Analyse. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2010

- [Sch13] SCHALLMO, D. R. A.: Geschäftsmodelle erfolgreich entwickeln und implementieren. Springer Gabler, Berlin, Heidelberg, 2013
- [Sch13a] SCHALLMO, D. R. A.: Geschäftsmodell-Innovation – Grundlagen, bestehende Ansätze, methodisches Vorgehen und B2B-Geschäftsmodelle. Springer, Gabler, Berlin, Heidelberg, 2013
- [Sch13b] SCHULTE-ZURHAUSEN, M.: Organisation. Vahlen Verlag, München, 6. überarbeitete und aktualisierte Auflage, 2013
- [Sie06] SIEGMUND, C.: Einführung in Text Mining. In: Witte, R.; Mülle, J. (Hrsg.): Text Mining – Wissensgewinnung aus natürlichsprachigen Dokumenten. Universität Karlsruhe, Fakultät für Informatik, Karlsruhe, 2006
- [Sim86] SIMON, D.: Schwache Signale – Die Früherkennung von strategischen Diskontinuitäten durch Erfassung von weak signals. Dissertation. Wirtschaftsuniversität Wien, Service-Fachverlag an der Wirtschaftsuniversität Wien, Band 4, Wien, 1986
- [SJ96] SCHEER, A.-W.; JOST, W.: Geschäftsprozessmodellierung innerhalb einer Unternehmensarchitektur. In: VOSSEN, G.; BECKER, J. (Hrsg.): Geschäftsprozessmodellierung und Workflow-Management. International Thomson Publication Verlag, Bonn, Albany, 1996, S. 27ff.
- [SKS+11] SCHUH, G.; KLAPPERT, S.; SCHUBERT, J.; NOLLAU, S.: Grundlagen zum Technologiemanagement – Technologie und Technik. In SCHUH, G.; KLAPPERT, S. (Hrsg.): Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011, S. 33-55
- [SLS11] SPATH, D.; LINDNER, C.; SEIDENSTRICKER, S.: Technologiemanagement – Grundlagen, Konzepte, Methoden. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2011
- [Sol14] SÖLLNER, R.: Die wirtschaftliche Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland. Statistisches Bundesamt, Auszug aus Wirtschaft und Statistik, Wiesbaden, 2014
- [SPB10] SHMUELI, G.; PATEL, N. R.; BRUCE, P. C.: Data Mining for Business Intelligence – Concepts, Techniques, and Applications in Microsoft Office Excel with XLMiner. Wiley Verlag, Hoboken, New Jersey, 2nd Edition, 2010
- [SS00] SCHNEIDER, H.; SCHLÜTER, F.: Hybrides Produktionsplanungs- und steuerungskonzept für heterogene Produktionsstrukturen in kleinen und mittleren Unternehmen. In: NAGEL, K.; ERBEN, R. F.; PILLER, F. T. (Hrsg.): Produktionswirtschaft – Perspektiven für die Fabrik der Zukunft. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2000, S. 350-369
- [SS10] SCHMELZER, H. J.; SESSELMANN, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 7. Auflage, 2010
- [SS15] SCHLOEN, J.; SCHMITZ, M.: Suche nach technologischen Entwicklungen. In: WARSCHAT, J.; SCHIMPF, S.; KORELL, M. (Hrsg.): Technologien frühzeitig erkennen, Nutzenpotenziale systematisch bewerten: Methoden, Organisation, semantische Werkzeuge zur Informationsgewinnung und -speicherung – Ergebnisse des Verbundforschungsprojekts syncTech. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2015, S. 23-45
- [SSL10] SPATH, D. (Hrsg.); SCHIMPF, S.; LANG-KOETZ, C.: Technologiemonitoring – Technologien identifizieren, beobachten und bewerten. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2010, S. 9-14
- [Stä02] STÄHLER, P.: Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie. Josef Eul Verlag, Lohmar, 2. Auflage, 2002

- [Sta10] STAPELMA, T.: Web X.0 – Erfolgreiches Webdesign und professionelle Webkonzepte/Gestaltungsstrategien, Styleguides und Layouts für stationäre und mobile Medien. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2010
- [Ste05] STEINWEG, C.: Management der Software-Entwicklung – Projektkompass für die Erstellung von leistungsfähigen IT-Systemen. Vieweg Verlag, Wiesbaden, 6. Auflage, 2005
- [Sto07] STOCK, W. G.: Information Retrieval – Informationen suchen und finden. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2007
- [Sto10] STOLL, K.: Planung und Konzipierung von Marktleistungen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 271, Paderborn, 2010
- [TB16] TODESCHINI, R.; BACCINI, A.: Handbook of Bibliometric Indicators – Quantitative Tools for Studying and Evaluating Research. Wiley-vch Verlag, Weinheim, 2016
- [TK98] TSCHIRKY, H.; KORUNA, S.: Technologie-Management – Idee und Praxis. Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 1998
- [Tsc90] TSCHIRKY, H.: Technologie-Management ein unterschätzter Erfolgsfaktor. In: TSCHIRKY, H.; HESS, W.; LANG, P. (Hrsg.): Technologie-Management – Erfolgsfaktor von zunehmender Bedeutung. Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 1990, S. 1-30
- [Twi17-ol] TWITTER, INC.: Twitter Development Documentation. Unter: <https://dev.twitter.com/rest/public>, 20.9.2017
- [TZZ98] TERNINKO, J.; ZUSMAN, A.; ZLOTIN, B.: TRIZ – der Weg zum konkurrenzlosen Erfolgsprodukt: Ideen produzieren, Nischen besetzen, Märkte gewinnen. Verlag Moderne Industrie, Landsberg am Lech, 1998
- [UMA03] ULLRICH, M.; MAIER, A.; ANGELE, J.: Taxonomie, Thesaurus, Topic Map, Ontologie – ein Vergleich (V. 1.4). Whitepaper Series, ontoprise, Karlsruhe, 2003
- [Vap95] VAPNIK, V. N.: The Nature of Statistical Learning Theory. Springer Science + Business Media Verlag, New York, 1995
- [VB13] VAHS, D.; BREM, A.: Innovationsmanagement: Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 4. Auflage, 2013
- [Vie07] VIENENKÖTTER, A.: Methodik zur Entwicklung von Innovations- und Technologie-Roadmaps. Dissertation, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 218, Paderborn, 2009
- [VM14] VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGEBAU E.V. (VDMA); MCKINSEY & COMPANY (Hrsg.): Zukunftsperspektive deutscher Maschinenbau – Erfolgreich in einem dynamischen Umfeld agieren. Frankfurt am Main, Berlin, 2014
- [VSS07] VÖLKER, R.; SAUER, S.; SIMON, M.: Wissensmanagement im Innovationsprozess. Physica Verlag, Heidelberg, 2007
- [VW12] VAN OTTERLO, M.; WIERING, M.: Reinforcement Learning and Markov Decision Process. In: Wiering, M.; van Otterlo, M. (Hrsg.): Reinforcement Learning – State-of-the-Art. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2012, S. 3-42
- [WA03] WELGE, M. K.; AL-LAHAM, A.: Strategisches Management: Grundlagen - Prozess - Implementierung. Gabler Verlag, Wiesbaden, 4. Auflage, 2003

- [WG89] WITTMANN, A.; GREIF, S.: Systematisierung und Analyse von Erfindungen durch Klassifikationssysteme. In: ifo-Studien – Zeitschrift für empirische Wirtschaftsforschung, Vol. 35, No. 1-4, S. 349-356
- [WG16] WIEDERKEHR, O.; GAUSEMEIER, J.: Systematischer Übergang in die Produktkonzipierung. In: HEINZ NIXDORF INSTITUT (Hrsg.): Strategische Produktplanung – Adaptierbare Methoden, Prozesse und IT-Werkzeuge für die Planung der Marktleistungen von morgen. Paderborn, 2016, S. 58-67
- [Wil13] WILDE, E.: World Wide Web – Technische Grundlagen. Springer Verlag, Heidelberg, 2013
- [Wir10] WIRTZ, B. W.: Business Model Management – Design - Instrumente - Erfolgsfaktoren von Geschäftsmodellen. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2010
- [Wir12] WIRTZ, B. W.: Mergers & Acquisitions Management – Strategie und Organisation von Unternehmenszusammenschlüssen. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, 2012
- [WIZ+05] WEISS, S. M.; INDURKHYA, N.; ZHANG, T.; DAMERAU, F. J.: Text Mining – Predictive Methods for Analyzing Unstructured Information. Springer Verlag, New York, 2005
- [WKS13] WARSCHATT, J.; KORELL, M.; SCHMITZ, M.: Semantik im Technologie-Monitoring – Konzepte, Prozesse und Werkzeuge. In: GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 9. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 5.-6. Dezember 2013, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 318, Paderborn, 2013, S. 37-52
- [Wol94] WOLFRUM, U.: Strategisches Technologiemanagement. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2000
- [Wol00] WOLFRUM, U.: Strategisches Technologiemanagement. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, 2000
- [WSH+11] WELLENSIEK, M.; SCHUH, G.; HACKER, P.H.; SAXLER, J.: Technologiefrüherkennung. In: SCHUH, G.; KLAPPERT, S.: Technologiemanagement – Handbuch Produktion und Management 2. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011, S. 89-170
- [Zel03] ZELLER, A.: Technologiefrühaufklärung – Informationsprozessorientierter Ansatz zur Identifikation schwacher Signale. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2003
- [Zil15] ZILLA, K.: Bankvertrieb 2012 – Integriert, mobil, sicher. In: BURGMAIER, S.; HÜTHIG, S. (Hrsg.): Bankmagazin Jahrgang 2010 – Für Führungskräfte der Finanzwirtschaft. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2015, S. 44-47
- [Zol06] ZOLLENKOP, M.: Geschäftsmodellinnovationen – Initiierung eines systematischen Innovationsmanagements für Geschäftsmodelle auf Basis lebenszyklusorientierter Frühaufklärung. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2006
- [Zol11] ZOLLENKOP, M.: Geschäftsmodellinnovation im Spannungsfeld zwischen Unternehmensgründung und Konzernumbau. In: BIEGER, T., ZU KNYPHAUSEN-AUFSEß, D.; KRYSS, C. (Hrsg.): Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis. Springer Verlag, Berlin, 2011, S. 11-70
- [Zwe09] ZWECK, A.: Foresight, Technologiefrüherkennung und Technikfolgeabschätzung – Instrumente für ein zukunftsorientiertes Technologiemanagement. In: POPP, R.; SCHÜLL, E. (Hrsg.): Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009, S. 195-206
- [ZZ11] ZU KNYPHAUSEN-AUFSEß, D.; ZOLLENKOP, M.: Transformation von Geschäftsmodellen – Treiber, Entwicklungsmuster, Innovationsmanagement. In: BIEGER, T., ZU KNY-

PHAUSEN-AUFSEß, D.; KRYSS, C. (Hrsg.): Innovative Geschäftsmodelle – Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis. Springer Verlag, Berlin, 2011, S. 111-126

8 Anhang

Inhaltsverzeichnis	Seite
A1 Genutzte Bibliotheken / Plug-Ins	A-1
A2 Bildschirmfotos aus KNIME	A-2
A2.1 Suchmodul OP	A-2
A2.2 Suchmodul OPS	A-3
A2.3 Extraktion der Beispielsätze für OpenNLP	A-4
A2.4 Laden der Technologieinformationsbasis.....	A-5

A1 Genutzte Bibliotheken / Plug-Ins

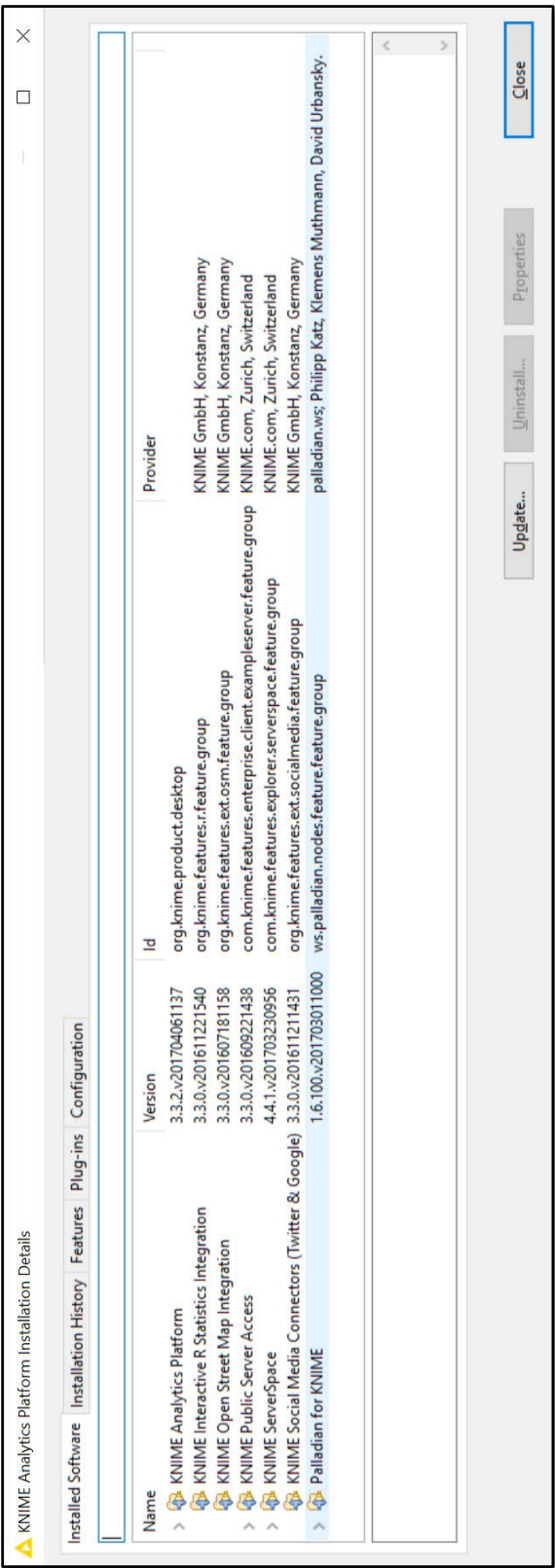
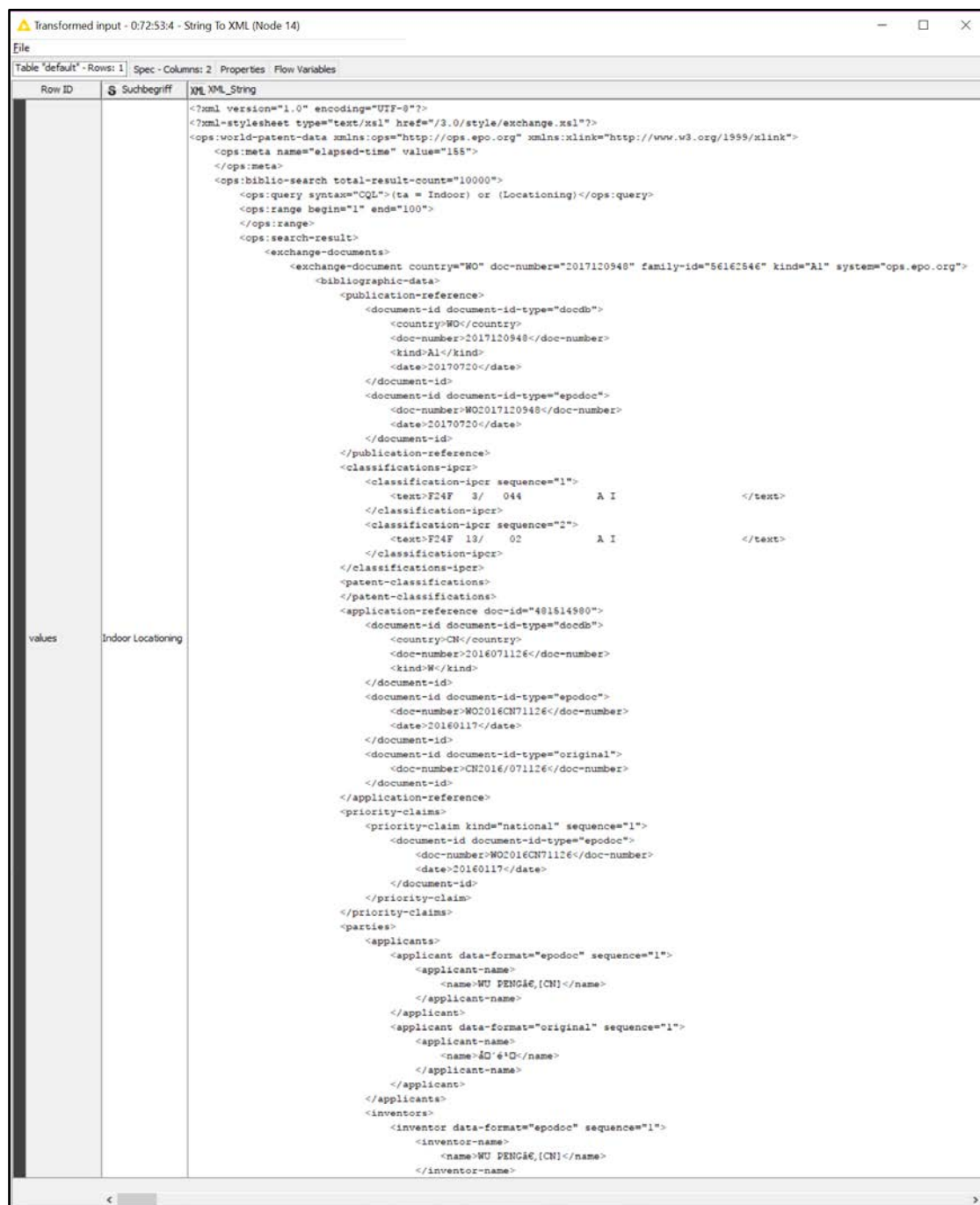


Bild A-1: Bildschirmfoto der genutzten Plug-Ins / Bibliotheken in KNIME

A2 Bildschirmfotos aus KNIME

Im Folgenden werden Bildschirmfotos aufgeführt, die im Text entweder nicht leserlich oder zu groß dargestellt werden.

A2.1 Suchmodul OP



The screenshot shows the 'String To XML' node in KNIME, displaying the XML output of a search. The table has two columns: 'Suchbegriff' (Search Term) and 'XML_String' (XML String). The search term is 'Indoor Locationing', and the XML string is a complex document containing search results for patent data, including document IDs, dates, and classifications.

Row ID	Suchbegriff	XML_String
values	Indoor Locationing	<pre><?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <?xml-stylesheet type="text/xsl" href="/3.0/style/exchange.xsl"?> <ops:world-patent-data xmlns:ops="http://ops.epo.org" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"> <ops:meta name="elapsed-time" value="155"> </ops:meta> <ops:biblio-search total-result-count="10000"> <ops:query syntax="CQL">(ta = Indoor) or (Locationing)</ops:query> <ops:range begin="1" end="100"> </ops:range> <ops:search-result> <exchange-documents> <exchange-document country="WO" doc-number="2017120948" family-id="56162546" kind="A1" system="ops.epo.org"> <bibliographic-data> <publication-reference> <document-id document-id-type="docdb"> <country>WO</country> <doc-number>2017120948</doc-number> <kind>A1</kind> <date>20170720</date> </document-id> <document-id document-id-type="epodoc"> <doc-number>WO2017120948</doc-number> <date>20170720</date> </document-id> </publication-reference> <classifications-ipcr> <classification-ipcr sequence="1"> <text>F24F 3/ 044 A I</text> </classification-ipcr> <classification-ipcr sequence="2"> <text>F24F 13/ 02 A I</text> </classification-ipcr> </classifications-ipcr> <patent-classifications> </patent-classifications> <application-reference doc-id="481514980"> <document-id document-id-type="docdb"> <country>CN</country> <doc-number>2016071126</doc-number> <kind>W</kind> </document-id> <document-id document-id-type="epodoc"> <doc-number>WO2016CN71126</doc-number> <date>20160117</date> </document-id> <document-id document-id-type="original"> <doc-number>CN2016/071126</doc-number> </document-id> </application-reference> <priority-claims> <priority-claim kind="national" sequence="1"> <document-id document-id-type="epodoc"> <doc-number>WO2016CN71126</doc-number> <date>20160117</date> </document-id> </priority-claim> </priority-claims> <parties> <applicants> <applicant data-format="epodoc" sequence="1"> <applicant-name> <name>WU PENG&E[CH]</name> </applicant-name> </applicant> <applicant data-format="original" sequence="1"> <applicant-name> <name>吴 Peng</name> </applicant-name> </applicant> </applicants> <inventors> <inventor data-format="epodoc" sequence="1"> <inventor-name> <name>WU PENG&E[CH]</name> </inventor-name> </inventor> </inventors> </parties> </exchange-document> </exchange-documents> </ops:search-result> </ops:range> </ops:biblio-search> </ops:world-patent-data></pre>

Bild A-2: Bildschirmfoto des Ergebnisses des Suchmoduls OPS (Ausschnitt)

A2.2 Suchmodul OPS

Concatenated table - 07251 - Concatenate (Optional in) (Node 24)

File

Row ID	Suchbegriff	Text
values_1	Indoor Localization	A handover is required in wireless personal communications systems when a portable moves from one base station coverage area to another during the course of a conversation. In general, the handover should be completed while the portable is in the overlap region to be
values_2	Indoor Localization	This article presents an overview of soft handoff, an idea which is becoming quite important because of its use in the IS-95 code-division multiple access (CDMA) cellular phone standard. The benefits and disadvantages of using soft handoff over hard handoff are discussed
values_3	Indoor Localization	Mobile devices come embedded with various sensors of which camera is most widely used, however operated by the device owner for the individual needs. We feel that there is a potential for these camera sensors to be used in an on demand participatory fashion for a va
values_4	Indoor Localization	With the advent of high-frequency radio frequency (RF) circuits and components technology, millimeter-wave (MMW) radars are being proposed for a large number of military and civilian applications. Accurate and high-resolution characterization of the polarimetric radar ba
values_5	Indoor Localization	To find out how many antennas can be placed in a limited space and how dense and polarizations antennas can be placed, an specialized multiple-input-multiple-output (MIMO) system is used to test different MIMO antennas with different distances and polarizations, thro
values_6	Indoor Localization	This paper focuses on Soft Handover (SHO) where the User Equipment (UE) is connected simultaneously to several Node B(s) on the same frequency. The objective of this paper is to evaluate the differences of Soft Handover parameters (addition and drop windows) and i
values_7	Indoor Localization	In this paper, a design of the tele-control electrical vehicle system with time delay is presented using passivity approach. We showed that the application of wave variable formalism allows the stability of the system in spite of the communication delays and scaling factors b
values_8	Indoor Localization	The main goal of Assistive Technology (AT) is to ensure the functional independence of disabled individuals. This paper proposes the definition of a new concept of AT within the context of the ITS, Assistive Intelligent Transportation System (AITS), analyzing its intrinsic re
values_9	Indoor Localization	In this paper, we introduce a wideband three-element diversity antenna for compact wireless communication systems operating in the 4-GHz band. A series of experiments to characterize the diversity performance of the antenna for non-line-of-sight (NLOS) indoor multip
values_10	Indoor Localization	Frontal gait recognition using partial cycle information has not received significant attention to date in spite of its many potential applications. In this paper, we propose a hierarchical classification strategy that combines front and back view features captured by RGB-D Re
values_11	Indoor Localization	OFDMA-based multi-cellular standards incorporate interference coordination techniques that allow near universal frequency reuse while preserving reasonably high spectral efficiencies. In particular, frequency reuse approaches are employed to mitigate the inter-cell interf
values_12	Indoor Localization	We propose and demonstrate the feasibility of multi-Gbps cellular downlinks using the mm-wave band. The small wavelengths allows deployment of compact base station antenna arrays with a very large number (328x1000/32) of elements, while a compressive approach
values_13	Indoor Localization	This paper presents the power and performance analysis of a digital, direct sequence ultra-wideband (DS-UWB) receiver operating in the 3 to 4 GHz band. The signal to noise and distortion ratio (SNDR) and bit error rate (BER) were evaluated with varying degrees of front
values_14	Indoor Localization	Execution of a manipulation after learning from demonstration many times requires intricate planning and control systems or some form of manual guidance for a robot. Here we present a framework for manipulation execution based on the so called "Semantic Event Chain
values_15	Indoor Localization	Many systems have stiff characteristics. To simulate such system in real-time demands solver of differential equation having small fixed step size to guarantee stability and accuracy even if it may cost large number of computing resource. An adaptive variable minor step si
values_16	Indoor Localization	In this paper, a generalization of the satisfaction equilibrium (SE) for games in satisfaction form (SF) is presented. This new solution concept is referred to as the generalized satisfaction equilibrium (GSE). In games in SF, players choose their actions to satisfy an individual c
values_17	Indoor Localization	Measurements of signal coverage in 2G and 3G mobile networks were performed using Nemo Handy-A measurement software. Indoor and outdoor measurement results for two types of buildings are given in the paper. Measurement results were analyzed by the use of the
values_18	Indoor Localization	In this paper, a design of tele-control electrical vehicle system is presented using fuzzy logic control. We showed that the application fuzzy logic control allows the system in spite of the communication delays between the operator and the vehicle. This paper presents a rob
values_19	Indoor Localization	Demand response and dynamic pricing programs are expected to play increasing roles in the modern smart grid environment. While direct load control of end-use loads has existed for decades, price driven response programs are only beginning to be explored at the distribu
values_20	Indoor Localization	Device-to-Device (i.e. D2D) communication technology not only improves system capacity but also utilizes the gain of physical proximity of communicating devices to support services like proximity services, traffic offloading etc. from eNB (i.e. evolved Node-B). D2D commun
values_21	Indoor Localization	The application of current implementations of electromagnetic simulators to realistic wireless communication problems requires excessively large computational time. As a result, computational electromagnetic tools have not been incorporated into the electromagnetics curric
values_22	Indoor Localization	The present paper paves the way toward the automatic trading of the live camcorder (in theater, on a TV/advertising screen) video sequences. In this respect, a video fingerprinting method based on the intimate statistical model of the DWT coefficients and on a dynamic
values_23	Indoor Localization	Multiple Input Multiple Output (MIMO) sensor, which is utilized for intruder detection by channel state information (CSI) in MIMO propagation channel, has been proposed. We have focused on wide range human detection in indoor scenario by applying array antenna with v
values_24	Indoor Localization	This paper studies the performance of hybrid radio-frequency (RF) and free-space optical (FSO) links in the cases with and without hybrid automatic repeat request (HARQ). Considering millimeter wave (mmwave) characteristics in the SF link and pointing errors in the FSO l
values_25	Indoor Localization	This paper describes a new algorithm for cooperative and persistent simultaneous localization and mapping (SLAM) using multiple robots. Recent pose graph representations have proven very successful for single robot mapping and localization. Among these methods, more
values_26	Indoor Localization	This paper proposes a novel power control algorithm on the reverse link (RL) of the CDMA system, which takes the interference interaction among mobile stations (MS) into consideration. The proposed algorithm is based on power control commands with the assumption th
values_27	Indoor Localization	The widespread deployment of Advanced Metering Infrastructure has made granular data of residential electricity consumption available on a large scale. One field of research that relies on such granular consumption data is Residential Demand Response, where individual
values_28	Indoor Localization	A dual-mode stacked antenna array is presented for 2.4-GHz applications. It provides two modes, a directivity mode and a diversity mode. The stacked tag-Uda antenna supports a directivity mode. In addition, three directors of the tag-Uda antenna are working as more
values_29	Indoor Localization	In indoor pico-cellular wireless systems, power is limited and therefore communication protocols need to be properly designed to conserve energy at the mobile stations. The existing schemes and heuristics to conserve power at the mobile devices by reducing the activity pr
values_30	Indoor Localization	802.11-based wireless LANs (WLANs) have become an important communication infrastructure for today's pervasive computing applications. Nevertheless, WLAN users often experience various performance issues such as highly variable signal quality. To diagnose such tr
values_31	Indoor Localization	Background modeling and foreground detection, which significantly affect the performance of intelligent visual surveillance systems, are challenging works due to dynamic background, illumination changes, image artefacts, etc. This paper describes an improved algorithm fr
values_32	Indoor Localization	This paper discusses the simulation and analysis for developing array antennas operating from 450 MHz to 470 MHz using bentended dipole antenna developed in Tekcom Research camp; Development, CyberJaya. The simulation design includes power divider design determina
values_33	Indoor Localization	Present paper focuses on context awareness in service provisioning and proposes a framework that enables efficient management of contextual profiles. Furthermore, a more flexible and innovative method for user profiling is introduced. The innovation is based on the enri
values_34	Indoor Localization	The lack of new generation capacity and the higher fuel generation cost are the serious problems of Tapower. Tapower attempted to make the optimal economic fuel-cost dispatch of its existing generation capacity by applying direct load control method (DLC). However, s
values_35	Indoor Localization	This paper presents an in-pipel dual exposure synthesis technique to extend dynamic range of CMOS image sensors (CISs). The transfer transistor of the 4-T pixel acts as an overflow transistor in this proposed method. The full well capacity of photodiode (PD) can be very
values_36	Indoor Localization	Along the growth of internet traffic, the penetration of internet access from mobile user has been increased. By augmenting mobile data traffic, the mobile network capacity limits have become significant issues. To cope with the increased mobile user data to cellular radio r
values_37	Indoor Localization	Researchers recently gathered at Tsinghua University in Beijing, China, to share their accomplishments at the 13th annual ACM Conference on Ubiquitous Computing. This multidisciplinary conference featured advances in sensing technologies and activity-recognition algori
values_38	Indoor Localization	In this paper, a visible light communication (VLC) in the indoor environment based on MIMO system is investigated and analyzed. An attempt is made to optimize the placement of light emitting diodes (LED) VLC emitter in 4.8x6.0x2.7; 4 MIMO configuration at ceiling and grou
values_39	Indoor Localization	

Bild A-3: Bildschirmfoto des Ergebnisses der modularen Suche (Ausschnitt)

A2.3 Extraktion der Beispielsätze für OpenNLP

Appended table - 0:58:59 - Java Snippet (Node 30)

File

Table "default" - Rows: 6246 Spec - Columns: 3 Properties Flow Variables

Row ID	S Document	S Sentence	Number of terms
Row1	Indoor Localization	A handover is required in wireless personal communications systems when a portable moves from one base station coverage area to another during the course of a conversation.	28
Row2	Indoor Localization	In general, the handover should be completed while the portable is in the overlap region to be successful.	20
Row3	Indoor Localization	This article considers several issues for handover management, handover detection, channel assignment, and radio link transfer	19
Row5	Indoor Localization	The article presents an overview of soft handoff, an idea which is becoming quite important because of its use in the IS-95 code-division multiple access (CDMA) cellular phone standard.	33
Row6	Indoor Localization	The benefits and disadvantages of using soft handoff over hard handoff are discussed, with most results drawn from the available literature.	23
Row7	Indoor Localization	The two most well-known benefits are fade margin improvement and higher uplink capacity, while disadvantages include increased downlink interference and more complex implementation.	25
Row8	Indoor Localization	Handoff parameter optimization is extremely important, so various studies on the trade-offs to be considered when selecting these parameters are surveyed, from both the link quality and resour...	33
Row9	Indoor Localization	Finally, research directions and future trends are discussed	9
Row11	Indoor Localization	Mobile devices come embedded with various sensors of which camera is most widely used, however operated by the device owner for the individual needs.	26
Row12	Indoor Localization	We feel that there is a potential for these camera sensors to be used in an on demand participatory fashion for a variety of community based sensing applications.	29
Row13	Indoor Localization	In this paper, we propose forming local participatory camera networks for on-demand object tracking.	16
Row14	Indoor Localization	We explain the various challenges such as mobile device discovery and configuration, willingness to participate, and direct communication cooperation between mobile devices.	25
Row15	Indoor Localization	Finally, we define metrics for performance evaluation of these camera participatory networks for object tracking and discuss an application scenario for the same.	25
Row17	Indoor Localization	With the advent of high-frequency radio frequency (RF) circuits and components technology, millimeter-wave (MMW) radars are being proposed for a large number of military and civilian applicati...	32
Row18	Indoor Localization	Accurate and high-resolution characterization of the polarimetric radar backscatter responses of both clutter and man-made targets at MMW frequencies is essential for the development of radar ...	34
Row19	Indoor Localization	Toward this end, a new design is developed for ultrafast, wide band, polarimetric, instrumentation radars that operate at 35 and 95 GHz.	26
Row20	Indoor Localization	With this new design, the complete scattering matrix of a target (magnitude and phase) can be measured over a bandwidth of 500 MHz in less than 2 8mus.	33
Row21	Indoor Localization	In this paper, the design concepts and procedures for the construction and calibration of these radars are described.	20

Bild A-4: Bildschirmfoto des Ergebnisses der Extraktion der Beispielsätze für OpenNLP (Ausschnitt)

A2.4 Laden der Technologieinformationsbasis

Transformed input - 0:59:56:4 - String To XML (Node 48)

File

Table "default" - Rows: 517 Spec - Columns: 3 Properties Flow Variables

Row ID	S	Technol...	XML String
Row480	55	UWB	<pre><?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <?xml-stYLESHEET type="text/xsl" href="/3.0/style/exchange.xsl"?> <ops:world-patent-data xmlns:ops="http://ops.epo.org" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"> <ops:meta name="elapsed-time" value="260"> </ops:meta> </ops:meta> </ops:meta></pre>
Row378	45	RF	<pre><?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <?xml-stYLESHEET type="text/xsl" href="/3.0/style/exchange.xsl"?> <ops:world-patent-data xmlns:ops="http://ops.epo.org" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"> <ops:meta name="elapsed-time" value="168"> </ops:meta> </ops:meta> </ops:meta></pre>
Row266	31	MIMO	<pre><?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <?xml-stYLESHEET type="text/xsl" href="/3.0/style/exchange.xsl"?> <ops:world-patent-data xmlns:ops="http://ops.epo.org" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"> <ops:meta name="elapsed-time" value="393"> </ops:meta> </ops:meta> </ops:meta></pre>
Row196	28	IEEE	<pre><?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <?xml-stYLESHEET type="text/xsl" href="/3.0/style/exchange.xsl"?> <ops:world-patent-data xmlns:ops="http://ops.epo.org" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"> <ops:meta name="elapsed-time" value="278"> </ops:meta> </ops:meta> </ops:meta></pre>

Bild A-5: Bildschirmfoto des Ergebnisses des Ladens der Technologieinformationsbasis am Beispiel OPS (Ausschnitt)

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Markus Placzek
Geburtsdatum: 2. Januar 1986
Geburtsort: Bielefeld
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung

08/1992 – 06/1996 Grundschule Am Wellbach, Bielefeld
07/1996 – 05/2005 Gymnasium Heepen, Bielefeld
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Studium

10/2006 – 09/2011 Universität Paderborn u. Universität Stockholm
Studiengang Wirtschaftsinformatik
Abschluss: Master of Science (M.Sc.)

Studienbegleitende Tätigkeiten (Auszug)

05/2004 – 12/2017 TNS Infratest Holding GmbH & Co. KG/WPP Deutschland
Holding GmbH & Co., Bielefeld
Softwareentwicklung
09/2009 – 10/2013 Microsoft Student Partner, Paderborn
Studentisches Förderprogramm von Microsoft
01/2011 – 07/2011 ORCONOMY GmbH, Paderborn
Masterarbeit

Berufliche Tätigkeit

09/2011 – 12/2015 Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter (Produktentstehung)
01/2016 – 12/2017 OSRAM GmbH, München
Senior Consultant and Expert for Strategic Development
seit 01/2018 OSRAM GmbH, München
Strategic Program Manager OSRAM IoT Platform

Aschheim, im März 2018

Das Heinz Nixdorf Institut – Interdisziplinäres Forschungszentrum für Informatik und Technik

Das Heinz Nixdorf Institut ist ein Forschungszentrum der Universität Paderborn. Es entstand 1987 aus der Initiative und mit Förderung von Heinz Nixdorf. Damit wollte er Ingenieurwissenschaften und Informatik zusammenführen, um wesentliche Impulse für neue Produkte und Dienstleistungen zu erzeugen. Dies schließt auch die Wechselwirkungen mit dem gesellschaftlichen Umfeld ein.

Die Forschungsarbeit orientiert sich an dem Programm „Dynamik, Mobilität, Vernetzung: Eine neue Schule des Entwurfs der technischen Systeme von morgen“. In der Lehre engagiert sich das Heinz Nixdorf Institut in Studiengängen der Informatik, der Ingenieurwissenschaften und der Wirtschaftswissenschaften.

Heute wirken am Heinz Nixdorf Institut neun Professoren mit insgesamt 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Pro Jahr promovieren hier etwa 20 Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler.

Heinz Nixdorf Institute – Interdisciplinary Research Centre for Computer Science and Technology

The Heinz Nixdorf Institute is a research centre within the University of Paderborn. It was founded in 1987 initiated and supported by Heinz Nixdorf. By doing so he wanted to create a symbiosis of computer science and engineering in order to provide critical impetus for new products and services. This includes interactions with the social environment.

Our research is aligned with the program “Dynamics, Mobility, Integration: Enroute to the technical systems of tomorrow.” In training and education the Heinz Nixdorf Institute is involved in many programs of study at the University of Paderborn. The superior goal in education and training is to communicate competencies that are critical in tomorrows economy.

Today nine Professors and 150 researchers work at the Heinz Nixdorf Institute. Per year approximately 20 young researchers receive a doctorate.

Zuletzt erschienene Bände der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts

- Bd. 354 ANACKER, H.: Instrumentarium für einen lösungsmusterbasierten Entwurf fortgeschrittener mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 354, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-73-1
- Bd. 355 RUDTSCH, V.: Methodik zur Bewertung von Produktionssystemen in der frühen Entwicklungsphase. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 355, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-74-8
- Bd. 356 SÖLLNER, C.: Methode zur Planung eines zukunftsfähigen Produktportfolios. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 356, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-75-5
- Bd. 357 AMSHOFF, B.: Systematik zur musterbasierten Entwicklung technologie-induzierter Geschäftsmodelle. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 357, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-76-2
- Bd. 358 LÖFFLER, A.: Entwicklung einer modellbasierten In-the-Loop-Testumgebung für Waschautomaten. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 358, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-77-9
- Bd. 359 LEHNER, A.: Systematik zur lösungsmusterbasierten Entwicklung von Frugal Innovations. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 359, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-78-6
- Bd. 360 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 12. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 8. und 9. Dezember 2016, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 360, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-79-3
- Bd. 361 PETER, S.: Systematik zur Antizipation von Stakeholder-Reaktionen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 361, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-80-9
- Bd. 362 ECHTERHOFF, O.: Systematik zur Erarbeitung modellbasierter Entwicklungsaufträge. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 362, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-81-6
- Bd. 363 TSCHIRNER, C.: Rahmenwerk zur Integration des modellbasierten Systems Engineering in die Produktentstehung mechatronischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 363, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-82-3
- Bd. 364 KNOOP, S.: Flachheitsbasierte Positionsregelungen für Parallelkinematiken am Beispiel eines hochdynamischen hydraulischen Hexapoden. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 364, Paderborn, 2016 – ISBN 978-3-942647-83-0
- Bd. 365 KLIEWE, D.: Entwurfssystematik für den präventiven Schutz Intelligenter Technischer Systeme vor Produktpiraterie. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 365, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-84-7
- Bd. 366 IWANEK, P.: Systematik zur Steigerung der Intelligenz mechatronischer Systeme im Maschinen- und Anlagenbau. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 366, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-85-4
- Bd. 367 SCHWEERS, C.: Adaptive Sigma-Punkte-Filter-Auslegung zur Zustands- und Parameterschätzung an Black-Box-Modellen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 367, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-86-1

Zuletzt erschienene Bände der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts

- Bd. 368 SCHIERBAUM, T.: Systematik zur Kostenbewertung im Systementwurf mechatronischer Systeme in der Technologie Molded Interconnect Devices (MID). Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 368, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-87-8
- Bd. 369 BODDEN, E.; DRESSLER, F.; DUMITRESCU, R.; GAUSEMEIER, J.; MEYER AUF DER HEIDE, F.; SCHEYTT, C.; TRÄCHTLER, A. (Hrsg.): Intelligente technische Systeme. Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 369, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-88-5
- Bd. 370 KÜHN, A.: Systematik zur Release-Planung intelligenter technischer Systeme. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 370, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-89-2
- Bd. 371 REINOLD, P.: Integrierte, selbstoptimierende Fahrdynamikregelung mit Einzelrad-aktorik. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 371, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-90-8
- Bd. 372 BÄUMER, F. S.: Indikatorbasierte Erkennung und Kompensation von ungenauen und unvollständig beschriebenen Softwareanforderungen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 372, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-91-5
- Bd. 373 ECKELT, D.: Systematik zum innovationsorientierten Intellectual Property Management. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 373, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-92-2
- Bd. 374 GAUSEMEIER, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 13. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Heinz Nixdorf Institut, 23. und 24. November 2017, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 374, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-93-9
- Bd. 375 WESTERMANN, T.: Systematik zur Reifegradmodell-basierten Planung von Cyber-Physical Systems des Maschinen- und Anlagenbaus. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 375, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-94-6
- Bd. 376 JÜRGENHAKE, C.: Systematik für eine prototypenbasierte Entwicklung mechatronischer Systeme in der Technologie MID (Molded Interconnect Devices). Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 376, Paderborn, 2017 – ISBN 978-3-942647-95-3
- Bd. 377 WEBER, J.: Modellbasierte Werkstück- und Werkzeugpositionierung zur Reduzierung der Zykluszeit in NC-Programmen. Dissertation, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 377, Paderborn, 2018 – ISBN 978-3-942647-96-0
- Bd. 378 OESTERSÖTEBIER, F.: Modellbasierter Entwurf intelligenter mechatronischer Systeme mithilfe semantischer Technologien. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 378, Paderborn, 2018 – ISBN 978-3-942647-97-7
- Bd. 379 ABELDGAWAD, K.: A System-Level Design Framework for Networked Driving Simulation. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 379, Paderborn, 2018 – ISBN 978-3-942647-98-4
- Bd. 380 JUNG, D.: Local Strategies for Swarm Formations on a Grid. Dissertation, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Band 380, Paderborn, 2018 – ISBN 978-3-942647-99-1